

## ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 504.45

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2019-21-04>

**В. Ю. ПРИХОДЬКО**, канд. геогр. наук, доц.

*Одеський державний екологічний університет  
вул. Львовська, 15, м. Одеса, 65016, Україна*

e-mail: [uks26@ua.fm](mailto:uks26@ua.fm)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3854-6693>

### ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ

**Мета.** Аналіз сучасної ситуації із захороненням твердих побутових відходів на основі офіційної статистичної інформації, розробка набору показників-індикаторів та характеристика на їх основі особливостей захоронення відходів на регіональному рівні.

**Методи.** Статистичні методи аналізу інформації, в т.ч. метод багатовимірної статистичного аналізу – кластерний аналіз.

**Результати.** В основу розробки набору індикаторів ситуації із захороненням твердих побутових відходів на національному рівні покладена офіційна статистична інформація щодо утворення і захоронення твердих побутових відходів, а також послуг з вивезення відходів. Аналіз сформованої бази даних по регіонах України дозволив виявити окремі недоліки у первинній інформації та значну варіабельність даних. Перехід від абсолютних до питомих значень показників покладений в основу формування набору показників-індикаторів, що об'єднані у три блоки, які характеризують утворення та захоронення твердих побутових відходів (5 показників), місця захоронення твердих побутових відходів (12 показників) та соціально-економічні показники (3 показники). Для районування території України за ситуацією із захороненням твердих побутових відходів використано метод кластерного аналізу. Розраховані для 24 регіонів України значення індикаторів свідчать про значні регіональні відмінності. На основі вибраних 11 індикаторів проведено районування території України за ситуацією із захороненням твердих побутових відходів з виділенням чотирьох кластерів (нанесених на карту-схему України) та їх узагальнених характеристик.

**Висновки.** Для вирішення завдання міжрегіонального зіставлення і якісного аналізу інформації доцільно перейти від первинних даних щодо утворення і захоронення, а також надання послуг із вивезення твердих побутових відходів до похідних показників – індикаторів. В результаті отримано чотири кластери областей України з узагальненими характеристиками для кожної групи. За результатами кластеризації можна зробити висновок, що найгіршою ситуація є у Київській та Львівській областях. Найкраща ситуація із захороненням твердих побутових відходів (за сукупністю індикаторів) характерна для Волинської, Дніпропетровської, Кіровоградської, Одеської і Чернігівської областей.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** тверді побутові відходи, захоронення, індикатори, районування

**Przychodko V. Yu.**

*Odessa State Environmental University*

### REGIONAL FEATURES RESEARCH OF MUNICIPAL SOLID WASTE DISPOSAL IN UKRAINE

**Purpose.** Analysis of the current state with municipal solid waste disposal based on official statistical information, development of a set of indicators based on the characteristics of regional waste disposal.

**Methods.** Statistical information analysis methods, including method of multivariate statistical analysis - cluster analysis.

**Results.** The development of a set of waste disposal indicators at the national level is based on official

© Приходько В. Ю., 2019



[This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

statistical information on solid waste generation and disposal, as well as waste disposal services. The analysis of the developed database by regions of Ukraine revealed some deficiencies in the primary information and considerable variability of the data. The transition from absolute to specific values is the basis for a set of indicators formation combined into three blocks, which characterizing the generation and disposal of municipal solid waste (5 indicators), waste disposal sites (12 indicators) and socio-economic indicators (3 indicators). For the territory of Ukraine zoning by the situation with the municipal solid waste disposal the cluster analysis method were used. Indicators calculated for 24 regions of Ukraine indicate significant data variability. On the basis of 11 indicators, the zoning of the territory of Ukraine was conducted according to the situation with the municipal solid waste disposal with the definition of four clusters (drawing on the map-scheme of Ukraine) and their generalized characteristics.

**Conclusions.** In order to solve the problem of inter-regional comparison and qualitative analysis of information, it is advisable to move from the primary data on generation and disposal, as well as the provision of municipal solid waste removal services to derived means – indicators. As a result, four clusters of Ukraine regions with generalized characteristics for each group were obtained. According to the results of clustering, we can conclude that the worst situation is in Kyiv and Lviv regions. The best situation of municipal solid waste disposal (by a set of indicators) is in Volyn, Dnipropetrovsk, Kirovohrad, Odesa and Chernihiv regions.

**KEY WORDS:** municipal solid waste, waste disposal, indicators, zoning

**Приходько В. Ю.**

*Одесский государственный экологический университет*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В УКРАИНЕ**

**Цель.** Анализ современной ситуации по захоронению твердых бытовых отходов на основе официальной статистической информации, разработка набора показателей-индикаторов и характеристика на их основе особенностей захоронения отходов на региональном уровне.

**Методы.** Статистические методы анализа информации, в т.ч. метод многомерного статистического анализа – кластерный анализ.

**Результаты.** В основу разработки набора индикаторов ситуации по захоронению твердых бытовых отходов на национальном уровне положена официальная статистическая информация об образовании и захоронении твердых бытовых отходов, а также услуг по вывозу отходов. Анализ сформированной базы данных по регионам Украины позволил выявить отдельные недостатки в первичной информации и значительную вариабельность данных. Переход от абсолютных показателей к удельным значениям положен в основу формирования набора показателей-индикаторов, которые объединены в три блока показателей, описывающие образование и захоронение твердых бытовых отходов (5 показателей), места захоронения твердых бытовых отходов (12 показателей) и социально-экономические показатели (3 показателя). Для районирования территории Украины по ситуации с захоронением твердых бытовых отходов использовали метод кластерного анализа. Рассчитанные для 24 регионов Украины значения индикаторов свидетельствуют о значительных региональных различиях. На основе 11 индикаторов проведено районирование территории Украины по ситуации с захоронением твердых бытовых отходов с выделением четырех кластеров (нанесены на карту-схему Украины) и их обобщенных характеристик. **Выводы.** Для решения задачи межрегионального сопоставления и анализа информации целесообразно перейти от первичных данных об образовании и захоронении, а также о предоставлении услуг по вывозу твердых бытовых отходов к производным показателям – индикаторам. В результате получили четыре кластера областей Украины с обобщенными характеристиками для каждой группы. По результатам кластеризации можно сделать вывод, что наихудшая ситуация отмечается в Киевской и Львовской областях. Наилучшая ситуация с захоронением твердых бытовых отходов (по совокупности индикаторов) характерна для Волынской, Днепропетровской, Кировоградской, Одесской и Черниговской областей.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** твердые бытовые отходы, захоронение, индикаторы, районирование

### **Вступ**

Проблема пошуку найкращих стратегій управління та поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є однією з актуальних задач сучасного суспільства. Але на сьогодні основним методом поводження з ТПВ є захоронення на полігонах і звалищах. За даними доповіді «What's a waste. 2.0» [1], у всьому світі близько 37%

відходів захороняються на полігонах, 33% розміщено на звалищах, 19% перероблено завдяки рециклінгу і компостуванню, 11 % спалено із застосуванням сучасних технологій. При цьому майже 8% ТПВ захороняється на санітарних полігонах, які забезпечують максимальний захист навколишнього середовища від впливу відходів, 4% – на

контрольованих полігонах та 25% – на полігонах без визначення специфіки умов захоронення. В доповіді вказується, що ступінь застосування основних методів поводження з ТПВ залежить від соціально-економічного розвитку країни. Чим нижчий рівень доходу громадян та ВВП країни, тим більш розповсюджені дешеві технології поводження з ТПВ, а саме захоронення на відкритих звалищах.

Крім широкого поширення і переваги перед іншими методами поводження з ТПВ, негативні екологічні наслідки захоронення будуть посилюватися ще за однієї причини – збільшення кількості відходів, що утворюються. Це пов'язане не тільки з ростом населення планети, а й зі збільшенням питомого відходоутворення. Наприклад, за даними доповіді «What's a waste» 2012 року, у 1992 р. міське населення світу утворювало 0,64 кг/добу на 1 людину або 0,68 млрд. т ТПВ за рік. У 2012 р. ці показники зросли відповідно до 1,2 кг/добу на 1 людину або 1,3 млрд. т ТПВ за рік. Очікується, що у 2025 р. рівень утворення ТПВ міським населенням складе 1,42 кг/добу на 1 людину та 2,2 млрд. т ТПВ за рік. Що стосується України, то авторські підрахунки на основі довідкових даних за період 1926-2018 рр. показали, що питоме утворення ТПВ виросло в 3,5 рази за обсягом і в 1,4 рази за масою (наприклад, у [3]). Очевидно, що зростання обсягів утворення ТПВ та домінування захоронення призводить до збільшення кількості і площі місць захоронення. Так, за період 1998-2018 рр. кількість місць захоронення в Україні зросла у 8,7 разів, за період з 2003-2018 рр. площа зростала в 1,7 рази.

За даними Міністерства розвитку громад та територій України (далі – Мінрегіон), в Україні за 2018 рік (без урахування даних АР Крим та м. Севастополь) утворилось майже 54 млн. м<sup>3</sup> побутових відходів, або понад 9 млн. тонн, 94% з яких захороняються на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею понад 9 тис. га [2]. До цього необхідно додати 26 тис. стихійних звалищ загальною площею біля 0,75 тис. га, виникнення яких, очевидно, пов'язане з відсутністю централізованого вивозу ТПВ (22% населення країни не охоплено послугами із вивезення ТПВ).

Поточна ситуація в сфері ТПВ в Україні може бути охарактеризована наступним чином [3]:

- для більшості населених пунктів, охоплених системою збору та вивезення відходів, характерний валовий збір без поділу на складові, а збір вторинної сировини здійснюється через пункти прийому вторсировини, що здебільшого відносяться до «сірого сектору» поводження з ТПВ (за даними Мінрегіону з 2009 по 2019 рр. кількість населених пунктів, де впроваджене роздільне збирання збільшилася з 53 до 1462, а це фактично 5% населених пунктів України);

- відбувається неухильне збільшення норм накопичення ТПВ під впливом змін у споживанні і рівні соціально-економічного розвитку;

- інформація про кількісні та якісні характеристики потоку відходів відсутня або позбавлена якісного сенсу, інформації про вплив місць об'єктів з видалення ТПВ на НПС також недостатньо;

- основним фактором у виборі методу поводження з ТПВ є вартість: найбільш дешевим способом є захоронення ТПВ, тим більше нелегальне;

- існуючі полігони ТПВ почали свою історію з 80-90-х років ХХ століття і були розраховані на 15-20 років експлуатації. Це означає, що сьогодні такі полігони повинні бути закриті і рекультивовані, проте вони продовжують роботу в умовах значного перевищення ємності й через відсутність альтернативних місць захоронення і способів поводження з ТПВ;

- посилення протиріч в системі «нарколішне середовище - відходи» та криза у вирішенні «смітєвої» проблеми особливо характерна для міських агломерацій, однак вони повинні стати першими об'єктами для переходу на іншу модель системи управління та поводження з ТПВ.

Одним із завдань прийнятої у 2017 р. Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року [4] є збільшення рівня перероблення ТПВ до 15% (у 2023 році) та 50% (у 2030 році) та відмова від великої кількості існуючих сміттєзвалищ і полігонів з одночасним запуском нових регіональних полігонів. Розробка регіональних планів управління відходами передбачає інвентаризацію існуючих полігонів і

звалищ та перехід на регіональні полігони (об'єкти обробки відходів). Решта має бути закрита екологічно безпечним способом. Попри значні реформи у законодавчій сфері, ми вважаємо, що захоронення залишиться основним методом поводження з ТПВ на тривалий період, отже, місця та об'єкти захоронення ТПВ залишатимуться джерелами негативного впливу на довкілля. Все це обумовлює актуальність досліджень сучасного стану захоронення ТПВ та використання земель під місця видалення відходів. Представлене дослідження є логічним про-

довженням попередніх досліджень автора з даної тематики, основні результати яких представлені у роботах [5-10]. Прикладними результатами є районування території Одеської [5, 6] та Вінницької [8] областей за ситуацією з ТПВ, зокрема, використанням земель для захоронення.

Метою даної статті є аналіз сучасної ситуації із захороненням ТПВ на основі офіційної статистичної інформації, розробка набору показників-індикаторів та характеристика на їх основі особливостей захоронення ТПВ на регіональному рівні.

### Результати дослідження

В роботі використані методи статистичного аналізу інформації, в т.ч. метод багатомірного статистичного аналізу – кластерний аналіз. Об'єктом дослідження є захоронення ТПВ в Україні, предмет дослідження – аналіз сучасної ситуації із захоронення ТПВ в регіонах України на основі офіційної статистичної інформації та розробленого набору показників-індикаторів.

Комплексні екологічні дослідження проблеми відходів на національному та регіональному рівнях територіальної організації мають базуватися на моделі формування екологічної ситуації – це може бути PSR-модель і DPSIR-модель [7]. Такі моделі стають основою для розробки набору індикаторів, що дозволяють охарактеризувати систему і її компоненти. Індикатор - це параметр або характеристика, на підставі якої

можна судити про стан або зміну певного явища або процесу вищого рівня. Розробка набору індикаторів ситуації із захороненням ТПВ має ґрунтуватися на принципах універсальності та співставності наявної інформації. Тому вихідними показниками для розробки набору індикаторів мають бути масиви офіційної статистичної інформації, наприклад, дані Мінрегіону або Державної служби статистики. Сформуємо базу даних з ТПВ по регіонах України за даними Мінрегіону. Виділимо три блоки показників (табл. 1).

За наведеним набором показників (табл. 1), нами сформована база даних по регіонах України за 2018 р. [2], яка є вихідною для проведення дослідження. Аналіз цих даних по регіонах України за 2018 р. дозволив виявити деякі проблемні моменти,

Таблиця 1

Набір вихідної інформації про утворення та захоронення ТПВ в Україні

Блок 1 «Дані про утворення та захоронення ТПВ»	Блок 2 «Дані про місця захоронення ТПВ»	Блок 3 «Дані про послуги з вивезення та захоронення ТПВ»
1.1 Обсяги збирання ТПВ (м <sup>3</sup> , т); 1.2 Обсяги захоронення: всього і за поточний рік (м <sup>3</sup> , т); 1.3 Норма надання послуг з вивезення ТПВ.	2.1 Загальна кількість місць захоронення; 2.2 Загальна площа місць захоронення; 2.3 Перевантажені полігони (2.3.1 – кількість; 2.3.2 – площа) 2.4 Полігони, які не відповідають нормам екологічної безпеки: (2.4.1 – кількість, 2.4.2 – площа); 2.5 Потреба у нових полігонах (2.5.1 – кількість, 2.5.2 – площа); 2.6 Закриті звалища (2.6.1 – кількість, 2.6.2 – площа); 2.7 Несанкціоновані звалища (2.7.1 – кількість, 2.7.2 – площа; 2.7.3 – обсяги захоронених відходів).	3.1 Охоплення населення послугами з вивезення ТПВ, %; 3.2 Середній затверджений тариф на поводження з відходами (грн./м <sup>3</sup> ); 3.3 Середній затверджений тариф на захоронення ТПВ ((грн./м <sup>3</sup> ).

які ускладнюють подальше використання інформації:

- для Житомирської, Одеської та Чернівецької областей вказана маса зібраних відходів, очевидно, є на порядок меншою, аніж фактично (за перевірочним розрахунком щільності ТПВ). До того ж, вказано, що в Одеській області зібрано 152439,31 т ТПВ у 2018 р., тоді як є офіційні дані щодо 922000 т ТПВ у 2016 р., що у 6 разів більше. За даними проекту Регіонального плану управління відходами у Вінницькій області маса ТПВ за 2018 р. склала 472251 т, а за даними Мінрегіону – 239079,07 т, що майже в 2 рази менше;

- при порівнянні даних за 2013 та 2018 рр. з'ясувалося, що для Миколаївської та Черкаської областей дані щодо кількості і площі полігонів і сміттєзвалищ не змінилися, показник площі не змінився у Вінницькій та Тернопільській областях.

- у Вінницькій, Волинській, Рівненській, Херсонській, Хмельницькій та Чернівецькій областях відсутні полігони, що не відповідають нормам екологічної безпеки. Навпаки, у Львівській області таких полігонів 100%. Можливо, це пов'язане з невизначеністю терміну «полігони, що не відповідають нормам екологічної безпеки».

Наведені окремі факти свідчать про певні проблеми використання офіційної інформації для аналізу ситуації з утворенням і захороненням ТПВ.

Однак наведені у табл. 1 показники – це основні дані, на основі яких можна сформулювати набори індикаторів. Для цього слід перейти до питомих або похідних показників, які дозволять отримати нову характеристику ситуації та провести міжрегіональні порівняння. При формуванні наведеного нижче набору індикаторів скористалися результатами попередніх досліджень [6, 9, 10].

Блок індикаторів утворення та захоронення ТПВ: а) частка захоронених у поточному році відходів у загальному обсязі (масі) захоронених відходів; б) питома збирання ТПВ ( $m^3$  або в т на 1 людину); в) питома захоронення ТПВ ( $m^3$  або в т на 1 людину); г) модуль навантаження ТПВ – маса захоронених ТПВ на  $1 km^2$  площі, у т.ч. на несанкціонованих звалищах; д) питома захоронення ТПВ на несанкціонованих звалищах.

Блок індикаторів місць захоронення ТПВ: а) частка площі регіону, зайнята міс-

цями захоронення ТПВ; б) питома кількість місць захоронення на 100 тис. населення; в) середня площа одного полігону; г) частка полігонів, що не відповідають нормам (перевантажені, не паспортизовані тощо); д) відносна кількість несанкціонованих звалищ; е) відносна площа несанкціонованих звалищ до площі місць захоронення (у %); є) динаміка зміни загальної площі місць захоронення; ж) динаміка зміни загальної кількості місць захоронення.

Блок соціально-економічних показників захоронення ТПВ: а) охоплення населення послугами зі збирання ТПВ; б) середній тариф на захоронення; в) питома вага тарифу на захоронення у загальному тарифі на поводження з ТПВ для населення.

Розрахуємо наведені вище індикатори за даними Мінрегіону за 2018 рік [1] для регіонів України (табл. 2-4). При розрахунках показників для Донецької і Луганської областей враховувати площі цих областей за винятком тимчасово окупованих територій. Дані національного рівня – це середнє або сумарне значення для всій території України.

На основі аналізу отриманих значень індикаторів зробимо деякі узагальнення. Частка захоронених у 2018 р. ТПВ у загальному обсязі захоронених відходів в середньому склала 3,62%, змінюючись від 0,66% (Львівська область) до 48,85% (Одеська область) (табл. 2). Очевидно, що це індикатор, який показує наповненість даних. Припускаємо, що великі значення для Одеської області пов'язані з недообліком захоронення ТПВ за попередні роки. Середнє для України значення індикатора показує, що накопичення існуючого обсягу ТПВ відбувалося протягом щонайменше 28 років.

На основі розрахунків питомих збирання ТПВ визначили, що в середньому в Україні на 1 людину припадає  $1,28 m^3$  або  $0,17 t$  зібраних ТПВ, що нижче, наприклад, річної норми утворення ТПВ за ДБН Б.2.2-12-2018 –  $0,3-0,35 t/люд.$  або  $1,8-2,5 m^3/люд.$  (навіть при врахуванні того факту, що це розраховано за обсягом ТПВ від 78% населення).

Окремо розглянемо такий похідний показник, як питома захоронення ТПВ – кількість ТПВ ( $m^3$ , т), що захоронена на 1 га території сміттєзвалищ та полігонів. Обчислені значення представимо у вигляді гістограм (рис. 1 а і б). Зазначимо, що у випадку

Таблиця 2

Результати розрахунку індикаторів утворення та захоронення ТПВ

Значення показників	Частка захоронених у 2018 році відходів у загальному обсязі захоронених відходів, %	Питоме збирання ТПВ		Питоме захоронення ТПВ		Модуль навантаження ТПВ, т/км <sup>2</sup>		Питоме захоронення ТПВ на несанкціонованих звалищах, тис. м <sup>3</sup> /га
		м <sup>3</sup> /люд	т/люд	м <sup>3</sup> /люд	т/люд	всього	за 2018	
Максимальне	48,85 (Одеська обл.)	2,56 (Одеська обл.)	0,33 (Тернопіл. обл.)	228,861 (Львівська обл.)	25,69 (Київська обл.)	1614,34 (Донецька обл.)	48,36 (Донецька обл.)	9,965 (Львівська обл.)
Мінімальне	0,66 (Львівська обл.)	0,29 (Луганська обл.)	0,14 (Дніпропетр. обл.)	5,244 (Одеська обл.)	1,078 (Чернівецька обл.)	17,425 (Сумська обл.)	3,161 (Чернівецька обл.)	0,058 (Кіровоград. обл.)
Національний рівень	3,62	1,28	0,17	32,742	5,395	406,406	17,982	0,671

Таблиця 3

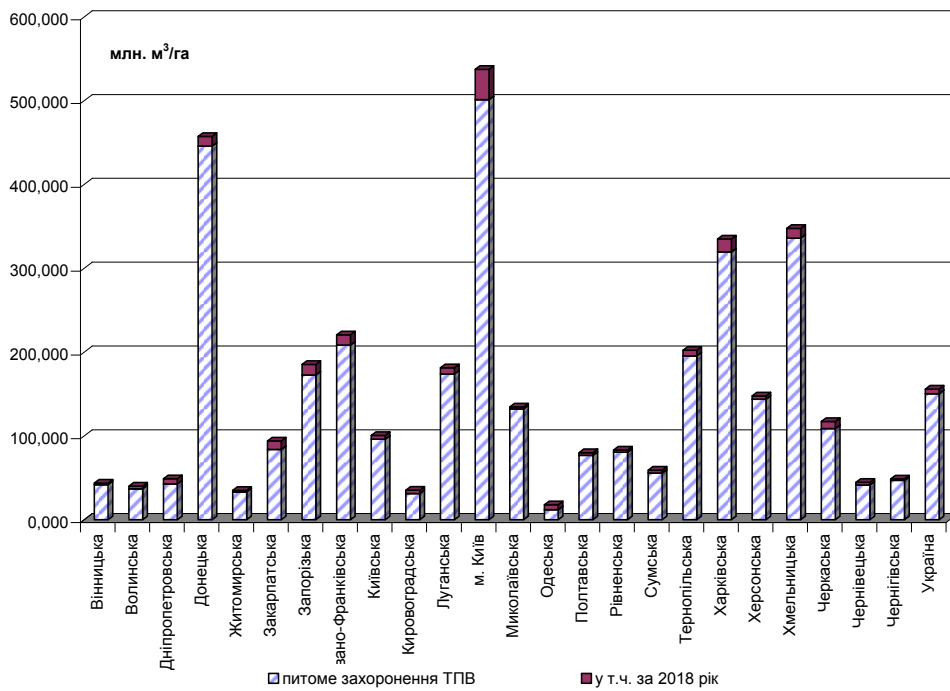
Результати розрахунку індикаторів місць захоронення ТПВ

Значення показників	Частка площі регіону, зайнята місцями захоронення ТПВ, %	Питома кількість місць захоронення, шт./100 тис. населення	Середня площа одного полігону, га	Частка полігонів, що не відповідають нормам, %		Несанкціоновані сміттєзвалища		Динаміка 2013-2018 рр.	
				Перевантажені	Не відповідають нормам екологічної безпеки	Відносна кількість	Відносна площа, %	Кількість	Площа
Максимальне	0,0287 (Дніпропетровська обл.)	66 (Чернігівська обл.)	7,78 (Львівська обл.)	55 (Львівська обл.)	100 (Львівська обл.)	69,59 (Київська обл.)	60 (Київська обл.)	-651 (Львівська обл.)	-505,43 (Львівська обл.)
Мінімальне	0,0055 (Івано-Франківська обл.)	1 (Донецька, Івано-Франківська, Луганська, Львівська обл.)	0,79 (Волинська обл.)	0 (Луганська обл.)	0 (Вінницька, Волинська, Рівненська, Херсонська, Хмельницька та Чернівецька обл.)	0,56 (Чернівецька обл.)	0,52 (Вінницька обл.)	457 (Волинська обл.)	312 (Волинська обл.)
Національний рівень	0,0164	14	1,50	4,2	16,1	4,36	8,14	-434	-840,26

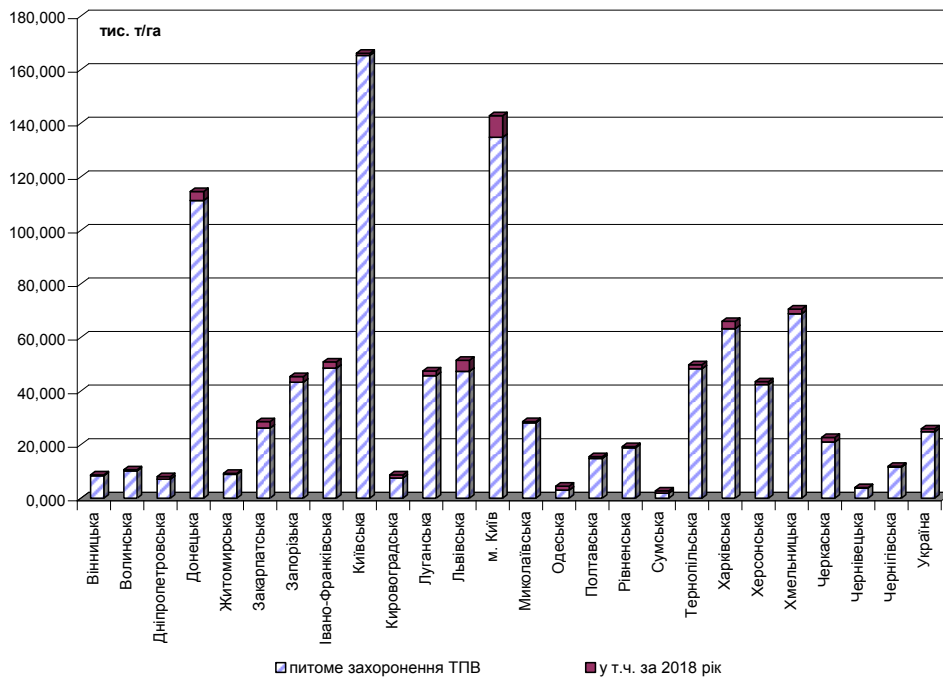
Таблиця 4

Результати розрахунку соціально-економічних показників захоронення ТПВ

Значення показників	Охоплення населення послугами зі збирання ТПВ, %	Середній тариф на захоронення, грн./м <sup>3</sup>	Питома вага тарифу на захоронення у загальному тарифі на поводження з ТПВ для населення, %
Максимальне	95 (Миколаївська обл.)	61,28 (Харківська обл.)	79 (Харківська обл.)
Мінімальне	61 (Волинська обл.)	6,54 (Чернівецька обл.)	8,7 (Чернівецька обл.)
Національний рівень	77,71	21,19	24,3



а



б

Рис. 2 – Питоме захоронення ТПВ по регіонах України (дані за 2018 р.).

побудови гістограми (а) не вказана Львівська область, оскільки отримані значення значно перевищують середні показники по Україні і не дають змоги наглядно зобразити зміни показників для решти регіонів України.

Як бачимо, регіони України характеризуються різними значеннями питомого захоронення ТПВ. Коефіцієнт варіації питомого захоронення ТПВ за об'ємом склав 0,393, за масою – 0,935, що свідчить про значну неоднорідність вибірок даних. В се-

редньому, 3% від загального об'єму заховоронених ТПВ припадає на 2018 рік, 4% – у випадку маси ТПВ.

Найбільше значення модулю навантаження ТПВ характерне для Донецької області – 1614,34 т/км<sup>2</sup> – та Київської області – 1575,52 т/км<sup>2</sup>. Ці значення перевищують середнє по Україні у 3,8-4,0 рази. Якщо проаналізувати значення модулю навантаження ТПВ за 2018 р., то лідерами є Донецька (48,36 т/км<sup>2</sup>) та Одеська (45,76 т/км<sup>2</sup>) області, що перевищує середнє значення в 2,5-2,7 рази.

Питома кількість місць захоронення нерівномірно розподілена по регіонах України (коефіцієнт кореляції склав 0,90), що може свідчити про недооблік в окремих регіонах. За показником середньої площі одного полігону ТПВ лідерами є Київська і Львівська області з перевищенням майже у 2 рази середньої величини площі полігону в Україні.

При визначенні часток полігонів, які не відповідають нормам екологічної безпеки або перевантажені, очевидно, має місце недооблік, можливо, пов'язаний з відсутністю чіткого визначення «перевантажений полігон» та «полігон, що не відповідає нормам екологічної безпеки».

Відносна кількість несанкціонованих сміттєзвалищ склала 4,36, тобто їх кількість на 2018 р. перевищує у 4,36 рази загальну кількість звалищ і полігонів в Україні. Найбільше перевищення – майже у 70 разів – спостерігалось у Київській області. Найменше співвідношення між несанкціонованими сміттєзвалищами та «офіційними» склало 0,56 у Чернівецькій області – тобто їх менше, аніж «офіційних», майже у 2 рази. Ще у двох регіонах – Полтавській та Житомирській області кількість несанкціонованих сміттєзвалищ була нижчою за загальну кількість сміттєзвалищ і полігонів (значення показника <1).

В середньому по Україні відносна площа несанкціонованих сміттєзвалищ склала 8,14% від загальної площі «офіційних» місць захоронення. Найбільш «суттєвою» по відношенню до загальної площі місць захоронення є площа несанкціонованих сміттєзвалищ у Київській області (60%), найменше співвідношення між цими категоріями місць захоронення характерне для Вінницької області – 0,52%.

Динаміка зміни кількості і площі розглянута для п'ятирічного періоду 2013-2018 рр. (без урахування даних для АР Крим). За цей період кількість полігонів та сміттєзвалищ в Україні скоротилась на 434 одиниці, причому найбільше у Львівській області – на 651. За період 2013-2018 рр. кількість місць захоронення збільшилась у Волинській (найбільше – 457), Запорізькій, Кіровоградській, Одеській, Полтавській, Рівненській областях. Загальна площа місць захоронення ТПВ за період 2013-2018 рр. скоротилась на 840 га, найбільше у Львівській області – на 505 га. Є регіони, де площа місць захоронення збільшилась – Волинська (найбільше значення - 312 га), Дніпропетровська, Кіровоградська, Одеська, Полтавська, Рівненська, Хмельницька, Чернігівська. За період 2013-2018 рр. не змінилися дані для Черкаської та Миколаївської областей, що свідчить про проблему даних.

*Районування території України за ситуацією із захороненням ТПВ.* Для вирішення завдання районування території України за набором показників, що описують ситуацію із захороненням ТПВ, на основі об'єднання областей у характерні групи, нами використаний метод багатомірного статистичного аналізу – кластерний аналіз. Попередні результати досліджень, присвячених районуванню територій Одеської та Вінницької областей за ситуацією із ТПВ, представлені у роботах [5, 6, 8, 9].

В якості змінних для районування території України з використанням кластерного аналізу з набору індикаторів (табл. 2-4) нами вибрані такі:

- питоме захоронення ТПВ, т/люд.;
- модуль навантаження ТПВ, т/км<sup>2</sup>;
- питоме захоронення ТПВ на несанкціонованих звалищах, тис. м<sup>3</sup>/га;
- частка площі регіону, зайнята місцями захоронення ТПВ, %;
- питома кількість місць захоронення, од. на 100 тис. населення;
- частка перевантажених полігонів, %;
- динаміка зміни кількості полігонів за 2013-2018 рр.;
- охоплення населення послугами зі збирання ТПВ, %;
- середній тариф на захоронення, грн./м<sup>3</sup>;

Реалізація алгоритму виконана з використанням пакету прикладних програм



Statistica 7.0. Метод кластеризації – k-середніх. При обробці масиву даних була використана заміна відсутніх даних середніми значеннями. Задана кількість кластерів – 4. При такій заданій кількості кластерів спостерігаються найкращі результати

об'єднання у групи зі значущою різницею між отриманими кластерами за показниками, що використані у якості змінних.

Характеристики отриманих кластерів представлені у табл.5.

**Таблиця 5**  
**Результати кластеризації регіонів України за показниками, що описують захоронення ТПВ (2018 р.)**

Характеристика	Кластер			
	1	2	3	4
Склад кластеру	Вінницька Донецька Миколаївська Полтавська Рівненська Чернівецька	Закарпатська Запорізька Івано- Франківська Луганська Сумська Тернопільська Харківська Херсонська Хмельницька Черкаська	Волинська Дніпропетровська Кіровоградська Одеська Чернігівська	Київська Львівська
Середні значення показників				
Питоме захоронення ТПВ, т/люд.	6,2375	4,3072	3,8774	13,9945
Модуль навантаження ТПВ, т/км <sup>2</sup>	538,3403	294,029	181,5158	956,4015
Питоме захоронення ТПВ на несанкціонованих звалищах, тис. М <sup>3</sup> /га	0,869	0,521	0,256	5,262
Частка площі регіону, зайнята місцями захоронення ТПВ, %	0,0223	0,0075	0,0245	0,0083
Питома кількість місць захоронення, од. На 100 тис. Населення	28,8	4,9	38	1,5
Частка перевантажених полігонів, %	1,7	11,1	3,66	43,7
Динаміка зміни кількості полігонів за 2013-2018 рр.	30,33	-65	144,2	-501
Охоплення населення послугами зі збирання ТПВ, %	83,88	76,905	65,2	89,5
Середній тариф на захоронення, грн./м <sup>3</sup>	15,728	33,238	26,53	39,095

Найгірша ситуація із захороненням ТПВ характерна для 4-ї групи – Львівська і Київська області. Тут спостерігаються найвищі значення питомого захоронення ТПВ, в т.ч. і на несанкціонованих звалищах. Значення модулю техногенного навантаження також найвище серед груп. Також для цієї групи характерний найвищий відсоток тери-

торії, зайнятий місцями захоронення ТПВ. Хоча питома кількість місць захоронення є найнижчою серед груп, це свідчить про те, що місця захоронення є доволі крупними об'єктами (необхідно згадати, що для цих областей характерні найбільші значення середньої площі одного полігону). До того ж, в цій групі спостерігається найвищий від-

соток перевантажених полігонів. За рахунок найбільшого серед регіонів України зменшення кількості полігонів у Львівській області за період 2013-2018 рр., група виділяється значною динамікою скорочення кількості місць захоронення. Але необхідно з'ясувати причини такого значного скорочення кількості місць захоронення, які, можливо, пов'язані із обліком. Група також характеризується найбільшим охопленням населення послугами з вивезення ТПВ та тарифом на захоронення.

Розглянемо третю групу областей – Волинська, Дніпропетровська, Кіровоградська, Одеська і Чернігівська. Ця група характеризується найнижчими значеннями питомого захоронення ТПВ, в т.ч. і на несанкціонованих звалищах, а також модулю навантаження ТПВ. Проте тут найвища питома кількість місць захоронення та динаміка зміни кількості місць захоронення за 2013-2018 рр. Хоча за значенням показника частки регіону, зайнятої місцями захоронення, можна зробити висновок, що ці об'єкти порівняно невеликі за площею (за показником середньої площі одного полігону – на рівні національних значень). Перевантажених полігонів небагато (3,7%). Для групи характерний найнижчий відсоток охоплення населення послугами з вивезення ТПВ.

Найбільша група за кількістю областей – 2, охоплює Закарпатську, Запорізьку,

Івано-Франківську, Луганську, Сумську, Тернопільську, Харківську, Херсонську, Хмельницьку та Черкаську області. Група характеризується порівняно невисокими значеннями питомого захоронення ТПВ а також модулю навантаження ТПВ. Для групи характерна найнижча частка площі, зайнята місцями захоронення, до того ж, питома кількість цих місць є невисокою, а динаміка зміни кількості місць захоронення за період 2013-2018 рр. є від'ємною. Охоплення населення послугами з вивезення ТПВ є середнім по Україні – 77%. Тариф на захоронення доволі високий – 33,24 грн./м<sup>3</sup>.

Перша група, що охоплює Вінницьку, Донецьку, Миколаївську, Полтавську, Рівненську та Чернівецьку області, обіймає другу ступень за такими показниками, як питома кількість місць захоронення ТПВ, в т.ч. і на несанкціонованих звалищах, значення модулю техногенного навантаження, частка площі регіону, зайнята місцями захоронення та питома кількість місць захоронення. Але частка перевантажених полігонів найменша серед розглядуваних груп. Тариф на захоронення також найнижчий. Динаміка зміни кількості місць захоронення за період 2013-2018 рр. позитивна, охоплення населення послугами з вивезення ТПВ вище за середнє по Україні.

Результати районування представлені на карті-схемі (рис. 3).

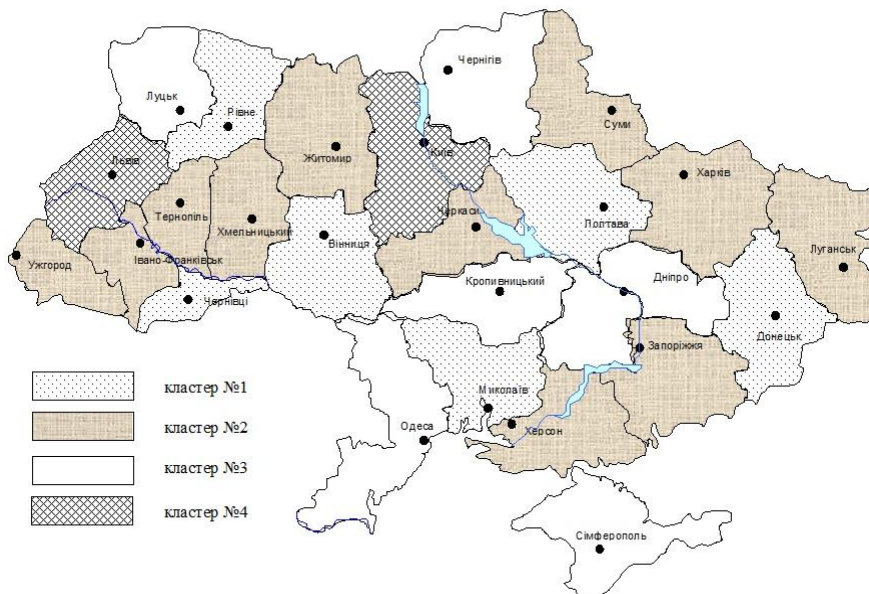


Рис. 3 – Районування території України за ситуацією із захороненням ТПВ (на основі даних за 2018 р.).

## Висновки

На основі первинних даних щодо утворення і захоронення, а також надання послуг із вивезення ТПВ доцільно перейти до похідних показників – індикаторів, які дозволяють зробити міжрегіональні зіставлення та найбільш повно інтерпретувати первинні дані. Нами сформовані блоки показників, що описують утворення та захоронення ТПВ (5 показників), місця захоронення ТПВ (12 показників) та соціально-економічні показники (3 показники). Проаналізувавши отриману базу первинних даних щодо показників утворення і захоронення ТПВ по регіонах України, дійшли висновку про їх значну. Виявили, що є окремі недоліки у первинній інформації, що ускладнює її використання. На основі розрахованих показників-індикаторів виявлені

деякі особливості ситуації із захороненням ТПВ. Можна відмітити, що для переважної більшості показників зберігається така тенденція: найбільші за площею регіони характеризуються найвищими значеннями індикаторів. Для районування території України за ситуацією із захороненням ТПВ використали метод кластерного аналізу. В результаті отримали чотири кластери областей України з узагальненими характеристиками для кожної групи. За результатами кластеризації можна зробити висновок, що найгіршою ситуація є у кластері 4 – Київська та Львівська області. Найкраща ситуація із захороненням ТПВ (за сукупністю показників) характерна для 3 групи (Волинська, Дніпропетровська, Кіровоградська, Одеська і Чернігівська області).

## Література

1. Silpa Kaza, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata and Frank Van Woerden What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. WBG, 2018. 295 p.
2. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2018 рік. URL: <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-vidhodami-v-ukrayini-za-2018-rik/> (дата звернення 20.11.2019)
3. Приходько В. Ю. Анализ и перспективы проблемы твердых бытовых отходов . *Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды*: материалы IV междунар. научно-практ. конф. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины. 2018. С.129-133.
4. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року (схвалено розпорядженням КМУ від 08.11.2017 р. за № 820-р). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80> (дата звернення 27.10.2019 р.).
5. Сафранов Т. А., Приходько В. Ю., Шаніна Т. П. Проблема розміщення відходів на звалищах та полігонах Одеської області. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2016. Вип. 14. С. 83-90.
6. Приходько В. Ю. Особливості застосування методу зважених балів для районування території за використанням земель для видалення твердих побутових відходів (на прикладі Одеської області). *Фізична географія та геоморфологія*. 2016. № 3(83). С. 71-76
7. Приходько В. Ю. Комплексные экологические исследования проблемы отходов на региональном уровне. *Географические аспекты устойчивого развития регионов* : материалы II междунар. научно-практ. конф., Гомель, 23-24 марта 2017 г. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. С. 102-106.
8. Приходько В. Ю., Просянюк І. О. Особливості використання земель для захоронення твердих побутових відходів у Вінницькій області. *Вестник Гидрометцентра Чёрного и Азовского морей*. 2017. № 1 (20). С. 154-161.
9. Приходько В. Ю. Характеристика ситуации с твердыми бытовыми отходами на основе эколого-географического анализа. *География в современном мире: вековой прогресс и новые приоритеты* : материалы междунар. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Санкт-Петербург. 2018. С.516-519
10. Приходько В. Ю., Осинівська В. Я. Обґрунтування набору показників для характеристики ситуації з твердими побутовими відходами на регіональному рівні. *Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції*: наук. праці національного наукового круглого столу та II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Харків, 26 квітня 2019 р.). С. 64-68.

### References

1. Silpa Kaza, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata and Frank Van Woerden. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. WBG.
2. The state of municipal solid waste management in Ukraine by 2018. (2019). Retrieved from <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zkh/terretory/stan-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-vidhodami-v-ukrayini-za-2018-rik/> (In Ukrainian).
3. Prykhodko, V. Ju. (2018). The analysis and prospects of municipal solid waste problem. *Transboundary cooperation in the field of environmental safety and environmental protection, IVth International scientific and practical conference, Gomel*, 129-133. (In Russian).
4. The national Strategy of waste management in Ukraine by 2030. (2017). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80> (In Ukrainian).
5. Safranov, T. A., Prykhodko, V. Yu., Shanina, T. P. (2016). The waste deployment of the rubbish dumps and polygons in Odessa oblast. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv national university series "Ecology"*, 14, 83-90. (In Ukrainian).
6. Prykhodko, V. Yu. (2016). Features of applying the method of weighted scores for zoning by land use for municipal solid waste removal (on the example of Odessa region). *Physical geography and geomorphology*, 3(83), 71-76. (In Ukrainian).
7. Prykhodko, V. Yu. (2017). The complex environmental researches of waste problem at regional level. *Geographical Aspects of Sustainable Development of Regions, II International Scientific and Practical Conference, Gomel*, 102-106. (In Russian).
8. Prykhodko, V. Yu., Prosyanyuk, I. O. (2017). Special features of land use for municipal solid waste disposal in Vinnytsia oblast. *Bulletin of Hydrometeorological Center of the Black and Azov Seas*, 1(20), 154-161. (In Ukrainian).
9. Prykhodko, V. Yu. (2018). The characteristic of municipal solid waste situation based on environment-geographical analysis. *Geography in the modern world: century-old progress and new priorities, international scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists*, 516-519. (In Ukrainian).
10. Prykhodko, V. Yu., Osinovska V. Ya. (2019). The development a set of indicators for characteristics the situation of municipal solid waste disposal. *Environmental Security: Current Issues and Proposals: national scientific round table and II All-Ukrainian scientific-practical conference*, 64-68. (In Ukrainian).

Надійшла до редколегії 17.10.2019

Прийнята 20.12.2019