

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»



ЕКОЛОГІЯ. ДОВКІЛЛЯ.
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ - 2025
Колективна монографія

ПОЛТАВА 2025

УДК 502.174; 504.062

КОМПЛЕКСНИЙ МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Ілляш О. Е., кандидат технічних наук, доцент, **Бредун В. І.**,
кандидат технічних наук, доцент, **Серга Т. М.**, аспірантка

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка», Україна*

A COMPREHENSIVE METHODOLOGICAL APPROACH TO DETERMINING THE MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF HOUSEHOLD WASTE

Plyash O.E., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Bredun V.I., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Serga T.M., PhD student

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»,
Ukraine*

Анотація. При розробленні регіональних систем управління твердими побутовими відходами одним із важливих етапів є дослідження їх ресурсного та енергетичного потенціалу. Цінність відходів як сировинного та енергетичного ресурсу визначається перш за все їх морфологічним складом. Процедура дослідження морфологічного складу відходів чітко регламентована державними нормативними актами. Але європейські та українські нормативні акти мають доволі суттєві відмінності. Європейські методика є більш деталізованими, а це з точки зору визначення ресурсного та енергетичного потенціалу відходів є безумовною перевагою. В даній роботі наведено приклад поєднання української та австрійської методик визначення морфологічного складу твердих побутових відходів на прикладі досліджень, проведених у селищі міського типу Котельва Полтавської області. Результати натурних досліджень (сортувальних аналізів) із застосуванням українського та австрійського методологічного підходу дозволив сформулювати концептуальні принципи визначення складу твердих побутових відходів для населених пунктів селищно-сільського типу та довів обґрунтованість застосування комплексного методологічного підходу.

Ключові слова: морфологічний склад, тверді побутові відходи, методика, європейський досвід, громада, ресурсний потенціал, енергетичний потенціал.

Abstract. When developing regional solid waste management systems, one of the important stages is the study of their resource and energy potential. The value of waste

as a raw material and energy resource is determined primarily by its morphological composition. The procedure for studying the morphological composition of waste is clearly regulated by state regulations. But European and Ukrainian regulations have quite significant differences. European methods are more detailed. And this is an absolute advantage from the point of view of determining the resource and energy potential of waste. This work provides an example of combining Ukrainian and Austrian methods for determining the morphological composition of solid waste on the example of research conducted in the urban-type settlement of Kotelva, Poltava region. The results of field studies (sorting analyses) using the Ukrainian and Austrian methodological approach allowed us to formulate conceptual principles for determining the composition of solid household waste for settlements of the rural type and proved the validity of the use of a comprehensive methodological approach.

Keyword: *morphological composition, solid household waste, methodology, European experience, community, resource potential, energy potential.*

Питання національної безпеки, зокрема її складових енергетичної та екологічної безпеки, набувають всі більшої важливості в умовах воєнного часу й залишаються вагомими у найближчі десятиліття у період відновлення України. Відповідно питання раціонального використання відходів як потенційного ресурсу набувають все більшої актуальності.

Національною стратегією управління відходами в Україні до 2030 року [1] акцентовано, що обсяги утворення побутових відходів та динаміка їх утворення мають стабільне збільшення, а враховуючи, що переважною технологією в Україні залишається розміщення побутових відходів на сміттєзвалищах, більша частина з яких є несанкціонованими, то надважливого значення набувають процеси відновлення відходів з метою використання їх ресурсного потенціалу та зменшення їх негативного впливу на навколишнє середовище.

Для успішної реалізації цих процесів важливим є вивчення, адаптація та відповідне застосування європейського досвіду у сфері управління відходами [2, 3], на що орієнтований Закон України «Про управління відходами» [4].

Метою даних досліджень є удосконалення існуючого в Україні методологічного підходу щодо визначення складу твердих побутових відходів із використанням європейського та австрійського досвіду в даній сфері та встановлення ресурсного потенціалу побутових відходів для цілей подальшого вибору методів й технологій їх відновлення.

Одним із факторів, що визначає ефективність системи управління побутовими відходами, є наявність даних щодо їх якісного (компонентного) складу, які дозволяють обрати оптимальні рішення щодо необхідної інфраструктури для системи збирання, перевезення та подальшого відновлення побутових відходів на місцевих рівнях [5, 6].

Авторами даної роботи проведено дослідження складу твердих побутових відходів (ТПВ) для населених пунктів України, зокрема Полтавської області [7], задля удосконалення існуючого в Україні методологічного підходу щодо визначення складу ТПВ із використанням європейського і австрійського досвіду в даній сфері та створення на їх основі уніфікованої бази даних щодо компонентного складу побутових відходів й можливості експрес-оцінювання їх ресурсного потенціалу.

Дослідження проводилось у два етапи. Головною метою першого етапу була систематизація даних щодо складу ТПВ для населених пунктів України різного типу, проведення 1 і 2 етапів сортувальних аналізів побутових відходів в натурних умовах на території населеного пункту Полтавської області із застосуванням українського та австрійського існуючих методологічних підходів.

Головною метою другого етапу досліджень було проведення 3 і 4 етапів сортувальних аналізів ТПВ в обраному населеному пункті Полтавської області селищного типу, визначення фактичного ресурсного потенціалу побутових відходів, створення бази даних про склад ТПВ для громад Полтавської області, проведення порівняльної оцінки цих даних із складом ТПВ, що утворюються в Австрії, та розробка рекомендацій громадам Полтавської області щодо застосування технічних та організаційних рішень у системах управління відходами з урахуванням досвіду Австрії.

За даними Головного управління статистики у Полтавській області обсяг утворення побутових й подібних до них відходів, що збиралися на територіях населених пунктів Полтавської області у період 2017-2020 роки становили близько 180-280 тис. тонн на рік [8].

За даними Регіонального плану [9] у Полтавській області послугою із збирання й вивезення твердих побутових відходів охоплено близько 78% населення, відповідно для планування повної системи збирання побутових відходів в області є необхідність оперувати розрахунковими прогнозованими обсягами утворення ТПВ.

Переважним напрямом поводження з побутовими відходами в Полтавській області є їх видалення на звалища та полігони побутових відходів, а також розміщення на несанкціонованих сміттєзвалищах. За даними територіальних громад в області налічується 359 санкціонованих сміттєзвалищ побутових відходів. Загальна площа під полігонами та звалищами в області складає 475,7448 га.

В якості тестової для проведення досліджень обрано Котелевську територіальну громаду. Котелевська селищна територіальна громада (далі – ТГ) адміністративно належить до Полтавського району Полтавської області й розташовується на північному сході області (рис. 1).

Площа території Котелевської ТГ становить 402,26 км², чисельність населення становила 14391 особа (станом на 01.01.2024). У склад Котелевської ТГ входить 10 населених пунктів - селище Котельва та 9 сел [10].

Селище Котельва відноситься до населених пунктів міського типу, що є адміністративним центром Котелевської територіальної громади (ТГ). Чисельність населення складає 11841 чоловік постійного населення й 1368 внутрішньо переміщених осіб.

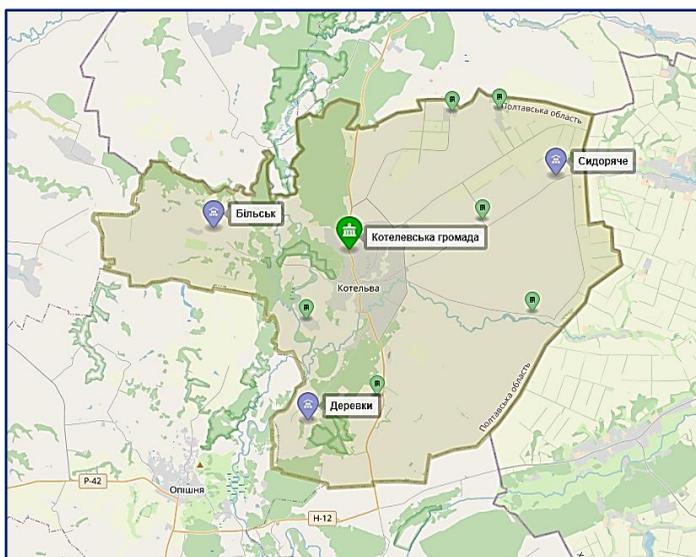


Рисунок 1 – Карта-схема території Котелевської громади

Утворювачами ТПВ у селищі Котельва та в селах Біліськ, Деревки, Чернечина, Камінне, Любка, Млинки, Сидоряче, Михайлівка Перша та Михайлове є постійні, тимчасові та маятникові (денні) мешканці і гості даних населених пунктів. Об'єктами утворення побутових відходів є: житлові будинки, адміністративні та громадські організації і установи, підприємства торгівлі та побутового обслуговування і громадського харчування, заклади культури та освіти, медицини та відпочинку тощо.

У селищі Котельва та селах переважна більшість житлових будинків є приватними, тому на даний час для збирання ТПВ від населення застосовується в основному планово-подвірний (контейнерний) метод, при якому застосовуються контейнери об'ємом 1,1 та 0,75 м³ [11].

Вивезення ТПВ на територіях населених пунктів здійснюється шляхом застосування системи «незмінюваних» збірників (вивізної система), коли відходи із контейнерів вивантажуються у сміттєвоз, що обслуговує встановлені контейнери за узгодженим графіком.

Відповідно на даний час (станом на 01.01.2025 рік) у селищі Котельва організовано 117 контейнерних майданчиків, в селі Більськ встановлено 20 контейнерів, в селі Деревки організовано 22 майданчиків з 22 контейнерами колективного користування комунальної власності.

Обслуговування селища Котельва здійснюється в міру наповнення смітневих баків та бункера сміттєвоза з інтервалом від 3 до 7 (в основному 7) робочих днів за гнучкими маршрутами [11].

Для реалізації існуючої системи збору КП «Комбінат комунальних підприємств» має в своєму розпорядженні одну одиницю спецтранспорту на базі автомобіля ГАЗ 3307, з об'ємом кузова 9 м³, автомобіль КРАЗ з об'ємом 12 м³.

У селищі Котельва розпочато впровадження системи роздільного збирання вторинної сировини: скла, пластику, паперу й картону.

Збирання небезпечних відходів у селищі відбувається в рамках Полтавського обласного проекту «Екобус», що входить до ініціативи ГО «Батарейки, здавайтеся» в рамках 3-стороннього договору організації з заводом GreenWEEE та ліцензійного партнера ТОВ «Екологічні інвестиції».

Усі зібрані побутові відходи направляються на звалище ТПВ селища Котельва, що розташоване за територією селища на ділянці, яке охороняється в середині лісового масиву. Віддалене від населених пунктів розташування звалища ТПВ та відсутність широкої мережі пунктів збору вторинної сировини у громаді забезпечують певну сталість у часі завезеної маси ТПВ, її форми та структури.

На першому етапі досліджень було здійснено аналіз методологічного підходу щодо визначення морфологічного (компонентного) складу твердих побутових відходів, який використовується в Австрії та який покладено в основу «Методичних рекомендацій щодо проведення сортування залишкових відходів» («Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen»),

розроблених у 2017 році Федеральним міністерством з питань клімату, навколишнього середовища, енергетики, мобільності, інновацій та технологій (БМК) Австрії та адаптованих у жовтні 2021 року [12].

Метою цих методичних рекомендацій є створення стандартизованої робочої основи для планування, впровадження та оцінки аналізу сортування залишкових відходів в Австрії. Дані методичні рекомендації враховують положення європейської специфікації й рекомендації (SWA Tool) [13] та головні положення національного стандарту Австрії ÖNORM S 2097 1-4 [14].

«Методичні рекомендації щодо проведення сортування залишкових відходів» [12] були розроблені як методологія, що може використовуватись як на міжрегіональному рівні (загальнонаціональний), так й на регіональному рівні (адміністративний округ або район). Детальний опис етапів роботи, а також додаткова інформація розміщені в розділі «Технічні інструкції – Сортувальні аналізи». Основоположна статистична методологія, а також процедура статистичної оцінки результатів викладені у «Керівництві зі статистичної оцінки сортувальних аналізів та аналізу ваги одиниць», яке було розроблено незалежно від «Технічних інструкцій – сортувальних аналізів» [15].

«Методичні рекомендації щодо проведення сортування залишкових відходів» [12] містять 20 правил, якими встановлюються мінімальні вимоги, що необхідно враховувати та дотримуватися при плануванні, реалізації аналізів сортування залишкових відходів та оцінці їх результатів. Урахування даних рекомендації дасть можливість забезпечити порівнянність результатів різних сортувальних аналізів (часових і просторових).

На практиці сортувальні аналізи за вище зазначеною методикою Австрії [12] та європейською специфікацією й рекомендаціями (SWA Tool) [13] здійснюються згідно «Каталогу сортування та список призначення», яким передбачено виділення 15 груп компонентів, із яких відокремлюється ще 9 підгруп першої обов'язкової підкатегорії, а саме: органіка (крім харчові відходи); харчові відходи (кухонні відходи); харчові відходи, яких можна уникнути; папір і картон пакувальні та гофрокартон; папір і картон (друкована продукція, інші паперові матеріали); легка пластикова тара пет (від напоїв); легка полімерна упаковка; інший пластик; інша упаковка; скляна тара; скло інше; металева тара; метали непакувальні (інші чорні та кольорові метали); пластмаси інші; деревина; засоби гігієни; текстиль; взуття; відходи електричного та електронного обладнання; акумулятори, у тому числі батареї; проблемні речовини; інертні речовини; інші відходи

(шкіра, гума, іграшки та інструменти з різних матеріалів); сортувальний залишок (неможливо ідентифікувати).

Відповідно вище наведені компоненти є рекомендованими [12, 13] для відокремлення при проведенні загальних сортувальних аналізів або направлених сортувальних аналізів для більш деталізованого визначення вмісту окремих видів ресурсоцінних компонентів у загальній масі залишкових відходів, що утворюються після первинного сортування муніципальних відходів населенням Австрії в місцях їх утворення.

Враховуючи рекомендований перелік із 24 компонент [13] у рамках даного дослідження були проведені пробні сортувальні аналізи змішаних побутових відходів в умовах селища Котельва Полтавської області (Україна).

Планування процесу дослідження складу побутових відходів (сортувальних аналізів) здійснено за наступними етапами:

1) визначення критеріїв вибору місць та умов проведення сортувальних аналізів ТПВ;

2) обґрунтування вибору регіону досліджень;

3) визначення місць та умов проведення досліджень складу ТПВ;

4) визначення кількості і періодів проведення відбору проб.

У ході роботи над проектом «Регіонального плану управління відходами в Полтавській області до 2030 року» [9] авторським колективом було зібрано значний об'єм інформації різного роду за усіма 60 громадам області. Детальний аналіз даної інформації допоміг виділити основні чинники, що, на думку авторів, впливають на процеси формування морфологічного складу твердих побутових відходів: тип громади, демографічні показники громади, структура забудови та житлового фонду, архітектурно-планувальні особливості, специфіка соціально-побутового сектору, промислова специфіка регіону, структура комунального господарства громади та наявна спеціалізована техніка для збирання ТПВ, існуюча муніципальна система збирання ТПВ.

За вище наведеними чинниками було проведено аналіз громад Полтавської області та виконано типізацію територіальних громад для цілей подальших досліджень морфологічного складу побутових відходів.

За результатами проведеної типізації сформовано перелік критеріїв для обґрунтування вибору місця/об'єкту досліджень морфологічного складу побутових відходів. До переліку головних критеріїв віднесено [16]:

1. Тип громади згідно адміністративного устрою.
2. Демографічні показники громади.
3. Структура забудови та житлового фонду.
4. Архітектурно-планувальні особливості громади, їх розташування відносно основних транспортних магістралей та місця оброблення/захоронення побутових відходів.
5. Специфіка соціально-побутової сфери.
6. Промислово-господарська специфіка громади.
7. Структура комунального господарства громади.
8. Наявна спецтехніка.
9. Існуюча система збору ТПВ.

На основі даних критеріїв був проведений аналіз територіальних громад Полтавської області та обрано в якості об'єкту дослідження селище Котельва та Котелевську громаду як «характерного» представника громад Полтавської області, враховуючи особливості адміністративного устрою області.

Європейський підхід [13] та «Методичні рекомендації щодо проведення сортування залишкових відходів» («Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranaysen») Австрії [12] передбачають три основні рівні, на яких може відбуватися відбір проб ТПВ для аналізу, а саме:

1. У домогосподарстві / на підприємстві із внутрішніх відходів.
2. За межами домогосподарства / бізнесу, наприклад, із зовнішнього сміттевого бака / контейнера.
3. Зі сміттєвоза.

Згідно Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу побутових відходів, введених в дію Наказом Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 03.05.2024 № 409 [14]:

– морфологічний склад твердих побутових відходів рекомендовано визначати за трьома джерелами їх утворення:

- 1) домогосподарства – багатоквартирні житлові будинки;
- 2) домогосподарства – одноквартирні житлові будинки;
- 3) інші джерела утворення побутових відходів (підприємства, установи та організації);

установи та організації);

– визначення морфологічного складу побутових відходів рекомендується здійснювати шляхом:

- 1) вилучення побутових відходів із контейнерів;
- 2) збирання та перевезення побутових відходів транспортними засобами спеціального призначення для збирання та перевезення відповідного виду побутових відходів (далі – сміттєвози) без їх

примусового ущільнення.

По суті, визначені Методичними рекомендаціями Австрії об'єкти груп 1 та 2 [12] можна віднести до об'єктів п.4 українських Методичних рекомендацій [17], а рекомендовані шляхи (місця) здійснення сортувальних аналізів є аналогічними в обох методичних підходах Австрії та України [12, 17]. Тобто дослідження складу ТПВ можуть проводитися як на стадії контейнерного розміщення відходів, так й на звалищі ТПВ після розвантаження на ньому сміттєвоза.

Перше дослідження було проведене на звалищі ТПВ (з метою обрання найбільш осередненої за складом проби побутових відходів після сміттєвозів. Однак, так як не завжди була відома інформація про усі джерела утворення побутових відходів, із яких вони збираються за маршрутом сміттєвоза, а значить характер складу відходів кожного сміттєвоза міг достатньо різнитися.

Оскільки метою даної роботи є встановлення загальної усередненої морфологічної (компонентної) характеристики побутових відходів для різних типів джерел і громади в цілому, то одним із умов плану проведення експериментальних досліджень було визначення оптимального місця проведення досліджень.

Так як морфологія побутових відходів, утворених у секторі приватної забудови та секторі багатоквартирної забудови відрізняється через наявність або відсутність приватного присадибного господарства, то для цілей даного дослідження найбільш оптимальними є території комплексного розміщення об'єктів багатоповерхового житлового фонду, приватної забудови та об'єктів соціально-побутової й адміністративної сфери.

Для визначення таких територій була проаналізована карта розташування існуючих контейнерних майданчиків [11] й попередньо виділені найбільш репрезентативні контейнерні майданчики.

Крім вибору репрезентативних місць проведення досліджень існує велика кількість факторів, що можуть впливати на склад або кількість відходів в контейнерах:

- житлова структура населеного пункту;
- наявні системи опалення;
- сезонні варіації;
- розмір контейнера;
- наявність елементів благоустрою території (урни та ін.);
- особливі періоди (святкові, періоди масових акцій та ін.);
- тип системи збирання (унітарний, роздільний);
- наявність спеціальних контейнерів чи майданчиків для збирання будівельно-ремонтних відходів та «зелених» відходів;

- наявність пунктів збору вторсировини;
- соціально-культурні фактори тощо.

При плануванні досліджень враховувались зазначені фактори.

Крім того, українськими Методичними рекомендаціями [17, 18] встановлена рекомендована періодичність проведення досліджень у чотири пори року. Тому, в рамках даної роботи були заплановані й проведені чотири дослідницьких етапів у періоди відсутності соціально-культурних заходів, вз яких два етапи у 2023 році (осінній і зимовий) й два етапи у 2024 році (весняний і літній),

Для умов даних досліджень був обраний рекомендований Методичними рекомендаціями варіант визначення морфологічного складу побутових відходів, вилучених з контейнерів домогосподарств та інших джерел утворення побутових відходів.

Друге, третє і четверте дослідження складу побутових відходів проводились з урахуванням «Методичних рекомендацій щодо проведення сортування залишкових відходів» («Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranalysen»), розроблених у 2017 році Федеральним міністерством з питань клімату, навколишнього середовища, енергетики, мобільності, інновацій та технологій (BMK) Австрії та адаптованих у жовтні 2021 року [12].

Методичними рекомендаціями Австрії [12] передбачено виділення 15 груп компонентів, з яких відокремлюється ще 9 обов'язкових підгруп першої підкатегорії. Враховуючи основні положення даних рекомендацій був передбачений наступний хід досліджень:

1. Для дослідження була відібрана проба ТПВ, яка містилася у стандартному контейнері об'ємом 0,75 м³, але його заповнення становило в різні періоди досліджень від 70 до 80%.

2. Відібрані проби попередньо зважувалися робітниками комунального підприємства на елеваторних вагах й встановлювалася загальна початкова маса відібраної проби в кг.

3. Відібрані проби ТПВ вивантажувалися на спеціально підготовлену полімерну плівку чорного кольору товщиною 200мк й розміром 3м x 3м.

4. На етапі другого і третього етапів дослідження поряд із контейнерним майданчиком була організована площадка для окремого розміщення відходів садівництва (обрізки дерев, гілки).

5. Для відокремлення із загальної маси компонент побутових відходів використовувалися стандартні полімерні мішки місткістю 25-30 кг, кожна відібрана компонента зважувалась.

6. Загальна кількість компонент, що підлягала відділенню,

становила 24 шт., що відповідає кількості рекомендованих компонентів, які підлягають відбору згідно «Sorting catalogue» (Annex I) SWA-Tool [13]:

1) Органіка (крім харчові відходи) / Organics (excluding food waste) – не відділялася, так як збиралася окремо на спеціальній ділянці;

2) Харчові відходи (кухонні відходи) / Food waste (kitchen waste);

3) Харчові відходи, яких можна уникнути / Food waste that can be avoided;

4) Папір і картон пакувальні та гофрокартон / Paper and cardboard packaging and corrugated board;

5) Папір і картон (друкована продукція, інші паперові матеріали) / Paper and cardboard (printed matter, other paper materials);

6) Легка пластикова тара ПЕТ (від напоїв) / Lightweight PET plastic packaging (for beverages);

7) Легка полімерна упаковка (поліетиленові пакети для харчових продуктів, термоусадочні, стретч, пакувальні плівки, мішки-переноски, квіткові воронки) / Lightweight polymer packaging;

8) Інший пластик (пластикові сітки для фруктів та овочів, одноразовий посуд та столові прилади, пляшки від молока, кетчупа, оцета, масла, косметики та чистячих засобів, каністри, тубики для косметики та чистячих засобів, стаканчики для маргарину і молочних продуктів, невеликі квіткові горщики, пластикові стаканчики, контейнери для фруктів і морозива) / Other plastics;

9) Інша упаковка (пакети з металевим покриттям, ламінований папір для масла та маргарину, блістерні упаковки, пакети для готових супів та спецій, картонні банки з пластиковим або металевим дном, композитна коробка для напоїв, розкладні мішки та пакувальні плівки для фруктів та овочів, що компостуються, натуральні пробки, мішечки з джуту, тканинні мішечки, дерев'яні ящики, деревна шерсть, одноразові палички для їжі, одноразові дерев'яні столові прилади, керамічні пляшки...) / Other packaging;

10) Скляна тара (пляшки від напоїв безбарвні та барвисті, Флакони від парфумів, від ліків, олії, банки різні) / Glass containers;

11) Скло інше (листова скло, керамічне скло, дзеркальне скло, склянки для пиття, скляні вази, скляний посуд, лабораторне скло) / Other glass;

12) Металева тара (банки для напоїв, алюмінієві банки для напоїв, банки з продуктами харчування, порожні банки з фарбою, кришки, що загвинчуються, порожні балончики) / Metal containers;

13) Метали непакувальні (інші чорні та кольорові метали: металеві листи, труби, арматура, металевий інструмент, металеві прилади, дрiт,

столові прилади, посуд, Алюмінієвий посуд, побутова алюмінієва фольга, кольорові метали, сантехнічна арматура) / Non-packaging metals;

14)Пластмаси інші (іграшки, шланги, будівельний полістирол, ізоляційна піна, пластиковий посуд, зубні щітки, одноразові бритви, соломинки для пиття, прозорі кришки, пакети для сміття, великі квіткові горщики, CD (чохла), брезент) / Other plastics;

15)Деревина (лакована та покрита, дошки, ручки інструментів, дерев'яні іграшки, дерев'яні шпакки, палички ескімо, ДСП, дерев'яні меблі, тирса) / Wood;

16)Засоби гігієни (гігієнічний папір різний, одноразові підгузники, інші засоби гігієни, зокрема жіночої) / Hygiene products;

17)Текстиль / Textiles;

18)Взуття / Shoes;

19)Відходи електричного та електронного обладнання / WEEE;

20)Акумулятори, в тому числі батареї / Batteries incl.

21)Проблемні речовини (лікарські засоби, фарби, лаки, розчинники, кислоти, луги, моторне масло, забруднені маслом відходи, масляні фільтри, неспорожнені балончики й газові балончики, вогнегасники, хімічні залишки, миючі та миючі засоби, азбестові вироби) / Problematic substances;

22)Інертні речовини (будівельне сміття: цегла, цемент, штукатурка, черепиця, каміння, будівельна деревина) / Inert substances;

23)Інші відходи (шкіра, гума, іграшки та інструменти з різних матеріалів, м'які іграшки, пакети для відходів собак, туші тварин, пакети для пирососів із вмістом, залишки сигарет, залишки свічок та воску, лампочки, шприци) / Other waste;

24)Сортувальний залишок (неможливо ідентифікувати)

7. Кожний дослідник відбирав декілька конкретних компонентів із загальної проби побутових відходів і наповнював відповідні мішки.

8. У міру заповнення мішка та його важкості проби зважувалися вагами до 50 кг, із мірою точності до трьох знаків після коми.

9. У ході сортувальних аналізів із досліджуваної проби було відокремлено 23 компоненти побутових відходів.

10. Залишок ТПВ після вилучення компонентів, який залишався на плівці, теж зважувався й відносився до відповідного компоненту №24.

11. Усі результати зважувань заносилися у попередньо підготовлену форму, що, з одного боку, відповідала зразку, наведеному у додатку 3 Наказу Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 03.05.2024 № 409 [17], але й враховувала

потребу здійснення сортувального аналізу за 24 компонентами згідно [12].

12. Відповідно до визначених об'ємів відібраних проб ПВ встановлювалася щільність дослідницької проби побутових відходів у тонн/м³.

13. Після проведення дослідження усі зважені компоненти були повернуті у контейнер ТПВ за допомогою робітників комунального підприємства.

14. Усі засоби індивідуального захисту, що використовувалися під час дослідження, мішки, полімерна плівка теж були видалені у контейнер як відпрацьовані матеріали.

15. Після дослідження було проведено оброблення шкіри рук дезінфікуючим засобом, а спецодяг багаторазового використання був герметично упакований для подальшого дезінфікуючого оброблення.

Морфологічний (компонентний) склад твердих побутових відходів (ТПВ) визначається для встановлення кількості окремих компонентів у складі ТПВ для можливості подальшого впровадження у населених пунктах сучасних ефективних технологій поводження з побутовими відходами та довгострокового прогнозування обсягів утворення вторинної сировини, що є у їх складі.

Узагальнені результати проведених чотирьох етапів дослідження морфологічного складу ТПВ на території селища Котельва Полтавської області систематизовано в таблиці 1.

Результати проведених сортувальних аналізів побутових відходів в умовах селища Котельва Полтавської області згідно українських методичних рекомендацій [17, 18] та європейського підходу [12, 13] надають можливість виділити такі головні моменти:

– за результатами сортувальних аналізів найвищим є вміст біовідходів (харчові відходи, фрукти, овочі та їх залишки) у загальній масі ПВ (28,83÷62,2 %). Їх значна частка та коливання у загальній масі побутових відходів пояснюється специфікою та звичаями харчування місцевого населення селища Котельва, що характерне для більшості населених пунктів України й, перш за все, селищного й сільського типу;

– відходи садівництва (обрізання дерев, гілки) в селищі Котельва збираються окремо й обліковуються окремо, тому вони не потрапляли у досліджувану пробу побутових відходів контейнера при сортувальних аналізах, що є специфікою даного населеного пункту, яка тепер не є поширеною в сільській місцевості, але відокремлення цих відходів швидко стає актуальним унаслідок потреби використання даних відходів як додаткового палива;

– встановлений в селищі Котельва діапазон вмісту паперу й картону в побутових відходах на рівні $3,3 \div 5,5\%$ є високим у порівнянні з відомим діапазоном вмісту відходів паперу та картону для населених пунктів селищного й сільського типу – $1,2 \div 1,4\%$ [9], що пояснюється наявністю багатоповерхової житлової забудови в районі дослідження;

– спостерігається значне коливання відходів пластику, що було досліджено в селищі Котельва ($5,5 \div 12,14\%$). Даний компонент проби складається переважно із полімерної тари від напоїв, що таровані у полімерні пакувальні матеріали як більш доступні для населення середнього соціального достатку;

– відносно невеликий діапазон коливань відходів скла ($2,13 \div 7,93\%$) був зафіксований у ході проедення досліджень. Низьке значення даного компоненту ($2,13\%$) може мати ситуаційний та/або сезонний характер. У свою чергу, найвища частка ($7,93\%$) є характерною для населених пунктів селищного типу з переважанням приватного житлового сектору;

– вміст металів (чорних та кольорових), які здебільшого представлені банками з-під консервів та алюмінієвими баночками, має відносно невеликий діапазон $0,43 \div 3,82\%$, що пояснюється переважним вилученням відходів металів із загальної маси побутових відходів для подальшого здавання в спеціальні пункти вторсировини як цінний вторинний ресурс;

– діапазон відходів текстилю варіює в значних межах $0,63 \div 10,6\%$. Низька частка відходу ($0,63\%$) співвідноситься із діапазоном $0,1 \div 2,1\%$, що є характерним для населених пунктів селищного й сільського типу з переважанням приватного житлового сектору. Висока частка відходу ($10,6\%$) може мати ситуаційні особливості;

– дуже низький рівень вмісту відходів деревини ($0,02 \div 0,16\%$) був визначений у ході даних сортувальних аналізів, що свідчить про переважне використання даних відходів в якості додаткового паливного ресурсу в приватних будинках;

– вміст небезпечних відходів має значний діапазон коливань $0,727 \div 9,39\%$, що пояснюється, передусім, включенням у їх склад гігієнічних засобів й памперсів;

– частка відходів комбінованої упаковки становить $0,67 \div 1,49\%$ і є стабільно невеликою внаслідок здебільшого низького попиту серед населення селища товарів у комбінованій упаковці (напої, упаковка від фастфуду тощо);

– відходи електричного та електронного обладнання не є характерними відходами й у досліджуваних пробах були зафіксовані

лише на 4-ому етапі досліджень на рівні 0,11% (ліхтарик, лампочка, зарядний пристрій);

– відходи батарей та акумуляторів (пальчикові, автомобільні тощо) теж не є характерними відходами й у досліджуваних пробах були зафіксовані на рівні 0,01%, це пояснюється, передусім, функціонування в Полтавській області послуги «Екобуса»;

– вміст великогабаритних побутових відходів (меблі, матраци тощо) у досліджуваних пробах не був зафіксований, що свідчить здебільшого про господарську заощадливість населення, яке проживає в селищі, та характерність такого типу господарювання для селищної й сільської місцевості;

– вміст ремонтних побутових відходів був одноразово представлений у досліджуваній пробі шпалерами (третє дослідження) та мав частку 13,55 %. Здебільшого вміст цих відходів в населених пунктах, де переважає приватна житлова забудова, має ситуаційний характер;

– вміст компоненту кістки, шкіра, гума має значні коливання $0,73 \div 4,72$ %, але даний діапазон є співставним із відомим діапазоном вмісту даних відходів для населених пунктів селищного й сільського типу – $0,1 \div 3,1$ % [9]. Високий відсоток фракції (4,72 %) має ситуаційний характер;

– вміст залишку побутових відходів після вилучення компонентів коливається в межах $6,89 \div 28,15$ %. Досягнення низького значення на 4-ому етапі досліджень (6,89 %) стало можливим за рахунок здійснення сортування побутових відходів по оновленій українській методиці [17, 18], а найбільш високе значення на 1-ому етапі досліджень (28,15 %) було викликане специфікою місця проведення досліджень (звалище ТПВ).

На сьогодні обсяги побутових відходів, які зростають, є однією із важливих елементів прогресуючого антропогенного навантаження, що створює екологічну безпеку для регіонів України, здоров'я населення та негативно впливає на стан навколишнього природного середовища. З іншої сторони побутові відходи мають значний резерв для отримання вторинної сировини, яку у подальшому можна повертати в господарський обіг. Відповідно на сьогодні побутові відходи розглядаються як джерело цінних компонентів (органічних речовин, металів, скла, пластика, тощо), а також є потенційним джерелом отримання енергії.

Результати проведених досліджень морфологічного складу побутових відходів на території селища Котельва Полтавської області та визначеної узагальненої характеристики морфологічного

(компонентного) складу ПВ, надали можливість виділити показники вмісту (частки) ресурсоцінних компонентів за кожний сезон року проведених досліджень (таблиця 1).

Таблиця 1 – Частка ресурсоцінних компонентів у складі побутових відходів за результатами досліджень, проведених в селищі Котельва Полтавської області, %

Біовідходи	Папір і картон	Скло	Пластик	Метали	Деревина	Текстиль	Загальна частка ресурсоцінних ПВ	Загальна частка втор-сировини*
<i>Осінній сезон</i>								
34,53	4,94	7,93	12,14	3,4	0,16	3,97	67,07	28,41
<i>Зимовий сезон</i>								
50,406	3,3	3,7	9,9	1,63	0,018	10,6	79,554	18,53
<i>Весняний сезон</i>								
28,83	5,46	2,13	10,96	3,82	-	0,63	51,83	22,37
<i>Літній сезон</i>								
62,2	5,5	4,61	5,49	0,43	-	6,5	84,73	16,03

* – до вторсировини віднесено: папір і картон; скло; пластик; метали.

На основі даних таблиці 1 було здійснено оцінювання ресурсного потенціалу побутових відходів, виходячи із досліджуваних об'ємів утворення ресурсоцінних компонентів: паперу і картону, скла, пластику, металів, деревини та текстилю, які є потенційним вторинним ресурсом, а також біовідходів. Результати оцінювання показали, що:

– загальна частка побутових відходів, які є ресурсоцінними для можливості подальшого відновлення, складає 51,83-84,73%, що осереднено становить 71%;

– частка побутових відходів, які на сьогодні мають товарну цінність як вторинна сировина (папір і картон, скло, пластик, метали) складають від 16,0% до 28,4% від загального обсягу утворених побутових відходів;

– частка біовідходів суттєвого коливається в залежності від сезонів року й може складати від 28,83 до 62,2%.

Для запобігання зниженню якості ресурсоцінних компонентів побутових відходів важливим при організації системи збирання ПВ є відділення органічних фракцій із загального маси відходів шляхом організації роздільного збору за місцем утворення з передачею на

підприємство з перероблення органічної сировини.

Головний принцип управління побутовими відходами в країнах ЄС полягає в забезпеченні їх комплексного перероблення, що включає стадії: роздільного збору за місцем їх утворення, сортування, механіко-біологічного оброблення (МБО); виробництва енергетичного палива RDF (Refuse Derived Fuel – «тверде відновлене паливо», що має вигляд гранул або брикетів) або SRF (Solid Recovered Fuel – горюча субфракція твердих побутових та інших подібних твердих відходів, отриманих за допомогою комбінації механічних та/або біологічних методів) із фракцій ПВ, що залишилися.

Така комплексна переробка твердих побутових відходів можлива на заводах МБО, на яких відбувається вилучення та/або відновлення калорійних (паливних) фракцій ПВ для виробництва RDF/SRF, а також металів та інших ресурсоцінних компонентів, які направляються далі на продаж, а залишки відходів обробляють біологічними методами перед розміщенням їх на полігонах.

Директивою 2008/98/ЄС «Про відходи» [3] та «Національною стратегією управління відходами в Україні до 2030 року» [1] побутові відходи визначені як цінний вторинний матеріальний та енергетичний ресурс.

Теплотворна здатність побутових відходів значним чином визначає їх спроможність щодо використання в якості палива для отримання теплової енергії. Суттєвою перевагою використання ПВ в якості джерела енергії є постійне зростання його кількості та зручне розташування – в населених пунктах, поруч зі споживачами енергії. Провідні країни світу вже багато років розглядають ПВ як постійно зростаюче альтернативне джерело енергії, здатне в крупних містах замінити природний газ при виробництві теплової і електричної енергії шляхом часткового переведення ТЕЦ або котельних на паливо з відходів ПВ.

У таблиці 2 наведені результати оцінювання теплотворної здатності компонентів ПВ, отримані організаціями провідних країн світу: Департаментом навколишнього середовища, продовольства і сільського господарства Великобританії [19], Світовим Банком [20] та Міжнародною асоціацією з твердих відходів [21].

Таблиця 2 – Результати оцінювання нижчої теплотворної здатності компонентів ПВ за дослідженнями фахівців організацій провідних країн світу

Тип компоненту ПВ	Нижча теплотворна здатність ПВ, МДж/кг		
	Defra ¹	WB ²	ISWA ³
Харчові відходи	3,4	1,9	4,0
Папір та картон	10,8	6,4	16,0
Пластик:		20,1	35,0
- щільний пластик	26,7	н/д ⁴	н/д
- полімерна плівка	21,2	н/д	н/д
Текстиль та взуття	14,3	11,8	19,0
Несортований залишок горючий	13,9	н/д	н/д
Шкіра та гума	н/д	14,3	н/д
Деревина	н/д	9,3	н/д
Садово-паркове сміття	4,6	н/д	н/д
Підгузки та засоби санітарної гігієни	5,4	н/д	н/д
Дрібний змет	2,5	2,6	н/д
Інше	н/д	н/д	11,0

Примітка:

¹ – Defra – Департамент навколишнього середовища, продовольства і сільського господарства Великобританії;

² – WB – Світовий Банк;

³ – ISWA – Міжнародна асоціація з твердих відходів;

⁴ – показник не досліджувався.

Авторським колективом даного дослідження попередньо вивчалось питання щодо оцінювання теплотворної здатності окремих компонентів ПВ з урахуванням їх вологості для населених пунктів Полтавської області різних типів [22]. Враховуючи дані напрацювання було проведено оцінювання теплотворної здатності компонентного складу твердих побутових відходів, що досліджувалися в рамках даної НДР в умовах селища Котельва Полтавської області.

Результати даного оцінювання у вигляді питомих показників наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Результати оцінювання потенціалу теплотворної здатності компонентів ПВ за результатами досліджень морфологічного складу ПВ в селищі Котельва

№ з/п	Компоненти побутових відходів	Частка компонентів ПВ у загальній масі, %	Орієнтовне значення теплотворної здатності, МДж/кг [22]	Визначений діапазон теплотворної здатності компонентів ПВ, МДж/кг
1	Біовідходи	28,83-50,41	3,5	1,009-1,764
2	Папір і картон	3,3-5,5	9,5	0,314-0,523
3	Полімери	5,49-12,14	25,0	1,373-3,035
4	Текстиль	0,63-10,6	15,0	0,095-1,59
5	Деревина	0,018- 0,16	14,5	0,0026- 0,023
	Загальний тепловий потенціал ПВ			2,794-6,935

Результати досліджень свідчать про доцільність організації системи роздільного збирання побутових відходів на території селища Котельва Полтавської області з метою вилучення ресурсоцінних фракцій із загальної маси відходів та про наявність достатнього ресурсного потенціалу досліджених побутових відходів.

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки.

Повний комплекс 4-х сезонних натурних досліджень (сортувальних аналізів) морфологічного складу твердих побутових відходів для селища Котельва Полтавської області із застосуванням українського та австрійського методологічного підходу дозволив визначити склад твердих побутових відходів для населених пунктів селищно-сільського типу та довів обґрунтованість застосування комплексного методологічного підходу.

Результати проведених досліджень (сортувальних аналізів) та вивчення досвіду Австрії засвідчили необхідність перегляду й удосконалення методологічного підходу з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів [6] з точки зору: 1) конкретизації правил щодо планування процедури сортувальних аналізів, для чого в рамках дослідження сформовані рекомендації до кожного з 20-ти правил «Methodology for the Analysis of Solid Waste» (SWA-Tool) та «Sorting catalogue» (Annex I) для можливості їх застосування в умовах України; 2) перегляду та розширення класифікаційних категорій до 18 компонентів, які повинні відокремлюватись із загальної маси побутових

відходів і представляти типовий сучасний морфологічний склад побутових відходів.

Оцінений ресурсний та теплоенергетичний потенціал ТПВ на основі результатів досліджень морфологічного складу ТПВ в селищі Котельва Полтавської області підтверджує актуальність положення про доцільність віднесення побутових відходів до категорії цінних вторинних матеріальних та енергетичних ресурсів в умовах населених пунктів України, зокрема селищно-сільського типу.

Використані інформаційні джерела:

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року». Доступно:

<http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80/page>

2. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. Режим доступу:

https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text

3. Директива Ради № 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 р. «Про відходи». Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text

4. Закон України «Про управління відходами» (Документ 2320-IX). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>

5. Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text>

6. Закон України «Про благоустрій населених пунктів». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-15#Text>

7. Звіт про науково-дослідну роботу за договором від 23.08.2023 № М/41-2023 «Дослідження складу твердих побутових відходів та їх ресурсного потенціалу» (затверджено Вченою Радою Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», протокол від 12 грудня 2023 року № 13). Полтава, 2023. – 134с.

8. Державна служба статистики України Головне управління статистики у Полтавській області [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://pl.ukrstat.gov.ua/>

9. Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року (проект) / Розробник – Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Доступно: <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy>

10. Стратегія розвитку Котелевської селищної територіальної громади на 2022-2027 роки. Доступно: <https://kotelevska-gromada.gov.ua/strategiya-rozvitku-kotelevskoi-selischnoi-teritorialnoi-gromadi-na-20222027-roki-10-52-49-14-01-2022/>

11. Схема санітарного очищення населених пунктів Котелевської селищної територіальної громади / Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Договір № 0033/23 від 25.05.2023. Полтава, 2023.

12. Leitfaden für die Durchführung von Restmüll-Sortieranaysen / Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Wien, September 2017 (original) / Oktober 2021 (adaptiert).

13. SWA-Tool. Verfügbar unter. Режим доступу: <https://www.wien.gv.at/meu/fdb/pdf/swa-tool-759-ma48.pdf>

14. ÖNORM S 2097 1-4. Erhältlich unter Austrian Standards. Режим доступу: <https://www.austrian-standards.at>

15. «Technische Anleitung für die Durchführung von Restmüll-Sortieranaysen», der vorliegende «Leitfaden – Sortieranaysen» sowie die «Richtlinien für die statistische Auswertung von Sortieranaysen und Stückgewichtanalysen» / Bundesministerium für Klimaschutz, Abteilung V/6 zu beziehen.

16. Ілляш О. Е., Бредун В. І. Критерії типізації громад при дослідженнях морфологічного складу побутових відходів, «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» – 2023»: Збірник матеріалів ІV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (7-8 грудня 2023 року, Полтава). Полтава : НУПП, 2023. С. 55–57.

17. Наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 03.05.2024 № 409 «Про затвердження Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу побутових відходів». Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/documents/2485.html>

18. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства від 16.02.2010 №39 «Про затвердження Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0039662-10#Text>

19. Департамент навколишнього середовища, продовольства і сільського господарства Великобританії. Режим доступу: <http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=>

[11918_WR1910EnergyrecoveryforresidualwasteAcarbonbasedmodellingap
porach.pdf](#)

20. Світовий Банк. Режим доступу:
http://www.worldbank.org/urban/solid_wm/erm/CWG%20folder/Incineration-DMG.pdf

21. Міжнародна асоціація з твердих відходів. Режим доступу:
<https://www.iswa.org/index.php?eID=tx...download>

22. Ілляш О. Е., Голік Ю. С. (2023). Дослідження ресурсного потенціалу побутових відходів у Полтавській області. *Проблеми охорони праці в Україні*, 39(1-2), 47–54.