

УДК 502.573

Veronika Prykhodko, PhD (Geography), Associate Professor, Associate Professor of Ecology and Environmental Protection Department
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3854-6693> *e-mail*: vks26@ua.fm

Tamerlan Safranov, D.Sc. (Geology), Professor, Professor of Ecology and Environmental Protection Department
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0928-5121> *e-mail*: safranov@ukr.net

Odesa I.I. Mechnikov National University, Odesa, Ukraine

STUDY OF SPATIAL AND TEMPORAL FEATURES OF MUNICIPAL SOLID WASTE GENERATION IN THE REGIONS OF UKRAINE

***Abstract.** The article is devoted to the topical issue of municipal solid waste generation in the regions of Ukraine as an important prerequisite for the formation of an effective waste management system. The purpose of the study is to identify the spatial and temporal features of municipal solid waste generation in the regions of Ukraine (as of 2021) based on certain indicators. The methods of statistical analysis of data on municipal solid waste collection, standards for the provision of solid waste removal services and other databases by regions of Ukraine for different years of the period 2010-2023 were used in the research. The main results of the study are to substantiate the indicator role of specific waste generation and to determine the spatial and temporal features of the quantitative indicators distribution of municipal solid waste generation. In particular, it is determined that there is a certain relationship between GDP and the amount of waste generation, as well as of the area and number of landfills. Waste generation is gradually increasing: over the period 2011-2021, the weight of collected solid waste increased by 9.8% and the volume – by 5.6%. In addition, the standards for the provision of solid waste collection services in the regional centers of Ukraine increased by 12% in average. It was determined that the waste has become somewhat denser, as evidenced by a decrease in the volume but an increase in the weight of collected solid waste during 2018-2021. The collection of solid waste was 1,244 m³/person or 254 kg/person per year (or 0,696 kg/person per day). Taking into account the level of coverage of the population with centralized waste collection services, the actual waste generation is at least by 20% higher. Under martial law, the amount of municipal solid waste was expected to decrease: the volume of collected waste fell by 13.7% and the weight – by 10.7% (2023). It is promising to further analyze the municipal solid waste generation by averaging and interpretation of data. The scientific and practical significance of the results lies in the substantiated analysis of data and synthesis of information on the main features of municipal solid waste generation in Ukraine.*

***Keywords:** municipal solid waste, indicator, service provision standards, waste generation.*

В.Ю. Приходько, Т.А. Сафранов

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ УТВОРЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

Анотація. Стаття присвячена актуальній тематиці утворення твердих побутових відходів в регіонах України як важливої передумови формування ефективної системи управління відходами. Мета дослідження – виявити просторово-часові особливості утворення твердих побутових відходів в регіонах України (станом на 2021 р.) на основі визначених показників-індикаторів. В роботі використані методи статистичного аналізу даних щодо збирання побутових відходів, норм надання послуг з вивезення твердих побутових відходів та інших показників по регіонах України за різні роки періоду 2010-2023 рр. Основні результати дослідження полягають в обґрунтуванні індикаторної ролі питомого відходоутворення та визначенні просторово-часових особливостей розподілу кількісних показників утворення твердих побутових відходів. Зокрема, визначено, що існує певний зв'язок між ВВП та кількістю утворених відходів, а також площею та кількістю місць захоронення. Утворення відходів поступово збільшується: за період 2011-2021 рр. маса зібраних ТПВ збільшилася на 9,8%, а об'єм – на 5,6%. Крім того, в середньому, на 12% зросли норми надання послуг з вивезення ТПВ по обласних центрах України. Визначено, що відходи стали децю щільнішими, про свідчить зменшення обсягів, але збільшення маси зібраних ТПВ протягом 2018-2021 рр. Питоме збирання твердих побутових відходів склало 1,244 м³/люд або 254 кг/люд за рік (або 0,696 кг/люд за добу). З урахуванням рівня охоплення населення послугами з централізованого збирання відходів фактичне утворення відходів є вищим щонайменше на 20%. В умовах військового стану кількість побутових відходів очікувано зменшилася: об'єм зібраних відходів впав на 13,7%, а маса – на 10,7% (2023 р.). Перспективним є подальший аналіз ситуації з утворення твердих побутових відходів з усередненням та інтерпретацією даних. Наукове та практичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтованому аналізі даних та синтезі інформації про основні особливості генерації твердих побутових відходів в Україні.

Ключові слова: тверді побутові відходи, індикатор, норми надання послуг, відходоутворення.

<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2025.1.69-81>

Вступ

Життя сучасного суспільства неможливо уявити без утворення відходів, але кількість відходів може бути різною. Утворення ТПВ – це генерація відходів в процесі життєдіяльності людини в рамках певної моделі стилю життя. Утворення визначається в абсолютних (масових або об'ємних) або відносних (на одну людину) одиницях.

Очевидно, що кількість утворених відходів залежить від кількості населення, що їх генерує. Зростання кількості утворених відходів також визначається зростанням ВВП країни [1]. У доповіді Waste Management Outlook (2024) [2] зазначено, що у сучасних умовах зміни статків країни, стилю

життя та споживання зростає кількість ТПВ. За розрахунками, кількість утворених ТПВ за період 2020-2050 зросте у 1,77 раза, причому 69% цього приросту зумовлено зростанням ВВП, а 31% – зростанням кількості населення. Рівень добробуту країни визначає й інші фактори впливу на відходоутворення: модель споживання, урбанізованість, розвиток торгівлі і логістики, екологічна свідомість, стан сфери управління відходами тощо. Також необхідно зазначити вплив природних умов – клімату та території – на формування кількості та морфологічного складу ТПВ [3]. На сьогодні є очевидним, що обсяги відходів лінійно зростають із ростом кількості населення та добробуту країни, зумовлюючи посилення екологічних наслідків розміщення відходів у довкіллі: забруднення усіх природних складових → зміна природних умов сталого функціонування екосистем → зменшення біорізноманіття та сталості глобальної екосистеми (природної системи). Все це спонукає світову спільноту до пошуку рішень щодо обмеження впливу ТПВ на довкілля через зменшення обсягів та технологій остаточного видалення. В країнах ЄС це знайшло відображення у «Плані дій ЄС щодо циркулярної економіки» [4], який був прийнятий 11 березня 2020 року. Метою цього плану є скорочення споживання в ЄС та подвоєння повторного використання ресурсів у найближчі десятиліття, але не за рахунок економічного спаду. Щоправда, впровадження широких ініціатив з повторного використання відходів та їх ресурсного потенціалу не показало очікуваних значних результатів. Наприклад, у 2012 р. для країн-членів ОЕСР з найбільшим питомим утворенням ТПВ прогнозувалося незначне зниження цього показника з 2,2 до 2,1 кг/люд. за добу на період 2010-2025 рр., а вже в наступній доповіді для країн з найвищим рівнем соціально-економічного розвитку зроблений прогноз щодо збільшення питомого відходоутворення на 18% з 1,58 до 1,87 кг/люд за добу з 2016 по 2050 рр. [2]. Щоправда, це найнижчий темп росту питомого відходоутворення серед інших груп країн за рівнем доходів. Так, наприклад, для інших країн прогнозується зростання питомого відходоутворення на рівні 51-72% з 2020 по 2050 рр.

За даними статистичного відділу ООН, у 2019 р. кількість зібраних ТПВ оцінювалася як 199,51 кг/люд. (що становить 0,55 кг/люд. за добу), в т.ч. по Києву – 484 кг/люд. Відповідно до класифікації країн за рівнем соціально-економічного розвитку, що є основою для класифікації і прогнозування утворення відходів, Україну віднесено до країн з низьким рівнем соціально-економічного розвитку із прогнозованим добовим відходоутворенням на рівні 0,63 кг/люд у 2030 р. та 0,79 кг/люд у 2050 р. [2]; або 0,57 та 0,81 кг/люд за даними [1].

Отже, оцінка утворення ТПВ є необхідною передумовою розробки систем управління відходами на національному і регіональному рівнях. Дослідження просторово-часових особливостей утворення ТПВ є важливим етапом комплексної оцінки стану сфери управління відходами та прогнозування ситуації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кількість утворених ТПВ, аналіз змін і прогноз є предметом офіційних доповідей, наприклад, «Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні (за різні роки)»[5], а також Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні [6], статистичних збірників «Довкілля України» [7] тощо. В роботі автора [8] представлено дослідження регіональних особливостей захоронення

ТПВ станом на 2018 р., а також обґрунтовано індикаторну роль окремих показників, пов'язаних із утворенням відходів. Використання даних про утворення ТПВ у кластерному аналізі представлено в статті О.А. Бездухова [9], а також в статті автора [10]. Обсяги утворення ТПВ є вихідною характеристикою у логістичних розробках [11] та розробці прогнозних моделей [12, 13].

Мета даного дослідження – виявити просторово-часові особливості утворення ТПВ в регіонах України (станом на 2021 р.) на основі визначених показників-індикаторів.

Результати дослідження

Визначення факторів, які впливають на кількісні параметри генерації ТПВ в Україні. Як визначено попередньо в роботах [3, 11, 12], є певні фактори, що визначають кількість генерації ТПВ – структура житлового фонду, розвиток роздрібною торгівлі та громадського харчування, доходи населення, кліматичні особливості тощо, але визначальними є кількість населення та рівень добробуту.

Тому на основі даних про обсяги захоронених відходів, кількість та площу полігонів і звалищ (за окремі роки періоду 2000-2023 рр.) проаналізуємо залежність між валовим внутрішнім продуктом (ВВП) та означеними параметрами сфери поводження з ТПВ.

Так, залежність між обсягом ТПВ та ВВП представлена на рис. 1.

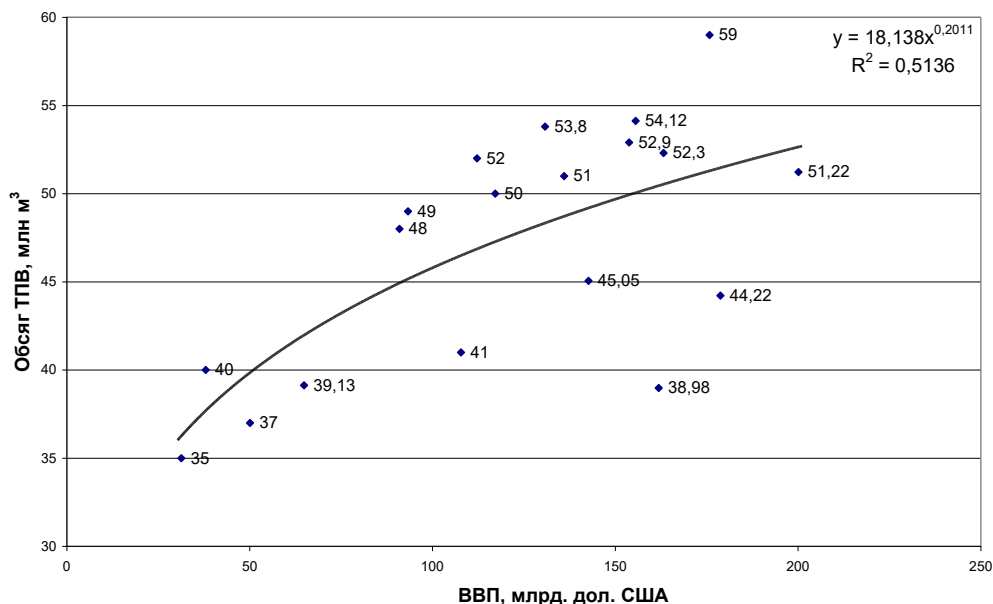


Рис. 1. Залежність між ВВП та утворенням ТПВ в Україні за 19 років (2000-2023 рр.)

В табл. 1 наведена оцінка взаємозв'язку між ВВП та окремими параметрами, що характеризують сферу ТПВ.

Таблиця 1. Коефіцієнти кореляції між ВВП та утворенням (захороненням) ТПВ

Кількість місць захоронення	Площа місць захоронення	Обсяг утворених ТПВ
0,811	0,675	0,655

Все це ще раз підтверджує тезу про те, що визначальним фактором формування кількості ТПВ є рівень соціально-економічного розвитку країни.

Отже, кількість утворених ТПВ є похідною величиною, що визначається споживанням, яке, в свою чергу, залежить від рівня статку населення та оцінюється через показник ВВП. Тому рівень відходоутворення є непрямим показником добробуту країни з одного боку, та, з іншого боку, впливу на довкілля. Така властивість надавати більш широку оцінку процесам вищого рівня притаманна індикаторам. В статті [8] для оцінки ситуації із захороненням ТПВ окремо виділено блок вихідних даних щодо утворення відходів. На основі цих даних визначаються відповідні індикатори, серед яких в даній статті розглядається питома утворення (збирання) ТПВ (м³ або в т на 1 людину). Дотичним показником є частка захоронених відходів за поточний рік, яка характеризує поповнення місць захоронення ТПВ.

При розробці регіональних та місцевих планів з управління відходами серед показників, за якими оцінюється стан системи управління відходами, є абсолютні та питомі величини відходоутворення. До того ж, на основі цих показників розробляються критерії ефективності функціонування розробленої системи управління відходами.

Аналіз даних про утворення ТПВ в регіонах України станом на 2021 рік. На основі даних Міністерства розвитку громад та територій України [5] за 2021 рік охарактеризуємо просторово-часові особливості утворення ТПВ. На початку проаналізуємо вихідні дані (табл. 2).

Таблиця 2. Аналіз даних про утворення та захоронення ТПВ по регіонах України за 2021 рік

Значення показників	Обсяги збирання		Обсяги захоронення		Частка захоронених ТПВ
	м ³	т	м ³	т	обсяг/маса
Максимальне	10009043,87 (Київ та обл.)	1882609 (Київ та обл.)	6722513,14 (Київ та обл.)	2013599,65 (Київ та обл.)	114/136 (Запорізька обл.)
Мінімальне	637447,36 (Луганська обл.)	153695,652 (Кіровоградська обл.)	664746,18 (Луганська обл.)	167110 (Тернопільська обл.)	53/25 (Тернопільська обл.)
Національний рівень	51228036,8	10466369,87	47801109,01	10417649,7	93,3/99,5

Враховуючи чисельність населення України за 2021 р. (41 167 335 осіб), питома збирання ТПВ склало 1,244 м³/люд або 254 кг/люд за рік (або 0,696 кг/люд за добу). Рівень охоплення населення послугами з централізованого збирання відходів становить 78,6%, тому утворення відходів є вищим щонайменше на 20%.

Логічно, що найбільші обсяги збирання та захоронення характерні для однієї з найбільших за площею та найбільшою за населенням – Київської області (разом з м. Київ). За рахунок столиці утворюється 75% (за об'ємом) та 85% (за масою) від ТПВ регіону.

Найменші значення збирання та захоронення ТПВ за обсягом – для частини Луганської області, а за масою – для Кіровоградської та Тернопільської областей відповідно.

Частка захоронення ТПВ (табл. 2) – це співвідношення між кількістю зібраних та захоронених відходів за рік. На нашу думку, доцільно аналізувати співвідношення в одиницях маси, оскільки при транспортуванні ТПВ відбувається ущільнення відходів. Бачимо, що в окремих випадках цей показник перевищує 100% – Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Полтавська, Черкаська і Чернігівська області. Це, скоріше, зумовлено недоліками у системі обліку відходів, аніж захороненням відходів за межами регіону утворення.

Для аналізу динаміки кількості ТПВ за період 2011-2021 рр. нами використані дані з двох джерел – статистичного щорічника «Довкілля України 2011» [7] (одиниці вимірювання – тонни) та з «Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища у 2011 році» [6] (одиниці вимірювання – м³).

На рис. 2 представлена динаміка зміни кількості зібраних ТПВ за 10-річний період.

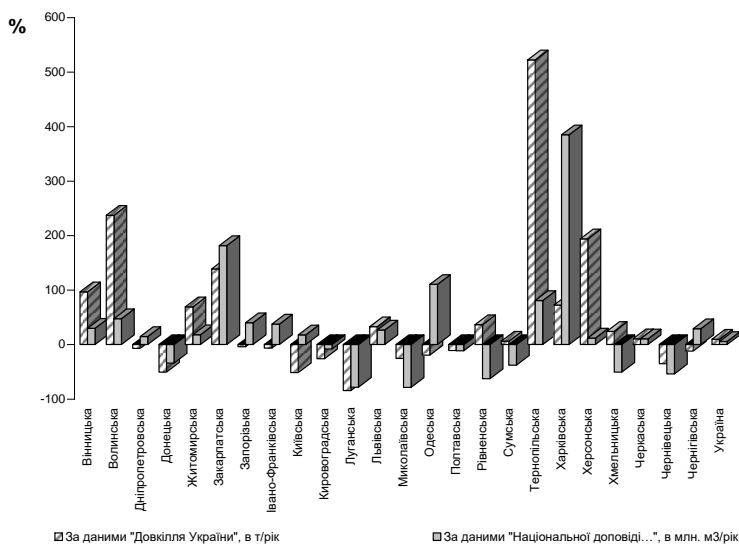


Рис. 2. Динаміка обсягів та маси зібраних ТПВ по регіонах України за 2011-2021 рр.

Розрахований за різними даними приріст обсягів та маси зібраних ТПВ за період 2011-2021 рр. показав, що, за винятком Дніпропетровської, Запорізької, Івано-Франківської, Київської, Одеської, Рівненської, Сумської, Хмельницької, Чернігівської областей, спостерігається взаємна відповідність отриманих результатів. За винятком Донецької, Луганської, Миколаївської та Чернівецької областей, спостерігається позитивна динаміка зміни маси та

обсягів зібраних відходів. В середньому по Україні маса зібраних ТПВ збільшилася на 9,8%, а об'єм – на 5,6%. Розрахований коефіцієнт кореляції між отриманими значеннями приросту обсягів утворення відходів за різними даними склав 0,66, що свідчить про певну узгодженість даних [13].

Аналіз питомого утворення ТПВ в регіонах України станом на 2021 рік.

Питоме утворення ТПВ можна оцінити через показник норми надання послуг з вивезення відходів (управління відходами). Для аналізу норм надання послуг з вивезення ТПВ використані діючі на 2024 рік показники за різні роки (2018-2023), прийняті для 23 обласних центрів України (рис. 3). Середнє значення норми надання послуг з вивезення відходів склало 2,20 м³/люд. або 355 кг/люд. за рік. Як бачимо з рис. 3, в основному, значення норми відповідає середньому по обласних центрах України. Максимальне значення характерно для Одеси – 3,3 м³/люд., мінімальне – 1,558 м³/люд. для Сум. Що стосується норми надання послуг з вивезення ТПВ в одиницях маси, то середнє значення склало 355,5 кг/люд.

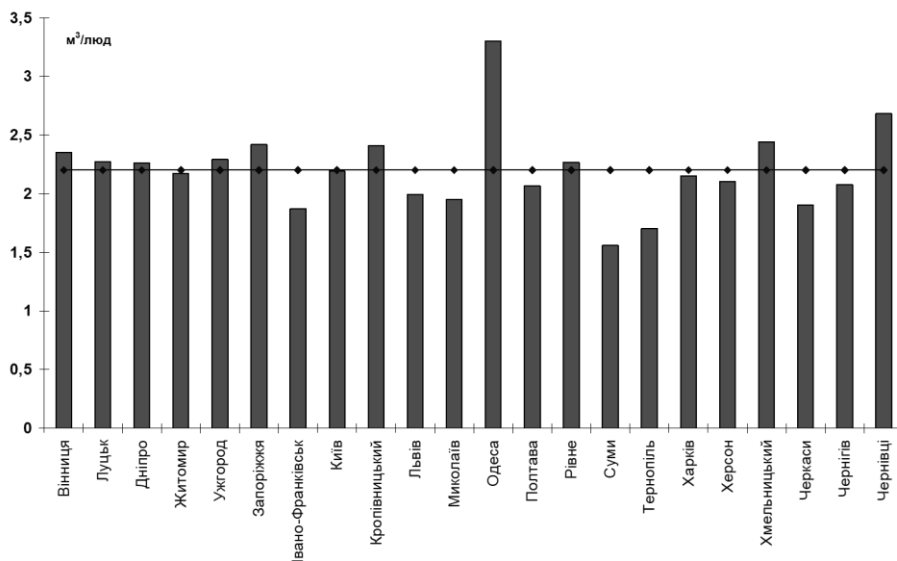


Рис. 3. Норми надання послуг з вивезення ТПВ для обласних центрів України (2018-2023 рр.)

Очевидно, що норма надання послуг з вивезення ТПВ (норма утворення ТПВ) є одним з ключових параметрів, що має враховуватися при аналізі ситуації з ТПВ на регіональному рівні. Як бачимо, є певні відмінності від середнього значення, наприклад, Чернігів (мінімальне значення) та Одеса (максимальне значення). Коефіцієнт варіації норми надання послуг з вивезення ТПВ склав 16%, що дозволяє зробити висновок щодо однорідності вибірки даних.

Якщо порівняти значення норм надання послуг з вивезення ТПВ за період до та після 2018 р., можна зробити висновок про збільшення значень цього показника (рис. 4). Так, середнє значення норми надання послуг з вивезення ТПВ до 2018 р. склало 1,93 м³/люд., що на 12% нижче значення за сучасний період.

Показники збирання ТПВ та утворення ТПВ фактично тотожні, але, враховуючи середнє охоплення населення послугами з централізованого збирання ТПВ на рівні 78,6%, можна припустити, що фактичне утворення відходів є більшим принаймні на 20%. Але для порівняльного аналізу допустимо ототожнювати показники збирання та утворення ТПВ.

Отже, зазначимо, що питоме утворення ТПВ доцільно оцінювати за фактичними обсягами зібраних відходів (наприклад, дані [5, 14]).

Питоме збирання ТПВ розраховувалося на основі даних про обсяг та масу зібраних ТПВ за 2018 та 2021 рр., а також кількості населення по регіонах України (рис. 5, 6).

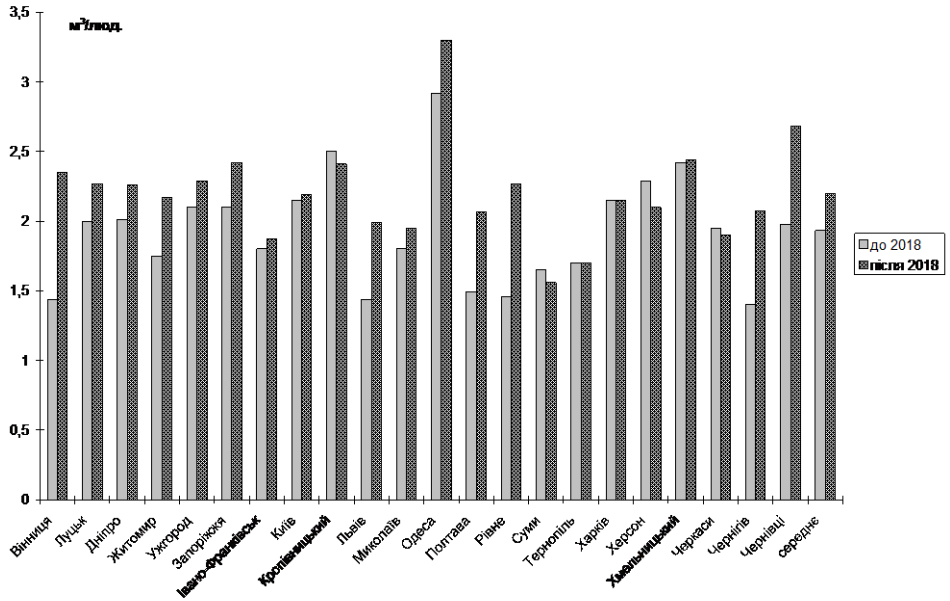


Рис. 4. Норми надання послуг з вивезення ТПВ для обласних центрів України

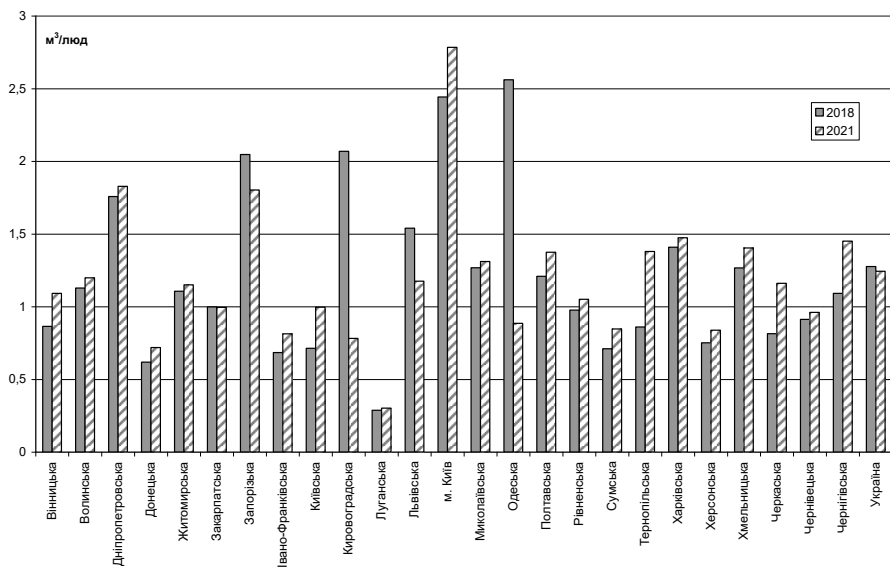


Рис. 5. Питоме збирання ТПВ за 2018 та 2021 рр. (за обсягом)

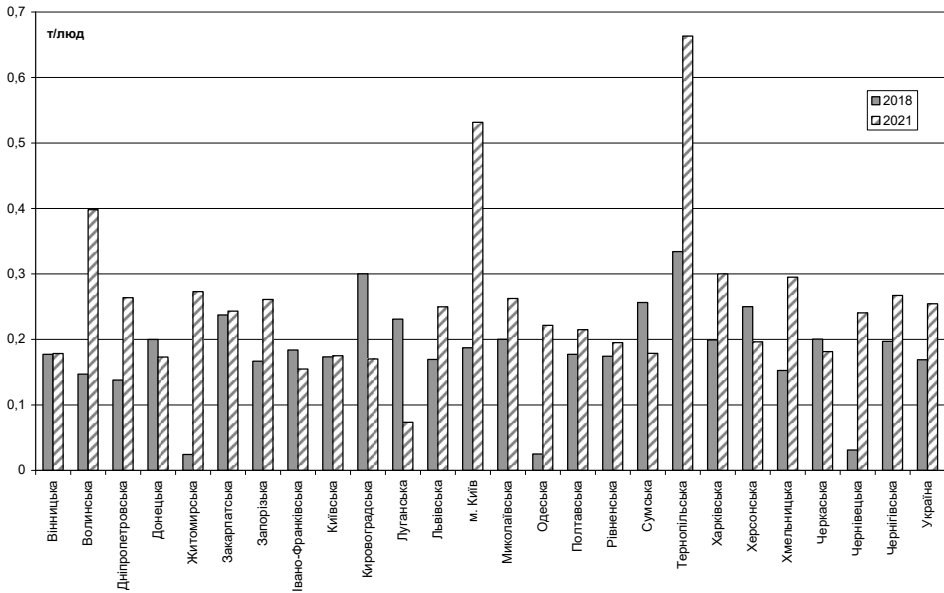


Рис. 6. Питоме збирання ТПВ за 2018 та 2021 рр. (за масою)

В середньому в Україні на 1 людину припадає 1,24 м³ або 0,25 т зібраних ТПВ. Найбільший обсяг зібраних відходів характерний для Дніпропетровської області – 1,83 м³/люд., найменший – для Луганської області – 0,30 м³/люд. Щодо питомого збирання ТПВ в одиницях маси, то найбільше зібраних відходів у Тернопільській області – 0,66 т/люд., найменше – у Луганській області – 0,07 т/люд.

Аналіз темпів росту питомого збирання відходів по регіонах України показав, здебільшого, зростання показника як в одиницях об'єму (за винятком 5 областей), так і в одиницях маси (за винятком 7 областей). Так, середнє зростання питомого збирання відходів склало 117% (за об'ємом) та 160% за масою. Розрахунок показників динаміки збирання ТПВ за 2018-2021 рр. виявив певні недоліки у вихідних даних. Наприклад, для Житомирської області темп росту питомого збирання за масою склав 1131%, для Одеської – 885% (за об'ємом, навпаки, падіння на 65%), для Чернівецької – 772%, що свідчить про помилки у вихідних даних, наведених у звіті [5].

Якщо проаналізувати зміни в обсягах і масі зібраних ТПВ за період 2018-2021 рр., можна сказати, що обсяги зменшилися на 4,38%, проте маса збільшилася на 3,52%, тобто зібрані у 2021 р. відходи стали щільнішими. Розраховані темпи приросту питомого відходоутворення за період 2018-2021 рр. показали, що питомий обсяг впав на 2,48%, проте питома маса зросла на 50,66%, що також свідчить про збільшення щільності ТПВ.

Розрахована середня щільність захованих відходів по регіонах України склала 0,18 т/м³ (у 2018 р.) та 0,21 т/м³ (у 2021 р.).

Значення коефіцієнта кореляції між питомим збиранням у різних одиницях вимірювання склало 0,66.

Збирання ТПВ в умовах військового стану. Динаміка зміни кількості зібраних ТПВ за період 2021-2023 рр. представлена на рис. 7.

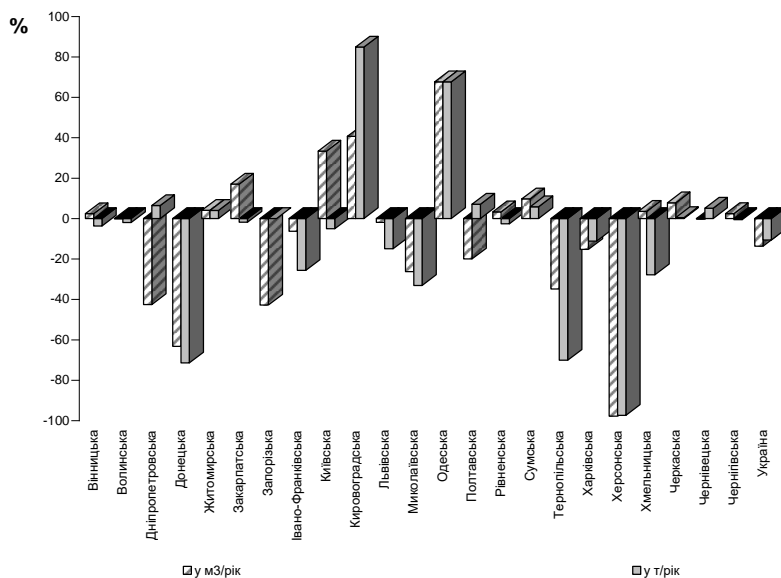


Рис. 7. Динаміка змін обсягів та маси зібраних ТПВ в умовах повномасштабного вторгнення РФ в Україну в 2023 р.

Дослідження змін у кількості зібраних ТПВ з початком повномасштабного вторгнення показало, що найбільш інтенсивний спад у кількості зібраних ТПВ характерний для Херсонської (-97%), Донецької (-63%) областей, території яких значною мірою окуповано або ведуться активні бойові дії. Суттєво знизилася кількість зібраних відходів у Дніпропетровській (-42% за об'ємом) та Тернопільській (-35 та -70%) областях. Натомість зросла кількість зібраних відходів в Одеській (на 67,7%), Кіровоградській (40,6 та 84,8%), Київській (33% за об'ємом) областях. В середньому в Україні об'єм зібраних відходів впав на 13,7%, а маса – на 10,7%. В загальному обсязі зібраних за 2023 р. ТПВ не враховані дані з Луганської області, понад 90% території якої окуповано.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Утворення відходів, зокрема й побутових, є важливим показником при розробці системи індикаторів для оцінки впливу на довкілля та формування системи управління відходами на різних рівнях – від національного до місцевого. Зокрема, відходоутворення – важливий параметр при розробці регіональних та місцевих планів управління відходами. Показано, що питомих відходоутворення відіграє важливу індикаторну роль серед інших показників, пов'язаних із утворенням та управлінням ТПВ. Наукове та практичне значення отриманих результатів полягає у всебічному аналізі даних з утворення ТПВ та синтезі нової інформації про зміни в генерації відходів.

Основним фактором, який визначає кількісні параметри утворення ТПВ, є рівень соціально-економічного розвитку країни: зі збільшенням добробуту зростає кількість утворених відходів. Країни з найвищим рівнем доходів характеризуються найбільшим питомим відходоутворенням, але значно

меншим прогнозованим ростом цього показника. Для України показано, що є певний зв'язок між ВВП та утворенням відходів, а також площею та кількістю місць захоронення.

У 2021 р. в Україні збиралося 1,244 м³/люди або 254 кг/люди, але утворювалося відходів щонайменше на 20% більше.

Аналіз первинної інформації щодо обсягів зібраних ТПВ по регіонах України показав певні недоліки, що ускладнюють науковий аналіз даних та впливають на отримані результати.

Відбувається збільшення утворення відходів. Так, за період 2011-2021 рр. маса зібраних ТПВ збільшилася на 9,8%, а об'єм – на 5,6%. Також зросли норми надання послуг з вивезення ТПВ по обласних центрах України – на 12%.

З часом ТПВ стали дещо щільнішими. Про це свідчить, зокрема, зменшення обсягів, але збільшення маси зібраних ТПВ протягом 2018-2021 рр.

Значні зміни відбулися із початком повномасштабного вторгнення РФ в Україну в 2022 р. По даним на 2023 р., об'єм зібраних відходів впав на 13,7%, а маса – на 10,7%. Найбільш інтенсивний спад, очікувано, спостерігався у східних областях. Проте дані зміни вимагають подальшого вивчення та порівняння з базовим 2021 р. Безумовно, в перспективі необхідна більш детальна оцінка змін, що відбулися в системі управління та поводження з ТПВ під впливом військових дій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Global Waste Management Outlook / by David C. Wilson. UNEP, 2015. 332 p.
2. Kaza Silpa, Yao Lisa C., Bhada-Tata Perinaz, Van Woerden Frank. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank, 2018. 271 p. doi:10.1596/978-1-4648
3. Collection of Municipal Solid waste in Developing Countries. UN-Habitat, 2010. 200 p.
4. Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>
5. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2021 рік. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zkhk/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-v-ukrayini-za-2021-rik/>
6. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2011 році. К. : Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. 2012. 258 с. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/05/U-2011-ROTSI.pdf>
7. Довкілля України 2011: статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики. 2012. 195 с. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_dov_zb.htm
8. Приходько В.Ю. Дослідження регіональних особливостей захоронення твердих побутових відходів в Україні. Вісник ХНУ, серія «Екологія». Вип. 21. 2019. С. 51-62.
9. Бездухов О.А. Кластерний підхід до дослідження динаміки накопичення і розподілу твердих побутових відходів (на прикладі Чернігівської області). Науковий Вісник Херсонського державного університету. Вип. 11. 2019. С. 81-87.
10. Особливості логістичних процесів транспортування комунальних відходів та відходів руйнації / Пацева І.Г., Валерко Р.А., Пацев І.С., Палій О.В. Екологічні науки. №5(50). 2023. С. 187-192. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.27>
11. Simulation modeling for predicting the formation of municipal waste / Viktoriia Khrutba, Tetiana Morozova, Iryna Kotsiuba, Volodymyr Shamrai. Mathematical Modeling and Simulation of System (2020). P. 24-35 / URL: https://www.researchgate.net/profile/Tetiana-Morozova/publication/343981023_Simulation_Modeling_for_Predicting_the_Formation_of_Municipal_Waste/links/5fece51b45851553a0099e1e/Simulation-Modeling-for-Predicting-the-Formation-of-Municipal-Waste.pdf

12. Березюк О.В. Математичне моделювання та прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні. Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві», №2. 2009. С. 88-91.
13. Приходько В.Ю., Сафранов Т.А. Дослідження сучасних змін утворення побутових відходів в регіонах України // Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. VIII Міжнародний конгрес. 16-18 жовтня 2024 р. Львів. С. 32.
14. Звіт про стан сфери управління побутовими відходами в Україні за 2023 рік. URL: <https://mtu.gov.ua/content/upravlinnya-pobutovimi-vidhodami.html> (дата звернення 7.11.2024).

Стаття надійшла до редакції 17.11.2024 і прийнята до друку після рецензування 30.01.2025

REFERENCES

1. Global Waste Management Outlook. (2015). UNEP. 332 p.
2. Kaza Silpa, Yao Lisa C., Bhada-Tata Perinaz, Van Woerden, Frank. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank. 271 p. doi:10.1596/978-1-4648
3. Collection of Municipal Solid waste in Developing Countries. (2010). UN-Habitat. 200 p.
4. Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>
5. Report on the state of municipal solid waste management in Ukraine for 2023. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymi-vidhodamy-v-ukrayini-za-2021-rik/> [in Ukrainian].
6. National report on the state of the environment in Ukraine in 2011. (2012). Kyiv: Ministry of ecology and natural resources of Ukraine. <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/05/U-2011-ROTSI.pdf> [in Ukrainian].
7. Environment of Ukraine 2011. (2012). Kyiv: State Statistics Service. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_dov_zb.htm [in Ukrainian].
8. Prykhodko, V. Yu. (2019). Regional features research of municipal solid waste disposal in Ukraine. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University*, 21, 51-62 <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2019-21-04> [in Ukrainian].
9. Bezdukhov, O.A. (2019). Cluster approach to studying the current state of accumulation and spatial distribution of solid household waste. *Scientific Bulletin of Kherson State University*, 11, 81-87. <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2019-11-11> [in Ukrainian].
10. Patseva, I., Valerko, R., Patsev, I. & Paliy, O. (2023). Peculiarities of logistics processes of transportation of utilities and ruination. *Environmental Sciences*, №5(50), 187-192. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.27> [in Ukrainian].
11. Viktoriia Khrutba, Tetiana Morozova, Iryna Kotsiuba & Volodymyr Shamrai (2020). Simulation modeling for predicting the formation of municipal waste. *Mathematical Modeling and Simulation of System*. https://www.researchgate.net/profile/Tetiana-Morozova/publication/343981023_Simulation_Modeling_for_Predicting_the_Formation_of_Municipal_Waste/links/5fece51b45851553a0099e1e/Simulation-Modeling-for-Predicting-the-Formation-of-Municipal-Waste.pdf
12. Bereziuk, O. (2009). Mathematical modelling and forecasting of solid waste generation and landfill and dumping area in Ukraine. *Modern technology, Materials and Design in Construction*, №2, 88-91 [in Ukrainian].
13. Prykhodko, V., Safranov, T. (2024). Study of current changes in municipal waste generation in the regions of Ukraine. *Sustainable development: environmental protection. Energy saving. Rational use of natural resources* [in Ukrainian].

14. Report on the state of household waste management in Ukraine for 2023. <https://mtu.gov.ua/content/upravlinnya-pobutovimi-vidhodami.html> (date of application 15.10.2024) [in Ukrainian].

The article was received 17.11.2024 and was accepted after revision 30.01.2025

Приходько Вероніка Юрїївна

к.геогр.н., доцент, доцент кафедри екології та охорони довкілля, Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Адреса робоча: вул. Львівська, 15, 65016 м. Одеса, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3854-6693> **e-mail:** vks26@ua.fm

Сафранов Тамерлан Абїсалович

д.г.-м.н., професор, професор кафедри екології та охорони довкілля, Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Адреса робоча: вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0928-5121> **e-mail:** safranov@ukr.net