

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

В. Ю. ПРИХОДЬКО, Т. А. САФРАНОВ

**РЕСУРСОЦІННА СКЛАДОВА
ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ
ОКРЕМИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ**

Монографія

Одеса
Одеський державний екологічний університет
2024

УДК 628.4.032
С32

Приходько В.Ю., Сафранов Т.А.

С32 Ресурсоцінна складова твердих побутових відходів окремих регіонів України: монографія. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2024. 101 с.
ISBN 978-966-186-290-5

У монографії викладено загальні уявлення про тверді побутові відходи та основні принципи управління та поводження з ними. Наведені дані щодо особливостей системи поводження з окремими ресурсоцінними компонентами – відходами пластикових матеріалів; відходами упаковки; відходами, що містять біодоступний вуглець; великогабаритними відходами тощо з оглядом на регіональні особливості. Запропонований альтернативний підхід до вирішення проблеми твердих побутових відходів в регіонах України на принципах комплексного використання їх ресурсного потенціалу.

Монографія адресована фахівцям у галузі охорони довкілля та збалансованого природокористування, аспірантам і студентам екологічно орієнтованих спеціальностей.

Prykhodko V.Yu., Safranov T.A.

Resource-value component of municipal solid waste in certain regions of Ukraine: monograph. Odesa : Odessa State Environmental University, 2024. 101 p.

The monograph presents general concepts of municipal solid waste and the basic principles of its management. It provides data on the specifics of the system for managing certain resource-value components – plastic waste; packaging waste; waste containing bioavailable carbon; bulky waste, etc. with a view to regional specifics. An alternative approach to solving the problem of municipal solid waste in the regions of Ukraine based on the principles of integrated use of their resource potential is proposed.

The monograph is addressed to specialists in the field of environmental protection and sustainable natural resource management, postgraduate students and students of environmentally oriented specialities.

УДК 628.4.032

Рецензенти:

д.техн.н., проф. Внукова Н.В.; д.техн.н., проф. Степова О.В.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Одеського державного екологічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол №3 від 25.04.2024 р.)

ISBN 978-966-186-290-5

© Приходько В.Ю., Сафранов Т.А., 2024

© Одеський державний екологічний університет, 2024

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
1 ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ТА ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ І ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ	8
1.1 Державні та міжнародні концепції використання ресурсного потенціалу побутових відходів	15
1.2 Принципи класифікації побутових відходів	21
1.3 Сучасний стан сфери поводження з твердими побутовими відходами в Україні	26
2 ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ОКРЕМИМИ РЕСУРСОЦІННИМИ КОМПОНЕНТАМИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ	30
2.1 Роздільне збирання та сортування відходів як необхідна передумова створення ефективної системи управління	30
2.2 Стан сфери вторинної переробки твердих побутових відходів	37
2.3 Дослідження морфологічного складу як основа оцінки ресурсного потенціалу побутових відходів	39
2.4 Особливості поводження з відходами пластикових матеріалів	43
2.5 Особливості поводження з відходами пакування	48
2.6 Особливості поводження з відходами, що містять біодоступний вуглець	57
2.7 Особливості поводження з великогабаритними відходами	62
3 АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ПІДХІД ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ	65
3.1 Концепція поводження з твердими побутовими відходами (ОДЕКУ)	66
4 РЕСУРСОЦІННА СКЛАДОВА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ	78
4.1 Стан системи управління та поводження з твердими побутовими відходами в Одеській області	78
4.2 Ресурсна цінність твердих побутових відходів Одеської області	88
ВИСНОВОК	91
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	94

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВМ – важкі метали
ВМР – вторинні матеріальні ресурси
ВПМ – відходи пластикових матеріалів
ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
ГДК – гранично допустима концентрація
ДСТУ – Державний стандарт України
ЖКГ – житлово-комунальне господарство
ЖЦ – життєвий цикл
ЗР – забруднююча речовина
КВ – класифікатор відходів
КМУ – Кабінет Міністрів України
МКІВ – Міжнародний код ідентифікації відходів
НПС – навколишнє природне середовище
НС – навколишнє середовище
ОЕСР – організація економічного співробітництва та розвитку
ПВМР – потенційні вторинні матеріальні ресурси
ПВХ – полівінілхлорид
ПГ – парникові гази
ПЕН – поліетиленнафталат
ПЕТ – поліетелентерфталат
РВВ – розширена відповідальність виробника
РПУВ – регіональні програми управління відходами
СанПіН – санітарні правила і норми
ТКО – тверді комунальні відходи
ТМВ – тверді муніципальні відходи
ТПВ – тверді побутові відходи
ЦЕ – циркулярна економіка
ABS – акрилонітрил-бутадієн-стирол
PCBs – поліхлорбіфеніли
PCTs – поліхлортерфеніли
PE – поліетилен
PETE – поліетилентерфталат
HDPE – поліетилен високої щільності
V – полівінілхлорид
LDPE – поліетилен низької щільності
PP – поліпропілен
PS – полістирол
RDF – тверде відновлене паливо
SRF – горюча субфракція твердих побутових та інших відходів

ВСТУП

Одним із негативних наслідків антропогенної діяльності є утворення відходів виробництва та споживання, серед яких тверді побутові відходи (ТПВ) займають особливе місце. ТПВ – це відходи, що утворюються в процесі життєдіяльності людини, накопичуються в житлових будинках та установах соціальної сфери і непридатні до подальшого використання за місцем їх накопичення. ТПВ являють собою гетерогенну суміш складного морфологічного складу (органічні відходи, чорні та кольорові метали, макулатура, текстиль, склобої, пластмаси, каміння, кістки, гума, шкіра, деревина тощо). Їх кількісні та якісні характеристики не є постійними і залежать від особливостей країни, регіону, міста або селища, сезону року та інших чинників.

Зростаючі обсяги утворення та накопичення ТПВ є однією із складових прогресуючого антропогенного навантаження, яке створює загрозу екологічній безпеці регіонів країни та здоров'ю населення, а також негативно впливає на стан природних складових довкілля, зокрема на геологічне середовище, ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води, повітряний басейн, живі організми та на середовище їх існування. Тому створення і впровадження ефективної системи управління та поводження з ТПВ є важливою задачею із забезпечення екологічної безпеки і сталого розвитку регіонів країни. У той же час, ТПВ є суттєвим резервом для отримання вторинних матеріальних ресурсів (ВМР).

В 2015 р. країнами-членами ООН було прийнято глобальну програму (резольцію) щодо забезпечення сталого розвитку «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 року». (Agenda 2030). Серед завдань Agenda 2030 є такі, що пов'язані з мінімізацією утворення відходів та використанням їх ресурсного потенціалу. Сучасна європейська орієнтація України та необхідність досягнення завдань сталого розвитку країною-членом ООН зумовлює актуальність досліджень у цьому напрямку.

Враховуючи важливість переробки ресурсоцінних компонентів ТПВ, основним завданням у сфері управління та поводження з ними стає підвищення ефективності системи збору та переробки. Відповідно до Директиви 1999/31/ЄС, на полігонах ТПВ заборонено захоронення необроблених залишкових відходів з 2005 року, а встановлення високих ставок податків на полігонне захоронення відходів стимулює розвиток інших видів використання відходів (отримання біогазу, компосту тощо). Опрацьовані моделі розширеної відповідальності виробника (РВВ) залучають до повторного використання окремі види відходів – перш за все, тара і упаковка, акумулятори, шини, електроніка тощо. ТПВ містять цінні компоненти (метали, скло, полімери, органічні речовини тощо), а також є потенційним джерелом отримання енергії. Досвід розвинених країн

показує, що при сортуванні змішаних відходів можна отримати до 20% товарної вторинної сировини, придатної для промислової переробки, до 35% можна закомпостувати.

Проблема утилізації ресурсоцінних компонентів ТПВ у регіонах України набуває все більш гострого характеру, у зв'язку з безперервним зростанням обсягів відходів і малими темпами їх переробки. Проблеми утилізації ТПВ посилюються переважно через те, що більшість товарів народного споживання має короткий життєвий цикл (ЖЦ). Вони можуть бути куплені, спожиті і викинуті без належного відношення до їхньої залишкової цінності.

Проблема управління та поводження з ресурсоцінними компонентами ТПВ залишається однією з найбільш актуальних екологічних і соціально-економічних проблем України, коли все розмаїття підходів щодо поводження з ТПВ фактично зводиться до їх захоронення на полігонах (звалищах). Домінуючим способом поводження з ТПВ в Україні залишається їх вивезення та захоронення на полігонах і сміттєзвалищах, а це, як показує досвід розвинутих країн, є тупиковим варіантом із значними витратами на тривалий строк (особливо в умовах очікуваної євроінтеграції). Захоронення вимагає значних земельних ресурсів, капітальних вкладень в мінімально необхідні інженерні споруди із захисту довкілля. Полігони (звалища) ТПВ є джерелом фізичного, хімічного та біологічного забруднення довкілля. Різноманітний склад та наявність небезпечних компонентів у складі ТПВ є фактором екологічної загрози для населення регіонів України, а також погіршення якості навколишнього середовища. Але на сьогодні захоронення на полігонах і сміттєзвалищах залишається самим дешевшим з усіх підходів щодо управління ТПВ; ставка податку на захоронення на полігонах і сміттєзвалищах в Україні складає 7,5 грн./т (37,86 грн./м³), тоді як в країнах Європейського Союзу (ЄС) – від 50 до 350 євро за 1 т ТПВ. Звісно, це не стимулює перехід до нових, дорожчих методів поводження з ТПВ та створення ефективної системи управління відходами.

«Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року» (схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. N 820, далі – Національна стратегія (2017)) визначає головні напрями державного регулювання у сфері поводження з відходами в найближчі десятиліття з урахуванням європейських підходів до питання управління відходами. Беручи до уваги стратегічні положення, слід створити і реалізувати регіональні заходи щодо ефективної системи управління та поводження з ТПВ, обґрунтувавши шляхи на всіх стадіях їх ЖЦ відповідно до стандартів ЄС. Для реалізації регіонального підходу необхідно обґрунтувати шляхи управління та поводження з ресурсоцінними компонентами ТПВ.

Метою даного дослідження є аналіз сучасного стану та перспектив у сфері управління та поводження з ресурсоцінними компонентами ТПВ в регіонах України в контексті європейського курсу країни та стратегії сталого розвитку. У даній роботі зроблена спроба оцінки ресурсоцінної складової ТПВ окремих регіонів України, зокрема, Одеської області. Робота ґрунтується на опублікованих даних, а також на багаторічних матеріалах власних досліджень.

1 ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ТА ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ І ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ

Відповідно до Закону України «Про управління відходами» (20.06.2022) [1], управління відходами – це комплекс заходів із збирання, перевезення, оброблення (відновлення, у тому числі сортування, та видалення) відходів, включаючи нагляд за такими операціями та подальший догляд за об'єктами видалення відходів. На нашу думку, поняття «управління відходами» може охоплювати як організацію їх збирання, транспортування та утилізації, так і заходи щодо зменшення кількості утворених відходів (на основі організаційних, нормативно-правових, законодавчих, економічних, освітньо-інформаційних і інших підходів), що набагато ширше за нормативне визначення «управління відходами». Одним із використовуваних термінів у сфері відходів є «поводження з відходами». В Законі України «Про відходи» [2] (5.03.1998), який з 09.07.2023 втратив чинність, під «поводженням з відходами» розуміються дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, транспортування, зберігання, обробку, утилізацію, видалення, знешкодження та захоронення (включаючи контроль за означеними операціями і нагляд за місцями їх розміщення). У зв'язку із цим, словосполучення «управління та поводження з відходами» видається цілком припустимим і використовується у даній роботі.

Досить невизначеним є поняття «твердих побутових відходів», пов'язане з багатогранністю тотожних понять. В Законі України «Про управління відходами» та в «Національній стратегії управління відходами до 2030 року» [3] є термін «побутові відходи», – це змішані та/або роздільно зібрані відходи від домогосподарств, включаючи відходи паперу, картону, скла, пластику, деревини, текстилю, металу, упаковки, біовідходи, відходи електричного та електронного обладнання, відходи батарей та акумуляторів, небезпечні відходи у складі побутових, великогабаритні та ремонтні відходи, а також змішані та/або роздільно зібрані відходи з інших джерел, якщо ці відходи подібні за своїм складом до відходів домогосподарств. Таке визначення прийшло на зміну використовуваному у Законі України «Про відходи» (1998) [2] – це відходи, що утворюються в процесі життєдіяльності людини в житлових та нежитлових приміщеннях і не використовуються в місцях їх накопичення. У чинному Класифікаторі відходів ДК 005-96 [4, 5] такого терміну, як «тверді побутові відходи», також немає. В Правилах надання послуг із збирання та вивезення твердих і рідких побутових відходів [6] (втратив чинність у 2009 р.) зазначено, що ТПВ – відходи, які утворюються в процесі життя і діяльності людини і накопичуються у житлових будинках, закладах соціально-культурного побуту, громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших закладах (це харчові відходи, предмети

домашнього вжитку, сміття, опале листя, відходи від прибирання і поточного ремонту квартир, макулатура, скло, метал, полімерні матеріали тощо) і не мають подальшого використання за місцем їх утворення.

У міжнародній практиці також немає чіткого визначення поняття «тверді побутові відходи», але є ряд пов'язаних з цим поняттям термінів. Так, в країнах Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) використовується поняття «тверді відходи», які включають міське сміття, промислові та комерційні відходи, осад стічних вод, відходи сільськогосподарських і тваринницьких операцій та іншої пов'язаної діяльності, відходи знесення та залишки шахтних робіт. У Законі України «Про відходи» [3], тверді відходи визначаються як «залишки речовин, матеріалів, виробів, товарів, продукції, що не можуть у подальшому використовуватися за призначенням». Це визначення можна вважати узагальненою класифікацією відходів певної консистенції за джерелом утворення. У свою чергу, такими джерелами, на думку деяких авторів, є: домогосподарства; комерційні установи (магазини, ресторани тощо); установи (школи, лікарні, державні установи); підприємства, які виробляють різні види продукції; підприємства, які здійснюють діяльність у сфері сільського господарства та тваринництва. Крім того, проводять різницю між відходами домогосподарств, що описуються як будь-які відходи, що утворюються в домогосподарствах, і муніципальними відходами, які визначаються як будь-які відходи, що збираються муніципальними системами збору сміття. Загалом, таке визначення терміну «тверді муніципальні відходи» у зарубіжній науковій літературі є поширеним. Їх визначають як окремий вид відходів, що утворюється в процесі життєдіяльності людини. Такі відходи називаються твердими муніципальними відходами (*Municipal Solid Waste*) або відходами міських систем. Цей термін широко використовується в західних країнах і США, очевидно, через те, що поводження з ними було обов'язком місцевих органів влади – муніципалітетів. За класифікацією Дж. Пічтела [7], до складу твердих муніципальних відходів (ТМВ) входять: ТПВ або відходи житлового фонду (*residential*); відходи комерційних організацій (*commercial*); відходи громадських установ і організацій (*institutional*); відходи промислових підприємств (*industrial*); відходи містообслуговування. Загальною ознакою для усіх цих видів відходів, окрім розміщення джерел утворення, є те, що організація, управління і відповідальність за утилізацію належить міській владі. Визначення терміну «тверді муніципальні відходи» (*municipal solid waste*) звичайно конкретизується (сміття, зібране комунальними санітарними службами; непридатні для подальшого використання предмети споживання і т. д.), а іноді вони доповнюються будівельним сміттям, а також твердим осадом з міських очисних споруд, медичними відходами, відпрацьованими автомобілями тощо.

Таким чином, поняття «тверді муніципальні відходи» ширше, аніж «тверді побутові відходи», хоча часто ці терміни використовуються як синоніми. Іноді під ТПВ розуміють тільки ті відходи, які продукуються населенням, тобто тільки відходи житлового фонду. В цьому випадку поняття ТПВ тотожно відходам споживання або відходам домогосподарств – термін, що широко використовується у європейському законодавстві [8].

Міжнародними організаціями, зокрема, Програмою ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) та ОЕСР, наводиться таке визначення муніципальних відходів: відходи, що збираються муніципалітетами або за їх дорученням із залученням приватних, або державних служб, включаючи відходи, генеровані домашніми господарствами, комерційними і торговими підприємствами, малим бізнесом, конторськими і іншими установами (школами, лікарнями, державними установами). До них також відносяться великогабаритні відходи (наприклад, предмети домашнього ужитку, старі меблі, матраци) і відходи окремих муніципальних служб, зокрема сміття, що збирається в садово-паркових зонах і на вулицях (вуличне сміття, вміст смітєвих урн, сміття в місцях ринкової торгівлі), якщо воно класифікується як відходи. Це визначення не поширюється на відходи муніципальної каналізаційної мережі та її очисних споруд, муніципального будівництва і зносу будівель. Отже, існують різні визначення ТМВ залежно від національної практики поводження з ними. Тобто критерієм віднесення відходів до ТМВ є не лише джерело утворення, а й особливості управління і поводження з ними [9].

До речі, у «Методичних рекомендаціях з розроблення регіональних програм управління відходами» (РПУВ), затверджених наказом Міністерства екології і природних ресурсів України від 12.04.2019 р. №142 (далі – «Методичні рекомендації») виділяються муніципальні відходи (окремо побутові відходи; відходи інфраструктури населених пунктів) [10].

При існуючій системі управління та поводження з ТМВ в Україні, за винятком, можливо, великих міст, поняття ТМВ і ТПВ практично тотожні. За умов функціонування ефективної системи поводження з ТМВ, ТПВ виступають як частина загального їх потоку, що доповнюється і іншими видами відходів (рис. 1.1).

Враховуючи те, що в українській практиці до складу ТПВ включають лише відходи, які утворюються в процесі життєдіяльності людини в житлових та нежитлових приміщеннях, то для сумісності термінів, що застосовуються у зарубіжній та вітчизняній практиці, більше підходить ще один поширений закордонний термін – побутові відходи (*Household Waste*), тобто відходи, що утворюються безпосередньо і лише в домогосподарствах.

- 2) недосконалість сформованих в Україні інфраструктури і практики збору та видалення ТПВ, які не передбачають селективне збирання корисних компонентів відходів як вторинної сировини;
- 3) низький рівень створення необхідних умов для стимулювання залучення населення до збирання і заготівлі окремих видів відходів як вторинної сировини;
- 4) відсутність ефективного контролю над потоками відходів, що унеможливує отримання достовірної інформації щодо обсягів утворення, використання відходів, стану внутрішнього ринку вторинних ресурсів і ускладнює прийняття обґрунтованих рішень з регулювання цього ринку.

Тим не менш, протягом останніх п'яти років відбувається істотне реформування нормативно-законодавчої бази України у сфері ТПВ. Початком можна вважати поправку до ст. 32 Закону України «Про відходи» [2] щодо заборони захоронення неперероблених ТПВ з 1 січня 2018 р., що відповідає вимогам Директив 1999/31/ЄС та 2008/98/ЄС. Але за відсутністю механізму практичної реалізації та невизначеністю терміну «неперероблені відходи» ця вимога Закону фактично не виконувалася. Далі у 2017 р. затверджено «Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року» [3], для виконання якої розроблений проект Національного плану управління відходами до 2030 року (затверджений 20.02.2019 р., далі – Національний план). Наступним етапом стало прийняття 20.06.2022 Закону України «Про управління відходами» [1]. Цей Закон України, Національна стратегія (2017), а також Національний план передбачають сучасний підхід до формування нормативно-законодавчого поля в сфері управління та поводження з відходами. Зокрема, зміни торкнулись окремих визначень, наприклад, з'явилося визначення муніципальних відходів, частиною яких є ТПВ. Загалом, термінологія узгоджена з використовуваною у ЄС. Проаналізуємо зміни у термінології Закону України «Про відходи» (втратив чинність) та Закону України «Про управління відходами» (табл. 1.1-1.2).

В табл. 1.1 та 1.2 наведені найбільш важливі, на нашу думку, терміни та їх визначення. Очевидно, що новий термінологічний апарат з управління відходами не є досконалим, має певні недоліки (наприклад, відсутність таких термінів, як «утилізація», «поводження з відходами»), але відповідає сучасному європейському законодавству, зокрема, Директиві 98/2008/ЄС. Термін «поводження з відходами» в редакції Закону України «Про відходи» є більш повним і може бути замінений на «управління відходами». Натомість треба визначитися з терміном «поводження з відходами», до якого у Законі України «Про управління відходами» є найбільш наближений аналог визначення, запозичений з Директиви 2008/98/ЄС – «treatment», тобто «оброблення відходів» – здійснення операцій з відновлення або видалення відходів, включаючи попередню підготовку до них [12].

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика основних визначень з базових Законів України «Про відходи» та «Про управління відходами»

Термін	Закон України «Про відходи» (5.03.1998) [2]	Закон України «Про управління відходами» (20.06.2022) [1]
Управління відходами	немає	збирання, перевезення, оброблення відходів, включаючи нагляд за такими операціями та подальший догляд за об'єктами видалення відходів
Операції управління відходами	3 немає	збирання, перевезення, відновлення та видалення відходів
Поводження відходами	3 дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення, перероблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення	немає
Операції поводження відходами	3 збирання, перевезення, зберігання, сортування, оброблення (перероблення), утилізація, видалення, знешкодження і захоронення відходів	немає
Небезпечні відходи	відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища (НПС) і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними	відходи, що мають одну чи більше властивостей, що роблять їх небезпечними, наведених у Переліку властивостей, що роблять відходи небезпечними
Розширена відповідальність виробника	немає	операція з відновлення, у результаті якої відходи переробляються у продукцію, матеріали або речовини для їх використання за первинною або іншою метою.

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика визначень різних операцій управління та поводження з відходами з базових Законів України «Про відходи» та «Про управління відходами»

Термін	Закон України «Про відходи» (5.03.1998) [2]	Закон України «Про управління відходами» (20.06.2022) [1]
Оброблення відходів	здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних із зміною фізичних, хімічних чи біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації чи видалення	операція з відновлення або видалення відходів, включаючи підготовку відходів до таких операцій
Утилізація відходів	використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів	немає
Відновлення відходів	немає	операція, у результаті якої відходи використовуються для корисних цілей, замінюючи матеріали, які мали бути використані для виконання певної функції або які підготовлені для виконання цієї функції на підприємстві чи в іншій господарській діяльності
Рециклінг	немає	операція з відновлення, у результаті якої відходи переробляються у продукцію, матеріали або речовини для їх використання за первинною або іншою метою.
Захоронення відходів	остаточне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив відходів на НПС та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів	розміщення відходів на поверхні чи під поверхнею (підземне) землі у спосіб, що не становить загрози здоров'ю людей та НПС у і не передбачає подальше оброблення відходів

1.1 Державні та міжнародні концепції використання ресурсного потенціалу побутових відходів

Система управління та поводження з ТПВ повинна ґрунтуватися на принципах циркулярної економіки (ЦЕ), тобто моделі виробництва та споживання, яка включає спільне використання, лізинг, повторне використання, ремонт, переобладнання та переробку матеріалів і продуктів упродовж тривалого періоду часу. За влучним визначенням, ЦЕ – це коли утворення відходів буде зведено до мінімуму, а повторне використання ресурсів, сировини і матеріалів — до максимуму [13]. Зазначимо, що з 2015 р. у ЄС розпочато перехід до цієї нової моделі виробництва і споживання. План дій ЄС щодо ЦЕ був прийнятий 11 березня 2020 року [13]. Метою цього плану є скорочення споживання в ЄС та подвоєння повторного використання ресурсів у найближчі десятиліття, але не за рахунок економічної рецесії. План дій описує конкретні прийоми, що можуть бути застосовані на протязі всього ЖЦ продукції – від проектування та виробництва до споживання, ремонту, повторного використання, переробки та повернення ресурсів в економіку. Цей План Дій сприятиме досягненню Цілей сталого розвитку до 2030 року, зокрема, Цілі 12 щодо забезпечення моделей сталого споживання та виробництва. Структура Плану Дій представлена в табл. 1.3.

Зазначимо, що наразі в ЄС відбувається переосмислення завдань основних Директив та принципів ієрархії управління відходами, зокрема, через неможливість досягнення цільових показників.

Відповідно до концепції ЦЕ, практично всі компоненти ТПВ повинні повторно використовуватися у виробництві нової продукції, що дозволить мінімізувати негативний вплив на довкілля та раціонально використовувати природні ресурси.

По всьому світу місцеві уряди та екологічні агенції зробили запобігання утворенню відходів своїм пріоритетом. До «Порядку денного» увійшли принципи «мінімізувати», «використовувати повторно» та «рециклювати» (так звані 3R – reduce, reuse та recycle). Хоча на сьогодні перелік цих принципів розширився до 7, охоплюючи довиробничі процеси (переосмислення і редизайн) та споживання продукту. Важливо зазначити, що ця концепція не лише кореспондується із цілями сталого розвитку ООН, але й заохочує країни та бізнес впроваджувати інновації. Це також відповідає концепції «нульових відходів» (англ. – zero waste), яка має на меті зменшення кількості ТПВ, а також розробку та управління продуктами і процесами для зменшення обсягу і уникнення небезпеки відходів та матеріалів.

Таблиця 1.3 – План Дій ЄС щодо циркулярної економіки [13]

1. Виробництво					
Виробничий дизайн (екодизайн): робить продукцію довговічнішою або легшою для ремонту, модернізації чи переробки.		Виробничі процеси: спрямовані на зменшення споживання ресурсів і впливу на навколишнє середовище, зокрема, мінімізацію утворення відходів, шляхом впровадження найкращих доступних технологій			
2. Споживання					
подовження терміну служби продукту завдяки повторному використанню та ремонту, отже, уникненню втрат		стале споживання та зменшення утворення побутових відходів			
3. Управління відходами					
визначає, як ієрархія відходів ЄС (від запобігання, підготовки до повторного використання, переробки та рекуперації енергії до утилізації) реалізується на практиці					
збільшення цільових показників переробки паковальних матеріалів	сприяння добровільній сертифікації об'єктів з переробки певних ключових видів відходів (наприклад, електронних відходів, пластику)	інновації у збиранні та сортуванні відходів	умови для підвищення рівня переробки завдяки роздільному збору відходів	ініціатива "відходи в енергію" означає, що відновлення енергетичного вмісту відходів є кращим варіантом, ніж їх захоронення	вдосконалення розрахунку глибини переробки
4. Від відходів до ресурсів: стимулювання ринку вторинної сировини та повторного використання					
стандарти якості для вторинної сировини	достатній попит на вторинну сировину	умови використання органічних відходів як добрив	транскордонний обіг вторинної сировини	зв'язок із законодавством про хімічні речовини для просування циклів нетоксичних матеріалів	
5. Пріоритетні напрямки					
пластики	харчові відходи	критично важлива сировина	відходи будівництва та зносу	біомаса та продукти на основі біомаси	
6. Інновації, інвестиції та інші горизонтальні заходи					
потрібні нові технології, процеси, послуги та бізнес-моделі; підтримка досліджень та інновацій стане основним фактором стимулювання переходу до ЦЕ					
7. Моніторинг прогресу на шляху до циркулярної економіки					
розробка системи моніторингу для ЦЕ, призначена для ефективного вимірювання прогресу на основі достовірних і наявних даних					

Директива 2008/98/ЄС [14] встановлює ієрархію бажаного управління та поводження з відходами: запобігання утворенню відходів → підготовка до повторного використання → рециклінг; → інші операції з відновлення (у т. ч. відновлення з одержанням енергії → видалення. Ця європейська п'ятиступенева ієрархія управління відходами, яка задекларована у «Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» [3].

Найкращим є перший рівень → запобігання (попередження) утворення відходів; за ним іде підготовка до повторного використання; наступні рівні – рециклінг відходів або їх відновлення. Останній, найменш бажаний, варіант – це захоронення відходів на звалищах та полігонах та сміттєспалювання (рис. 1.2).

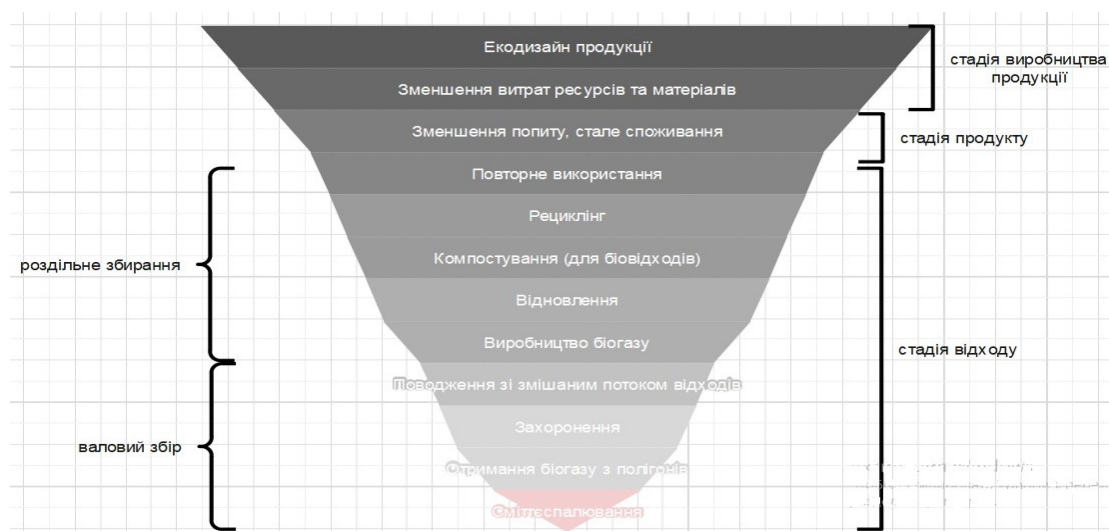


Рисунок 1.2 – Ієрархія методів поводження з ТПВ
(Директива 2008/98/ЄС та Плану дій з циркулярної економіки [13, 14])

Це найменш сприятливий варіант поводження з відходами. В рамках концепції ЦЕ енергія від спалювання має використовуватися з користю, наприклад, для опалення будівель. В іншому разі це буде прирівняне до видалення.

Для повної термінологічної ясності, слід нагадати, що згідно Директиви 2008/98/ЄС [14]:

- 1) «запобігання утворенню» – заходи, вжиті перед тим, як речовина, матеріал або продукт стануть відходами, та які зменшують: кількість відходів, включаючи ті, що утворені після переробки продуктів чи продовження ЖЦ продуктів; несприятливий вплив відходів на довкілля та здоров'я людини; вміст шкідливих речовин у матеріалах та продуктах;
- 2) «повторне використання» – будь-яка операція, коли продукти або їх складові, що не є відходами, використовуються повторно з тією самою

метою, для якої вони були призначені;

3) «утилізація» – будь-яка операція, в результаті якої відходи приносять користь, замінюючи інші матеріали, які в іншому випадку були б використані для виконання конкретної функції, або відходи, приготувані для виконання такої функції на підприємстві або для більш масштабної економіки;

4) «рециклінг» – операція з утилізації, коли відходи переробляються в продукти, матеріали або речовини для первинної чи іншої мети. Вона включає переробку органічного матеріалу, але не відновлення енергії чи переробку в матеріали, що будуть використовуватися як паливо чи заповнювачі.

5) «ліквідація» – будь-яка операція, що не є утилізацією, навіть якщо внаслідок такої операції додатково відбувається процес утилізації речовин або енергії.

Як в Національній стратегії (2017) [3], так і в Законі України «Про управління відходами» [1] зазначені основи управління та поводження з ТПВ в Україні, які ґрунтуються на ієрархії управління відходами (Директива 2008/98/ЄС). У відповідності до Закону України «Про управління відходами» [1], ієрархія управління відходами впроваджується центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами та організаціями з метою (у порядку пріоритетності):

- 1) запобігання утворенню відходів;
- 2) підготовки відходів до повторного використання;
- 3) рециклінгу;
- 4) відновлення відходів (у тому числі виробництва енергії);
- 5) видалення відходів.

Запобігання утворенню відходів досягається реалізацією таких заходів:

- 1) заохочення та підтримка сталого виробництва і споживання продукції;
- 2) заохочення проектування, виробництва та використання ресурсоефективної та більш довговічної продукції, у тому числі подовження строку її використання, а також продукції, придатної до ремонту, повторного використання та модернізації;
- 3) виділення з відходів сировини, яка може бути використана повторно;
- 4) забезпечення доступності запасних частин, інструкцій з експлуатації, технічної інформації чи інших інструментів, обладнання або програмного забезпечення, що дозволяють проводити ремонт і забезпечують повторне використання продукції без зниження рівня її якості та безпечності функціонування;
- 5) зменшення обсягів утворення відходів з урахуванням впровадження найкращих доступних технологій і методів управління у процесі промислового виробництва;

- 6) зменшення вмісту небезпечних речовин у продукції відповідно до технічних регламентів;
- 7) зменшення утворення відходів, непридатних з технічних чи економічних причин до рециклінгу або інших операцій з відновлення відходів;
- 8) визначення продукції, яка є основним джерелом засмічення НПС, та вжиття відповідних заходів для запобігання та зменшення утворення відходів такої продукції;
- 9) проведення інформаційних кампаній для підвищення обізнаності громадськості з питань запобігання утворенню відходів та забрудненню навколишнього природного середовища;
- 10) створення суб'єктами господарювання, органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування відповідно до компетенції та забезпечення діяльності пунктів приймання відходів продукції для ремонту та підготовки їх до повторного використання;
- 11) зменшення обсягів утворення відходів харчових продуктів у роздрібних та інших торговельних мережах, закладах громадського харчування та домогосподарствах.

Забезпечення підготовки відходів до повторного використання, рециклінгу та інших операцій з відновлення відходів здійснюється шляхом створення та діяльності об'єктів оброблення відходів, запровадження економічних інструментів та встановлення цільових показників із збирання, підготовки відходів до повторного використання, рециклінгу або інших операцій з відновлення відходів, а також інших заходів. Для вдосконалення підготовки відходів до повторного використання, забезпечення високоякісного рециклінгу та інших операцій з відновлення відходи підлягають роздільному збиранню та не повинні змішуватися з іншими відходами або матеріалами, що мають різні властивості. Роздільне збирання відходів у населених пунктах здійснюється для таких видів відходів, як папір і картон, пластик, скло, метал. При цьому створюються умови для забезпечення роздільного збирання біовідходів, текстилю, небезпечних відходів у складі побутових та інших видів відходів, що підлягають роздільному збиранню. Роздільно зібрані відходи, призначені для підготовки до повторного використання та рециклінгу, не можуть видалятися шляхом спалювання чи в інший спосіб, крім відходів, що утворюються внаслідок сортування або інших операцій з оброблення роздільно зібраних відходів та відходів, непридатних до повторного використання та рециклінгу. Небезпечні речовини, суміші та складові (компоненти) видаляються з відходів до або у процесі відновлення.

Національною Стратегією (2017) [3] визначаються цільові показники щодо повторного використання та рециклінгу ТПВ (рис. 1.3). Цільові показники щодо підготовки до використання та рециклінгу побутових відходів відповідно до ст. 37 Закону України «Про управління відходами» представлені на рис. 1.4.

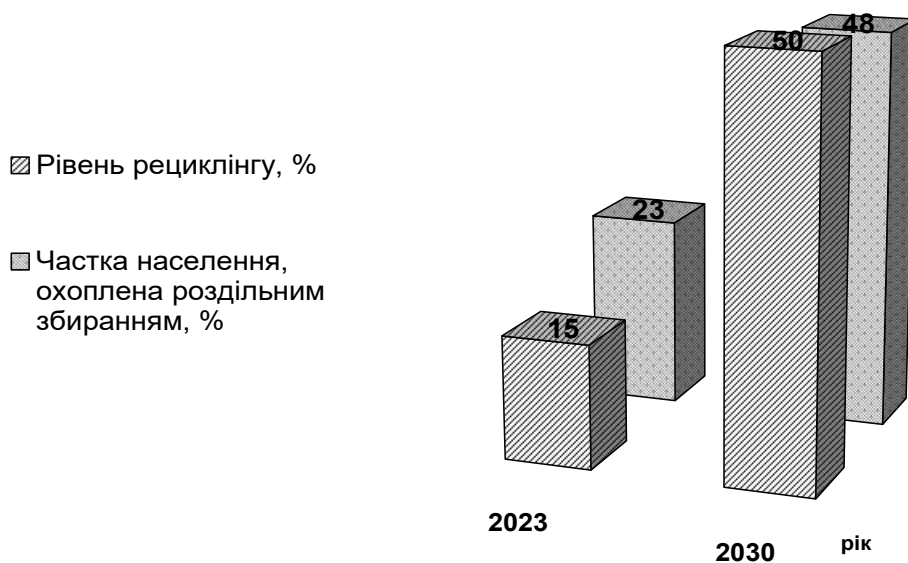


Рисунок 1.3 – Цільові показники з рециклінгу побутових відходів відповідно до Національної стратегії (2017) [3]

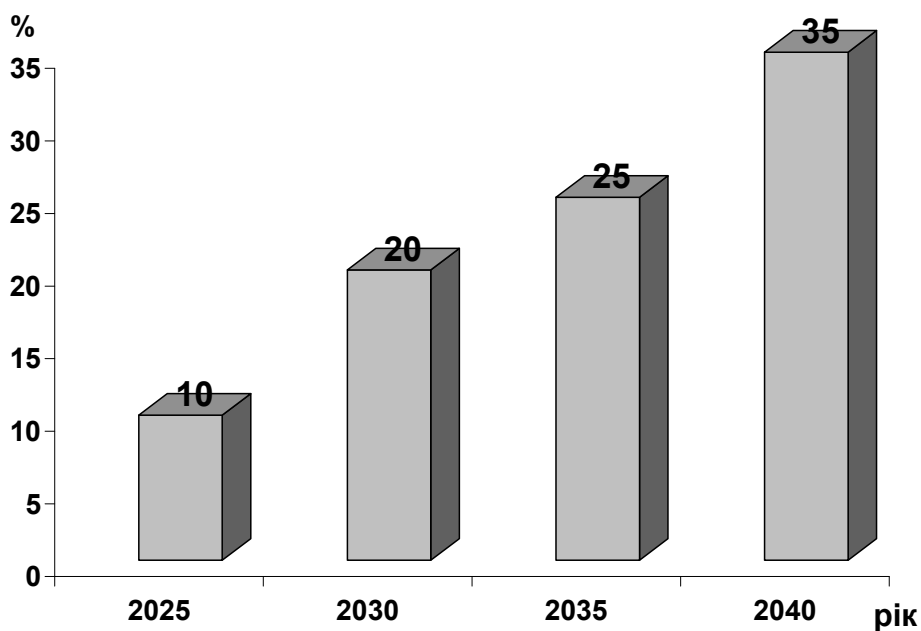


Рисунок 1.4 – Цільові показники з рециклінгу побутових відходів відповідно до Закону України «Про управління відходами» [1]

Окрім загальних показників рівня рециклінгу ТПВ, Національна стратегія (2017) містить певні вимоги до стандартів виробництва продукції, переробки відходів, дизайну упаковки тощо. Так, наприклад, до 2030 року в Україні мають переробляти 70% усіх паковань, що виходять на ринок, 55% пластику, 85% паперу та картону. Отже, до 2030 року планують створити 800 нових потужностей із переробки вторинної

сировини, утилізації та компостування біологічних відходів. Обсяг захоронення ТПВ до 2030 року має зменшитися з 95% до 30%, а загальний обсяг захоронених відходів – з 50% до 35%. Крім того, в Україні буде діяти мережа з 50 регіональних полігонів, які відповідатимуть вимогам Директиви ЄС [3]. Однак, як зазначено в самому документі [3], сучасні способи управління побутовими відходами в Україні орієнтовані на полігонне захоронення відходів, їх розміщення на сміттєзвалищах та/або стихійних сміттєзвалищах, більшість з яких не відповідають вимогам екологічної безпеки та мають низький технологічний рівень.

Складові системи поводження з ТПВ (збирання, транспортування, сортування, оброблення, видалення тощо) охарактеризовані у багатьох опублікованих роботах, у тому числі в [15, 16].

1.2 Принципи класифікації побутових відходів

Передумовою формування системи поводження з ТПВ в регіонах України є їх класифікація. В Україні з 1996 р. введено в дію Класифікатор відходів ДК 005-96 [4], який входить у державну систему класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації. В цьому Класифікаторі заковдані види відходів за галузевою ознакою, а також види послуг, пов'язаних з ними. Всі вони описані, мають специфічні 8-значні цифрові індекси, кожен знак якого означає певну класифікаційну ознаку. Побутові відходи у цьому класифікаторі віднесені до розділу «Відходи від надання послуг» та класифіковані за номером 7720.3.1.01 «Відходи комунальні (міські) змішані, в т. ч. сміття з урн».

З 2021 р. розпочата розробка проекту Національного класифікатору відходів НК 005:2021 «Класифікатор відходів», а у січні 2023 р. з'явився проект Постанови КМУ «Про затвердження порядку класифікації відходів та Національного Переліку відходів», який був затверджений Постановою КМУ №1102 від 20.10.2023 [17]. Законом України «Про управління відходами» передбачено, що класифікація здійснюється відповідно до Національного переліку відходів і Порядку класифікації відходів з урахуванням Переліку властивостей, що роблять відходи небезпечними. Порядок визначає процедуру проведення класифікації відходів за видами та властивостями з метою належного управління відходами, запобігання або зниження їх негативного впливу на здоров'я людей та НПС, загального кодування відходів, включаючи класифікацію небезпечних відходів, використання під час ліцензування або видачі документів дозвільного характеру у сфері управління відходами, при державному обліку, статистичній звітності. Отже, структура Національного переліку відходів складається з 20 груп відходів, кожна з яких має поділ на підгрупи та види відходів. Група 20 охоплює побутові відходи (відходи домогосподарств та подібні відходи комерційних організацій, промислових підприємств,

установ тощо), включаючи окремо зібрані фракції (для прикладу наведемо структуру групи у табл. 1.4) [17].

Як зазначалося раніше, однією з класифікаційних ознак, за якою зазвичай розділяють відходи у розвинених країнах, є спільність підходів щодо управління та поводження з ними. Наприклад, загальний потік ТМВ може бути диференційований на такі групи: 1) органічні, що підходять для компостування; 2) вторинна сировина (розподілена на види); 3) інші відходи, що потенційно можуть бути виділені із загального потоку (та розподілені на види); 4) інші види матеріалів.

Для закордонних класифікацій ТМВ характерне і особливо важливе виділення потоку небезпечних та електронних відходів, а також їх подальша класифікація з метою виокремлення даного потоку та, за необхідності, окреме збирання певних видів небезпечних відходів. До речі, Європейським законодавством визначено, що пріоритетним напрямком поводження з небезпечними відходами є перешкоджання змішуванню з іншими видами відходів.

Враховуючи це, нами представлена така диференціація потоку ТПВ, що може прийматися за основу для формування ефективної системи управління відходами. Отже, загальний потік ТПВ складається з [9,18-20]:

А) органічних відходів, що легко розкладаються (харчові відходи, опале листя, відходи від обстригання зелених огорож, газонів та обрізання дерев,

а також надлишковий активний мул);

Б) великогабаритних відходів;

В) потенційних ВМР (відходів контейнерного збору);

Г) небезпечних відходів (рис. 1.3).

Небезпечні відходи можна класифікувати за:

1 – за хімічними властивостями;

2 – за механічними властивостями;

3 – за епідеміологічними властивостями.

За морфологічним складом небезпечні відходи класифікуються як:

Д) – відпрацьовані засоби пересування, зв'язку, холодильного і пічного обладнання, великогабаритні за частини, меблі та будівельні відходи;

Е) – відпрацьоване електричне та електронне обладнання, упаковка, зношені спецодяг, одяг та взуття, картон та макулатура, скло, фаянс, кераміка тощо;

Є) – Нг-місткі прилади, акумулятори, джерела електроживлення, люмінесцентні лампи, економ-лампи, непридатні медикаменти;

Ж) – балони, аерозольні упаковки;

З) – предмети та матеріали, які контактували з біологічними рідинами, анатомічні відходи тощо.

Таблиця 1.4 – Структура групи відходів 20 (побутові відходи) з
Переліку відходів (* - небезпечні відходи)

20	Побутові відходи (відходи домогосподарств та подібні відходи комерційних організацій, промислових підприємств, установ), включаючи окремо зібрані фракції
20 01	Окремо зібрані фракції (за винятком 15 01)
20 01 01	Папір та картон
20 01 02	Скло
20 01 08	Кухонні відходи та відходи підприємств громадського харчування, що піддаються біологічному розкладу
20 01 10	Одяг
20 01 11	Текстиль
20 01 13*	Розчинники
20 01 14*	Кислоти
20 01 15*	Луги
20 01 17*	Фотохімічні препарати
20 01 19*	Пестициди
20 01 21*	Люмінесцентні лампи та інші ртутьвмісні відходи
20 01 23*	Списане обладнання, яке містить хлорофторовуглець
20 01 25	Харчові олії та жири
20 01 26*	Олія та жир інші, ніж зазначені в 20 01 25
20 01 27*	Фарби, чорнила, клеї та смоли, які містять небезпечні речовини
20 01 28	Фарби, чорнила, клеї та смоли інші, ніж зазначені в 20 01 27
20 01 29*	Миючі засоби, які містять небезпечні речовини
20 01 30	Миючі засоби інші, ніж зазначені в 20 01 29
20 01 31*	Цитотоксичні та цитостатичні медикаменти
20 01 32	Медикаменти інші, ніж зазначені в 20 01 31
20 01 33*	Батареї і акумулятори включені в 16 06 01, 16 06 02, 16 06 03, та невідсортовані батареї і акумулятори, що містять ці батареї
20 01 34	Батареї та акумулятори інші, ніж зазначені в 20 01 33
20 01 35*	Списане електричне і електронне обладнання інше, ніж зазначено в 20 01 21 та 20 01 23, що містить небезпечні компоненти
20 01 36	Списане електричне і електронне обладнання інше, ніж зазначене в 20 01 21, 20 01 23 та 20 01 35
20 01 37*	Деревина, що містить небезпечні речовини
20 01 38	Деревина інша, ніж зазначена в 20 01 37
20 01 39	Пластмаса
20 01 40	Метал
20 01 41	Відходи від очищення димових труб
20 01 99	Інші відходи цієї підгрупи
20 02	Садові та паркові відходи (включаючи відходи кладовищ)
20 02 01	Відходи, що піддаються біологічному розкладу
20 02 02	Ґрунт і каміння
20 02 03	Інші не здатні до біологічного розкладу відходи
20 03	Інші побутові відходи
20 03 01	Змішані побутові відходи
20 03 02	Відходи ринків
20 03 03	Сміття (залишки) від прибирання вулиць
20 03 04	Шлами септичних ємностей
20 03 06	Відходи від очищення стічних вод
20 03 07	Великогабаритні відходи
20 03 99	Інші побутові відходи цієї підгрупи

До органічних відходів, що легко розкладаються (А), відносяться відходи ринків, міських зелених господарств, муніципальної мережі харчування, каналізаційної системи, відходи домогосподарств. Наприклад: харчові відходи, опале листя, відходи від обстригання зелених огорож, газонів та дерев, надлишковий активний мул (з обов'язковим контролем в ньому іонів важких металів).

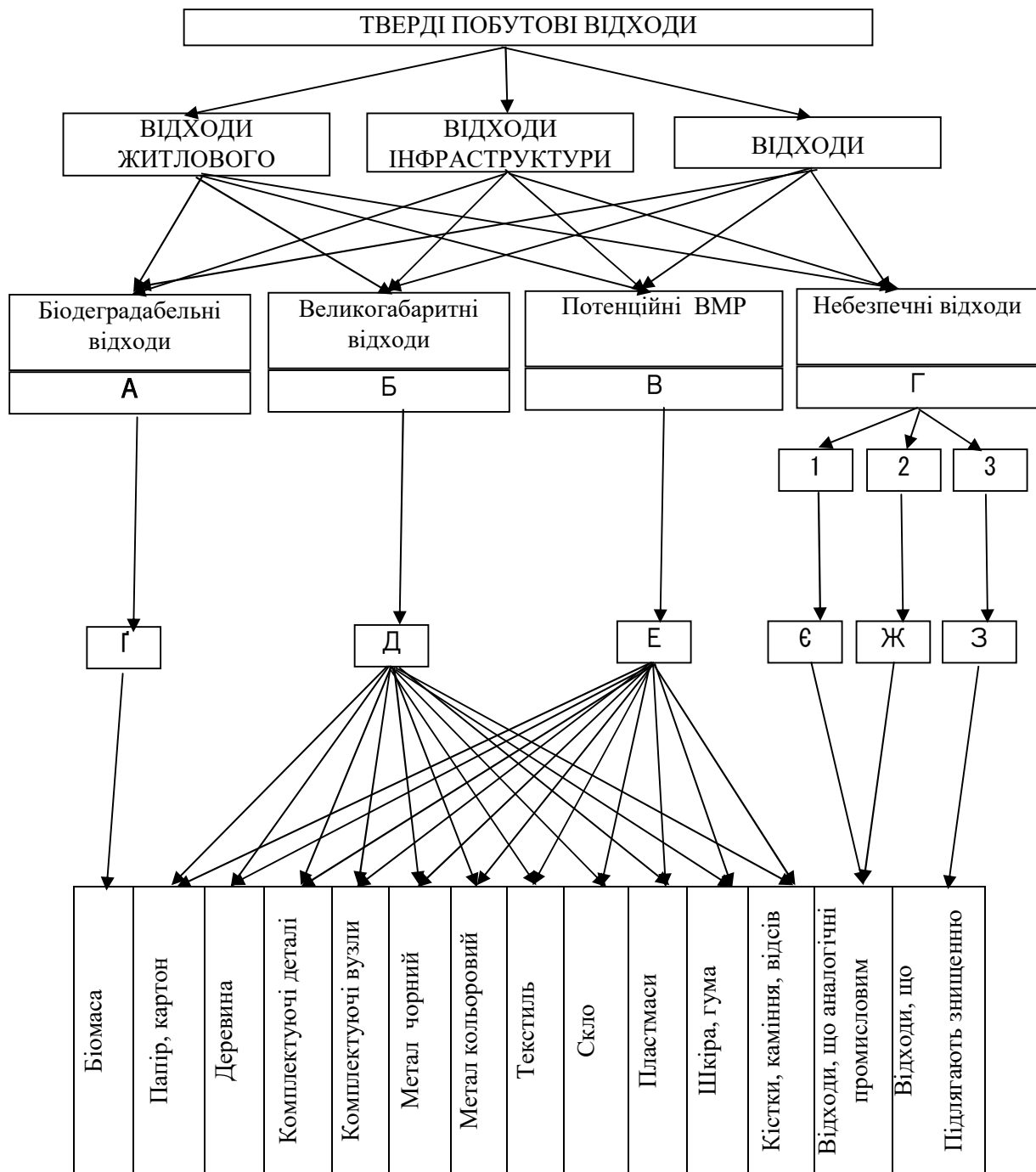
До великогабаритних відходів (Б) відносяться ті, габарити яких перевищують 50 см за будь-яким з показників розміру і не підлягають збору в контейнери об'ємом 1,1 м³. Утворюються такі відходи в мережі харчування, при проведенні будівельно-ремонтних робіт, у муніципальних системах транспорту, зв'язку, водоканалу. Приклади відходів – відпрацьовані засоби пересування та їх складові (велосипеди, мотоцикли, автомашини, тролейбуси, трамваї, шини тощо), відпрацьоване обладнання системи харчування (холодильне і пічне), великогабаритні відпрацьовані за частини, меблі, будівельні відходи тощо.

До потенційних ВМР (відходів контейнерного збору) відносяться відходи домоволодінь, торговельної мережі, медичних установ, банків, навчальних закладів, відпрацьоване обладнання системи зв'язку. Наприклад: упаковка, зношені спецодяг, одяг та взуття, картон і макулатура, склобій, фаянс і кераміка, кістки, гума, відпрацьоване електричне та електронне обладнання як індивідуального, так і муніципального користування.

Небезпечні відходи (Г) поділяють за властивостями на 3 види:

- 1) хімічні (*Hg*-місткі прилади, акумулятори, джерела електроживлення, люмінесцентні лампи, економ-лампи, непридатні медикаменти тощо);
- 2) фізичні (балони, аерозольні упаковки тощо);
- 3) епідеміологічні (предмети та матеріали, що контактували з біологічними рідинами, анатомічні відходи тощо).

Певна невизначеність в термінології сприяла власній розробці та класифікації понять: тверді побутові відходи; небезпечна складова ТПВ; медичні відходи; відходи електричного та електронного обладнання [9]. При виборі найбільш прийнятних методів переробки, утилізації і видалення ТПВ та їх небезпечної складової їх необхідно класифікувати, тобто слід здійснити процес упорядкування даних про них залежно від цілей, спираючись на те, що класифікація – це підґрунтя системи управління та поводження з різноманітними відходами.



Пояснення до рисунку:

За місцем утворення: А - відходи ринків, зеленгоспів, мережі харчування, каналізації та домогосподарств; Б - відходи системи зв'язку, мережі харчування, водоканалу, транспортної системи та будівництва; В - відходи банків, медичних закладів, обладнання системи зв'язку, торговельної мережі, домогосподарств та учбових закладів; Г – складові відходів домогосподарств, медичних закладів, транспорту та житлово-комунальних контор.

Рисунок 1.3 – Класифікація твердих побутових відходів [9, 21]

1.3 Сучасний стан сфери поводження з твердими побутовими відходами в Україні

Накопичення відходів у довкіллі, яке особливо інтенсивно відбувається протягом останнього сторіччя, характеризується значним впливом на якість природних ресурсів, а також стан здоров'я населення. На сьогодні у світі обсяг утворення ТПВ становить 2,01 млрд. т, в середньому на 1 людину утворюється 0,74 кг/добу (показник змінюється від 0,11 до 4,54 кг/добу) [22, 23]. В країнах з розвинутою економікою цей показник сягає 340-800 кг відходів на душу населення, і залежить, головним чином, від статку населення (ВВП на душу населення) та рівня урбанізованості країни. Однак в Україні, яку все частіше відносять до країн, що розвиваються, цей показник наближається до показників країн – світових економічних лідерів і становить 270 кг на душу населення країни [15]. Враховуючи це, видається, що проблема пошуку ефективних рішень у сфері управління та поводження з ТПВ залишається актуальною як для України, так і для інших країн світу.

Одним з показників, що вказують на необхідність вирішення проблема ТПВ в Україні, є обсяги утворення, які постійно зростають. Так, у 2019 році обсяги утворення ТПВ склали 11,86 млн. т, що склало 280,5 кг на одного жителя. У 2022 р. утворилося 39 млн. м³ ТПВ або понад 7 млн. т ТПВ. Послугами вивезення відходів охоплено лише близько 78% населення України. Домінуючим методом поводження з відходами є захоронення на полігонах і звалищах. У 2022 році перероблено та утилізовано близько 9,9% побутових відходів, з них: 1,66% спалено, а 8,24% побутових відходів потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєсортувальні лінії [24].

У ЄС такі статистичні показники зовсім інші: в середньому на 1 мешканця припадає 527 кг ТПВ за рік (станом на 2021 р.). Рівень рециклінгу ТПВ дуже різниться в залежності від країни, але, в середньому, оцінюється на рівні 49,6% у 2021 р. На полігони спрямовуються до 40 % загальної маси зібраних ТПВ, інші відходи спалюють [25]. В країнах ЄС на найближчі десятиліття було встановлено низку амбітних цілей щодо переробки відходів. До 2030 року держави-члени ЄС юридично зобов'язані переробляти (або готувати до повторного використання) до 60% ТМВ, що утворюються до 2030 року. Відповідно до цілей Директиви 2008/98/ЄС, залишкові муніципальні відходи повинні бути скорочені на 50% до того ж року, приблизно до 56,5 млн. т. Однак наразі ЄС не в змозі досягти цієї мети без зменшення обсягів утворення відходів. Це означає, що лише переробки відходів недостатньо для вирішення проблеми відходів, і що необхідно терміново вживати заходів для запобігання їх утворенню. Очевидно, що з цієї причини у 2023 р. з'явилася пропозиція щодо перегляду цільових показників Директиви 2008/98/ЄС.

Станом на 2022 рік, в Україні налічується приблизно 5735 полігонів та звалищ, з них перевантажено 163 од. (2,8%), а 693 од. (12%) не відповідають нормам екологічної безпеки. За оцінками експертів, європейським вимогам не відповідають понад 99% полігонів. Накопичення відходів на полігонах і звалищах призводить до забруднення атмосфери, ґрунтів, підземних вод і поверхневих водойм, впливає на функціонування екосистем, завдає шкоди сільському господарству, а викиди звалищного газу впливають на зміну клімату. Через недосконалу систему поводження з відходами у 2022 р. було виявлено 14,7 тис. несанкціонованих звалищ, які займають площу 0,6 тис. га, з них ліквідовано – 12,4 тис. несанкціонованих звалищ площею 0,36 тис. га [24].

Отже, наслідки сучасного стану сфери управління та поводження з ТПВ полягають у значному забрудненні довкілля відходами та продуктами їх деструкції як результат захоронення 90% утворених відходів. В той самий час на полігонах та звалищах втрачають ресурсну цінність мільйони тон потенційних ВМР, на які є попит у переробників.

Основними показниками, що характеризують ситуацію з ТПВ, є питоме утворення відходів та кількість і площа звалищ в Україні [12]. На рис. 1.4 представлена динаміка зміни питомого утворення ТПВ на основі довідникових даних про норми накопичення ТПВ, норми надання послуг з вивезення ТПВ та розраховані за даними Мінрегіону України за 2018 та 2022 р.

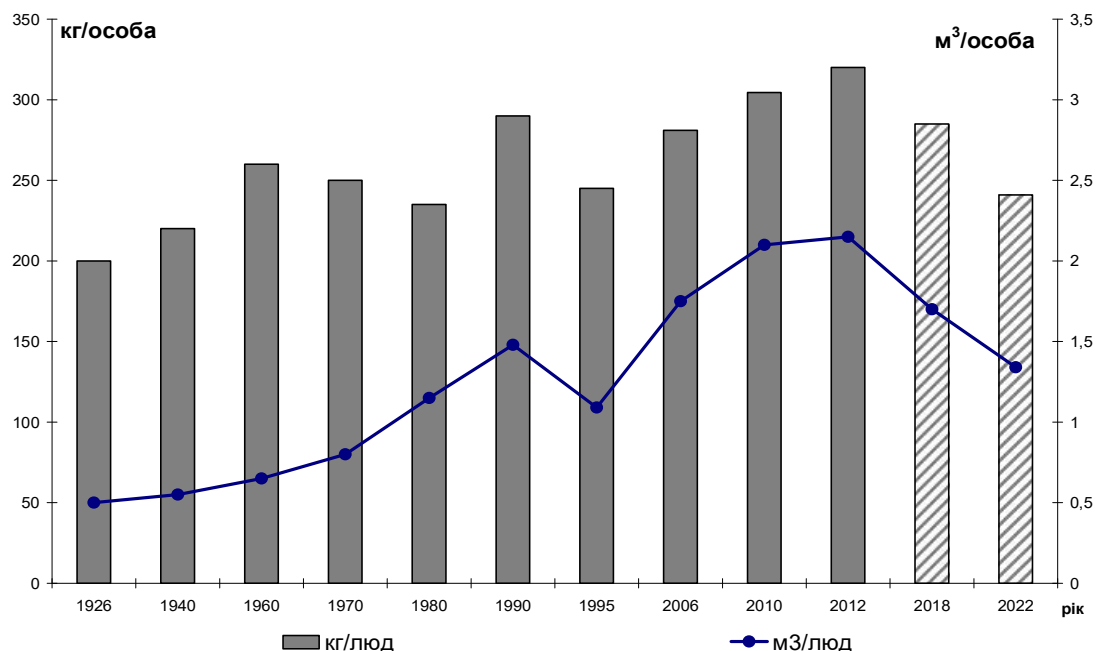


Рисунок 1.4 – Динаміка зміни питомого утворення твердих побутових відходів в Україні

Як бачимо, норми накопичення ТПВ за період з 1926 по 2018 рр. зросли в 3,5 рази за обсягом і в 1,4 рази за масою. Але, починаючи з 2012 р., за нашими розрахунками, питоме утворення відходів зменшилося на 25% за масою і на 38% за об'ємом за період 2012-2022 рр. Можливо, це пов'язано з переходом на розрахункові дані, неточністю визначення обсягів утворення відходів та кількості населення станом на кінець 2022 р. Зазначимо, що за 2022 р. частково відсутні дані з тимчасово окупованих територій і з територій активних бойових дій.

Рис. 1.5 ілюструє часову динаміку показників, що стосуються площі та кількості місць захоронення відходів, а також обсягів утворення ТПВ. Так, за період 1998-2022 рр. кількість місць захоронення в Україні зросла у 8,2 р., за період з 2003-2022 рр. площа полігонів та звалищ зросла в 1,5 р. Очевидно, що зростання обсягів утворення ТПВ і домінування захоронення супроводжується збільшенням кількості та загальної площі місць захоронення.

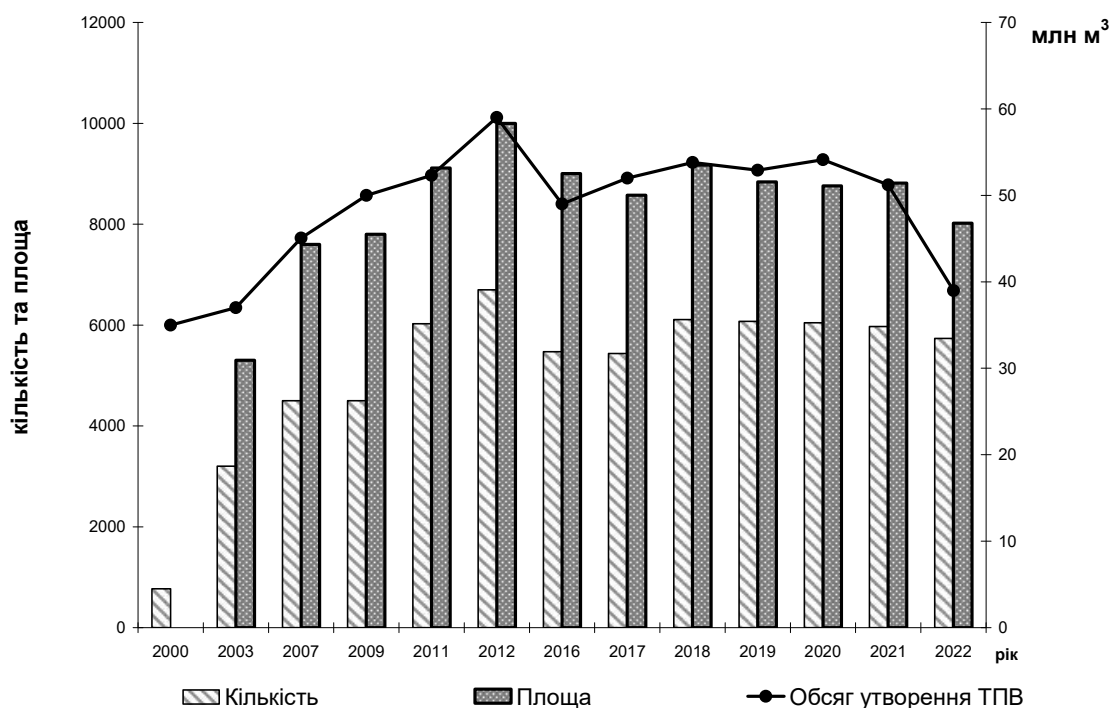


Рисунок 1.5 – Динаміка зміни об'ємів утворених побутових відходів, а також кількості та площі місць захоронення

Наявні місця захоронення давно вичерпали свій ресурс, розрахований на 15-20 років експлуатації, здебільшого не відповідають національним вимогам з екологічної безпеки і тим більше європейським. У відповідності до завдань Національної стратегії (2017) [3] і Закону України «Про управління відходами» [1], в найближчій перспективі передбачено інвентаризацію наявних місць захоронення та ухвалення рішень щодо їх модернізації або закриття. Потіки ТПВ планується переадресувувати на

регіональні полігони з мінімальною потужністю 50 тис. т/рік, які обслуговуватимуть територію з населенням не менше 400 тис. мешканців. З 2030 р. на полігонах буде заборонено зберігати відходи, які можна переробити. У той час як ТПВ продовжують поповнювати існуючі звалища та полігони, які давно вичерпали свій ресурс, в Україні спостерігається дефіцит вторинної сировини.

Поточна ситуація в сфері ТПВ в Україні може бути охарактеризована таким чином [26]:

- для більшості населених пунктів, охоплених системою збору та вивезення відходів, характерний валовий збір без поділу на складові,
- попри збільшення кількості населених пунктів, де впроваджене роздільне збирання з 53 (2009 р.) до 1707 (2021 р.) (а це фактично 6% населених пунктів України) збір вторинної сировини відбувається безсистемно та переважно через пункти прийому вторсировини, що здебільшого відносяться до «сірого сектору» ринку вторинної сировини;
- 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 змістовності, 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 «навколишнє середовище - відходи» та криза у вирішенні «сміттевої» проблеми особливо характерна для міських агломерацій, однак саме вони повинні стати першими об'єктами для переходу на іншу модель системи управління та поводження з ТПВ.

Як зазначено вище, наразі відбувається значне реформування законодавчої бази з питань відходів та адміністративних методів управління відходами. Але зауважимо, що реформування законодавства відповідно до європейських вимог необхідно проводити з урахуванням можливості їх реалізації в Україні. Без створення відповідної матеріальної бази та економічних умов забезпечення реформ у галузі ТПВ, нові законодавчі ініціативи не матимуть практичного втілення.

2 ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ОКРЕМИМИ РЕСУРСОЦІННИМИ КОМПОНЕНТАМИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

Поводження з ТПВ в Україні, в більшості випадків, охоплює лише їх збирання та транспортування на полігон для захоронення. Використання ресурсного потенціалу відходів суттєво знижується при валовому зборі, тому, в будь-якому випадку, доцільно використовувати системи роздільного збирання або диференціації потоку ТПВ.

Для успішної утилізації ТПВ в умовах України необхідно продовжити роботи з вивчення їх складу та властивостей. ТПВ являють собою складну механічну суміш різних матеріалів і органічних продуктів, що відрізняються за розміром, хімічним складом і фізичними властивостями. До складу ТПВ входять: харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо); папір та картон; полімери (пластик, пластмаси); скло; чорні метали; кольорові метали; текстиль; дерево; небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо); кістки, шкіра, гума; залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібно будівельне сміття, каміння тощо). На кількість, як і на морфологічний склад відходів істотно впливають такі чинники, як рівень соціально-економічного розвитку країни, урбанізованості, рівень розвитку технологій та запровадження усвідомленого поведіння з побутовими відходами, кліматичні та інші особливості місцевості, пора року та ін. [16, 23]. У зв'язку з цим склад відходів з часом змінюється навіть у межах одного регіону.

Класифікація ТПВ та визначення характеристик і властивостей їх складових є передумовою формування системи поведіння з ними в регіонах України. Одним з принципів класифікації відходів є створення підґрунтя для розробки регіональних планів управління відходами. В роботі [9] викладено дані щодо загальних уявлень про відходи та принципи їх класифікації, упорядковані підходи щодо принципів класифікації та поведіння з ТПВ.

2.1 Роздільне збирання та сортування відходів як необхідна передумова створення ефективної системи управління

Очевидно, що для успішної реалізації завдань Національного і Регіональних Планів з управління відходами в аспекті побутових відходів, необхідно відокремити ресурсоцінні фракції і зробити це максимально ефективно. Саме з цією метою впроваджується роздільне збирання. Роздільне збирання відходів – збирання відходів окремо залежно від їх

виду, характеристики та складу у спосіб, що сприятиме їх подальшому обробленню [1]. Роздільне збирання – необхідна умова для впровадження ієрархії управління відходами, зокрема, для операцій повторного використання та рециклінгу.

Роздільне збирання відходів у населених пунктах здійснюється для таких видів відходів, як папір і картон, пластик, скло, метал. При цьому створюються умови для забезпечення роздільного збирання біовідходів, текстилю, небезпечних відходів у складі побутових та інших видів відходів, що підлягають роздільному збиранню [1].

Органи місцевого самоврядування можуть створювати пункти роздільного збирання побутових відходів. Зокрема, Національною стратегією (2017) [3] передбачається створення органами місцевого самоврядування в населених пунктах з чисельністю більш як 50 тис. осіб спеціалізованих комунальних пунктів збирання відходів з урахуванням площі, густоти та кількості населення населеного пункту. Ці комунальні пункти повинні приймати такі види відходів:

- 1) небезпечні відходи у складі побутових;
- 2) великогабаритні відходи (меблі, велика побутова техніка, габаритні речі домашнього вжитку тощо);
- 3) вторинну сировину;
- 4) відходи електричного та електронного обладнання, відпрацьовані батарейки, батареї та акумулятори;
- 5) садові та паркові відходи біологічного походження (трава, листя, гілки тощо);
- 6) відходи будівельно-ремонтних робіт.

Також було запропоновано створити до 2022 року в обласних центрах мережі пунктів збирання для повторного використання меблів, побутової техніки, одягу та інших товарів, які були у вжитку.

Кількість населених пунктів України, в яких впроваджено роздільне збирання, щорічно зростає. Так, на початок 2023 р. роздільне збирання було впроваджене у 1440 населених пунктах [24, 27], що у 27 разів вище кількості на 2009 р. На рис. 2.1 представлена динаміка впровадження роздільного збирання у населених пунктах України (з 2014 р. – за винятком тимчасово окупованих територій і територій з активними бойовими діями).

Організація роздільного збирання побутових відходів визначається виконавчими органами місцевого самоврядування у відповідності до Методики роздільного збирання побутових відходів (затверджена Наказом Мінрегіону №133 від 1.08.2011, у зв'язку із прийняттям Закону України «Про управління відходами» викладена у новій редакції від 2023 р. [28]).

Метою роздільного збирання ТПВ є уникнення змішування різних компонентів, що є необхідною умовою подальшої утилізації ресурсоцінних компонентів та зниження забруднення довкілля забороненими відходами.

Методикою роздільного збирання побутових відходів (у новій редакції) передбачено різні системи роздільного збирання: контейнерна або безконтейнерна, які, в основному, впроваджуються на площадках збору ТПВ; у пунктах роздільного збирання побутових відходів (у т.ч. і мобільних); за заявкою споживача.

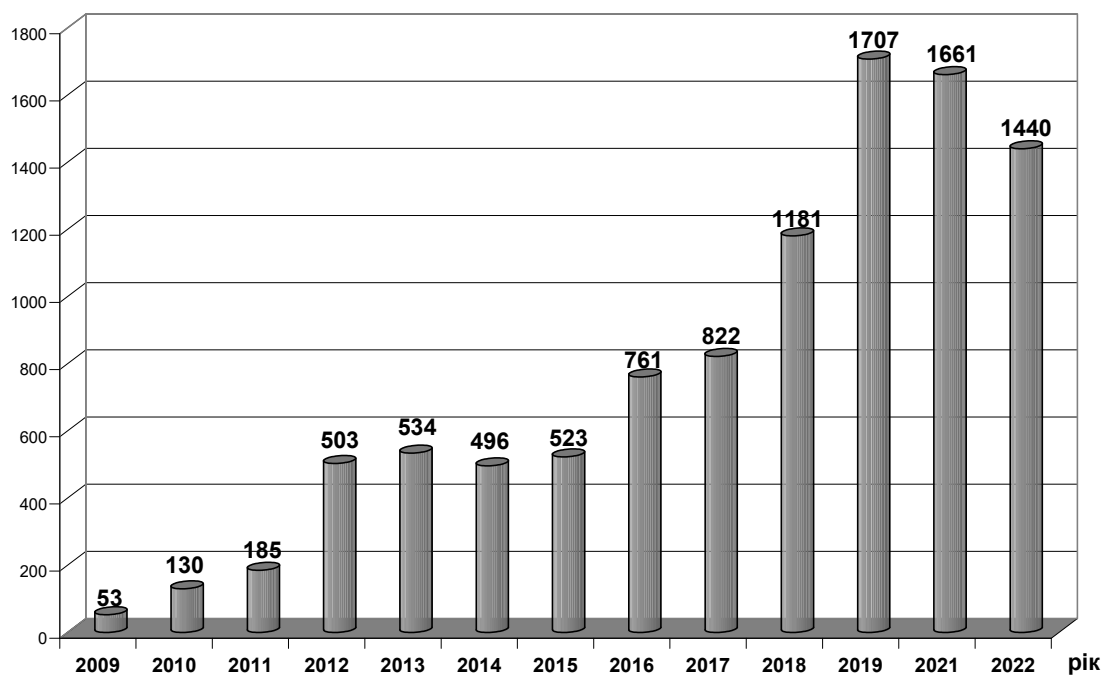


Рисунок 2.1 – Впровадження роздільного збирання ТПВ в населених пунктах України за різні роки

В загальному випадку пропонується чотири схеми організації роздільного збирання в контейнери або пластикові пакети (місткість не більше $0,12 \text{ м}^3$) різного кольору для відбору: окремих видів вторинної сировини, змішаного потоку вторинної сировини та потоку відходів, що не утилізуються.

До облаштування стаціонарних пунктів збору вторинної сировини також висуваються певні вимоги щодо розташування, облаштування та, головне, строкам зберігання вторинної сировини (не більше одного року з початку її накопичення з дотриманням екологічних та санітарно-епідеміологічних вимог).

Небезпечні відходи у складі ТПВ мають збиратися у контейнери червоного кольору за будь-якою системою роздільного збирання і передаватися суб'єктам господарювання, що отримали ліцензії на провадження господарської діяльності з управління небезпечними відходами.

Навіть за налагодженої системи роздільного збирання ТПВ є

необхідність сортування не тільки змішаного потоку вторинної сировини, а й роздільно зібраних окремих видів відходів. Процес первинного сортування ТПВ може проводитися безпосередньо в житлових приміщеннях або контейнерних майданчиках, призначених для роздільного збору. Первинне сортування відходів у місцях їх утворення суттєво полегшує здійснення всіх наступних процедур поводження з відходами.

За відсутності роздільного збирання відокремити ресурсоцінні фракції можливо за допомогою сортування ТПВ. Щоправда, в цьому випадку ефективність вилучення вторинної сировини та її якість буде суттєво нижча.

Сортування – це операція, пов'язана з механічним розподілом відходів залежно від їх фізико-хімічних властивостей, матеріальних складових, енергетичної цінності, інших показників за групами (фракціями) для подальшого використання, переробки, знешкодження або захоронення [1]. Розподіл за фракціями та вибірковий відбір проводяться залежно від морфологічного складу ТПВ та можливостей подальшої переробки. Мета сортування ТПВ – виділення із загального потоку ТПВ ресурсоцінних компонентів. Даний процес дозволяє залучити у господарський обіг утильні фракції відходів як джерела вторинної сировини, тим самим істотно зменшуючи техногенне навантаження на НПС в умовах безповоротного скорочення природних ресурсів.

Зі сміттєвих баків відходи транспортуються на сміттєсортувальний завод чи лінію (змішані відходи), або на об'єкти відновлення для здійснення операцій з їх попереднього сортування та/або утилізації (у разі окремо зібраних компонентів ТПВ). Транспортування відходів може проводитися на сміттєперевантажувальну станцію або регіональний комплекс (полігон).

Станом на 2023 р., в 26 населених пунктах працюють 31 сміттєсортувальна лінія: у м. Вінниця, смт Муровані Курилівці, м. Іллінці, м. Калинівка, м. Козятин та с. Іванівці Вінницької області; м. Луцьк, м. Кривий Ріг, с. Нересниця Закарпатської області, м. Запоріжжя, м. Івано-Франківськ, м. Біла Церква, м. Обухів, м. Переяслав Київської області, м. Кропивницький, м. Буськ, м. Самбір, м. Новояворівськ, м. Стрий (2 лінії), м. Червоноград та м. Золочів Львівської області, м. Суми, с. Плебанівка та с. Малашівці Тернопільської області, м. Богодухів Харківської області, м. Київ (5 сортувальних ліній). Крім того, у населених пунктах будуються 10 сміттєсортувальних комплексів, 1 сміттєспалювальна установка, 1 сміттєперевантажувальна станція [27].

Сортування відходів, а саме ТПВ, може бути на ручним, механізованим та автоматизованим. Ручне сортування полягає у відборі вторинної сировини сортувальником відходів. Після сміттєвозу відходи надходять на розподільчий конвеєр, а потім на конвеєр сортування, де

люди відбирають певний вид вторинної сировини (папір, картон, полімери, скло тощо). Кількість постів для відбору вторинної сировини залежить від кількості фракцій, що відбираються, кожен пост обслуговується одним або кількома працівниками. Решта ТПВ вивозяться спецтехнікою на полігон. Здебільшого, перед транспортуванням відходи часто піддаються пресуванню.

Механізоване сортування дозволяє відмовитися від ручного сортування та характеризується високими капітальними витратами на обладнання та більш повним вилученням вторинних матеріалів. Варто відзначити, що механізоване сортування у разі ефективніше за ручне. Механізація процесу сортування дає змогу ретельніше відокремлювати утильні фракції відходів і збільшити відсотковий вміст відібраних вторинних ресурсів, аніж ручний спосіб сортування ТПВ.

Автоматизоване сортування полягає в визначенні придатних для вторинного використання компонентів ТПВ шляхом рентгенівського чи інфрачервоного випромінювання. Автоматизовані системи відбору вторинної сировини значно збільшують ефективність та продуктивність процесу сортування та дають можливість вилучення із загальної маси величезної кількості придатних для переробки компонентів ТПВ, виявити які при ручному сортуванні неможливо. Вибір технології та типу сортування ТПВ залежить від системи збору відходів, закріпленої на конкретній території, від оснащення контейнерного парку, кількості та виду спеціалізованої техніки, та, найголовніше, від наявності сміттєпереробних підприємств, готових прийняти обсяг відсортованих відходів, та інших факторів.

Отже, під час сортування ТПВ рекомендується проводити механічний розподіл відходів за їх фізико-хімічними властивостями, технічними складовими, товарними показниками тощо з метою підготовки ТПВ для їх оброблення, утилізації чи захоронення. На рис. 2.2 наведена принципова схема переробки ТПВ з утилізацією цінних компонентів [16].

При сортуванні ТПВ в регіонах України можна орієнтуватися на такі основні правила сортування відходів в Україні (табл. 2.1).

Практика поводження з відходами в розвинених країнах показує, що роздільне збирання відходів суттєво збільшує ефективність подальшої переробки відходів та визначає рентабельність процесу вилучення вторинних ресурсів та їх утилізації. Проте фахівці у галузі поводження з відходами мають досить різні погляди щодо необхідності первинного сортування. Переваги та недоліки недиференційованих (змішаних) і диференційованих (роздільно зібраних) ТПВ наведені в табл. 2.2.

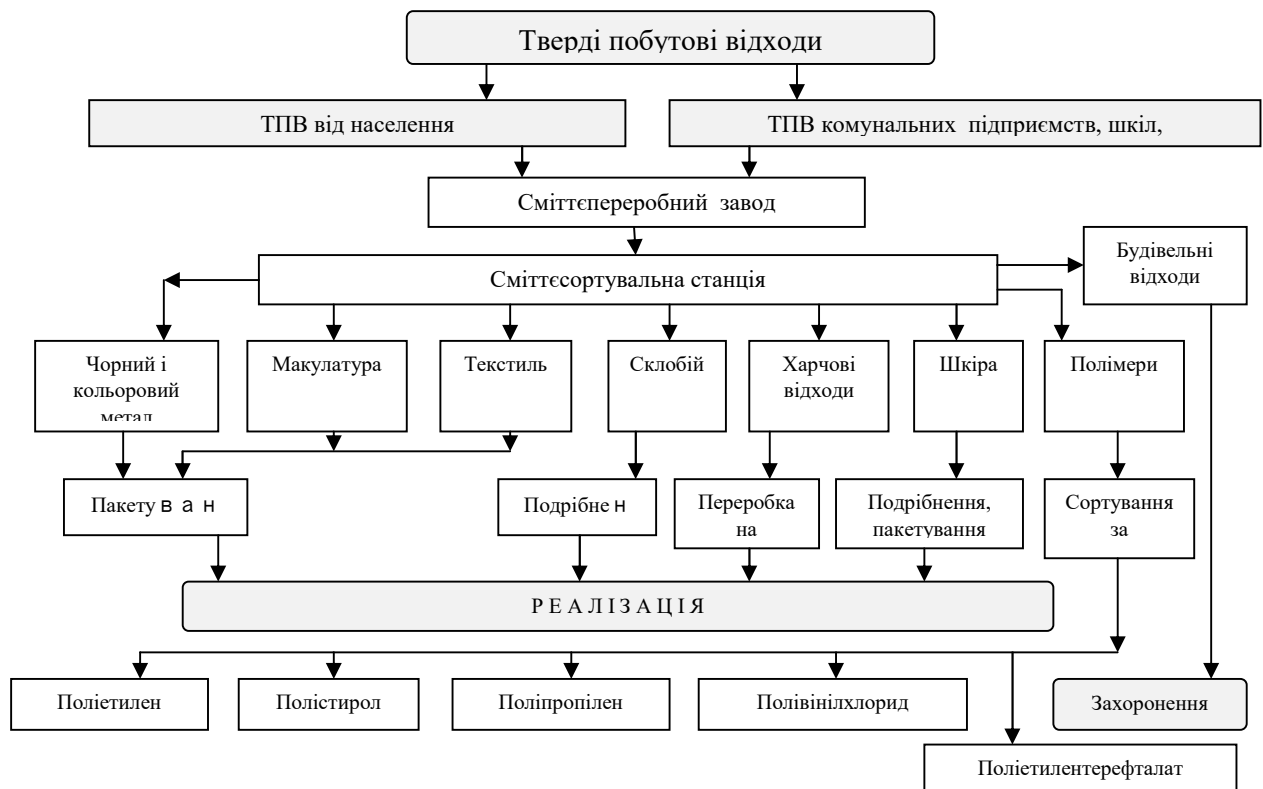


Рисунок 2.2 – Принципова схема переробки твердих побутових відходів з утилізацією цінних компонентів

П.П. Семко [12], аналізуючи стан поводження з ТПВ як з вторинною сировиною, зазначає, що, незважаючи на певну позитивну динаміку, використання відходів виробництва і споживання як ВМР в Україні здійснюються в обсягах, набагато менших за реальні можливості переробки. Одночасно в країні розвивається організаційно-виробнича інфраструктура ринку вторинної сировини і започатковано формування на її основі окремого сектора економіки. Разом із тим відбувається це, значною мірою, стихійно і суперечливо.

Найбільш важливою складовою потенціалу ВМР є відходи продукції кінцевого споживання, зокрема, відходи упаковки з паперу, картону, скла, полімерних та металевих матеріалів. Рівень їх утилізації залежить від ефективності функціонування системи збору і заготівлі. Порівняння обсягів утворення відходів упаковки (щорічно 3,0-3,2 млн. т) з обсягами їх використання (5-10 %) свідчить про значні резерви для їх залучення в господарський обіг. Результати аналізу ринку підтверджують, що через недосконалу систему поводження з використаною тарою та упаковкою в Україні щороку втрачаються значні обсяги вторинної сировини: паперу і картону до 1 млн. т, скла – 1,2 млн. т та полімерів – 600 тис. т. Для переробки цих відходів як вторинної сировини в Україні створені значні потужності в картонно-паперовій, скляній, полімерній та інших галузях промисловості. Проте й вони, навіть з урахуванням використання імпортової вторинної сировини, завантажені не повністю.

Таблиця 2.1 – Основні правила сортування окремих видів відходів в Україні [15]

Вид відходу	Полягає переробці	Підготовка	Не полягає переробці і прийманню
Папір, картон	Картон, офісний папір, газетно-журнальна продукція, зошити, альбоми, листівки, паперове пакування тощо	Утрамбувати в плоский вигляд, покласти в окремий пакет	Чеки, серветки, одноразові паперові стаканчики, забруднений їжею, жиром та рідиною папір
Метал	Алюмінієві і консервні банки, металеві кришки	Промиті консервні банки; алюмінієві максимально ущільнені (скласти в окремий в окремий пакет)	Радіоактивні метали, акумулятори, батареї, енергозберігаючі лампи
Скло	Цілі і біті пляшки з-під напоїв, лаків, косметики	Промиті від напоїв пляшки (скласти в окремий в окремий пакет і зав'язати)	Дзеркала, кришталь, армоване і жаростійке скло, скло від смартфонів і планшетів
Пластикове пакування	PE та PETE-пляшки, контейнери для їжі, флакони PP, пластикові кришки, пакування для соків та молочної продукції	Варто промити пакування з-під продукції, молока та соків і ущільнити, щоб стало плоским	Якщо на пакуванні немає маркування (коду переробки) – викидати в змішані відходи

Відсутність дієвих економічних механізмів стимулювання системи збирання та заготівлі відходів як вторинної сировини стримує завантаження вітчизняних переробних підприємств місцевою сировиною, призводить до невикористання такої сировини як ресурсу для виробництва, збільшує обсяги утворення відходів, засмічення ними довкілля. Не виконуються належним чином завдання щодо збирання та утилізації відходів упаковки, у тому числі шляхом залучення альтернативних джерел для фінансування організації роздільного збирання відходів як вторинної сировини і контролю за ефективним і цільовим використанням фінансових ресурсів. Подальший розвиток вторинного ресурсокористування гальмується нерозвиненістю та недосконалістю інфраструктури з управління ТПВ, низькою мотивацією діяльності щодо утилізації відходів, пасивною позицією органів влади різних рівнів, певною ризикованістю цього бізнесу на етапі становлення. Використання змішаних відходів пластикових матеріалів з потоку ТПВ як вторинної сировини має певні труднощі, що пов'язано з технологічною несумісністю полімерів, що входять до складу змішаних полімерних відходів, та їх великою забрудненістю. Враховуючи зростаюче використання їх у

громадському споживанні (пакувальні плівкові матеріали, полімерні ємності, одноразовий посуд і т. д.), очікується збільшення полімерних відходів у сфері громадського споживання [12, 29, 30].

Таблиця 2.2 – Переваги і недоліки недиференційованих (змішаних) і диференційованих (після роздільного збирання) ТПВ [16]

ПЕРЕВАГИ	НЕДОЛІКИ
Недиференційовані (змішані) ТПВ	
Нижній рівень необхідних інвестиційних витрат (непотрібні додаткові контейнери); непотрібні зусилля з боку населення;	Зазвичай досягається дуже низький рівень вилучення ресурсоцінних компонентів (5-10%); високий ступінь забруднення відібраних ресурсоцінних компонентів; економічна нерентабельність; технічні складнощі; гігієна праці.
Диференційовані (роздільна зібрані) ТПВ	
Потенціал для досягнення високих темпів вилучення вторинної сировини; висока якість вилучення вторинної сировини; створення робочих місць; може виховати почуття «екологічного громадянства»; частина операційних витрат може компенсуватись за рахунок доходів від продажу ресурсоцінних компонентів ТПВ.	Інвестиційні витрати (смітєвози, контейнери, лінії сортування відходів тощо); необхідність високого рівня участі та дисципліни з боку населення; необхідність високого рівня освіти та підвищення обізнаності населення; необхідність моніторингу використання контейнерів, призначених для роздільного збирання ТПВ на вулицях та житлово-комунальних господарствах .

2.2 Стан сфери вторинної переробки твердих побутових відходів

Українське виробничо-екологічне об'єднання по заготівлі і використанню вторинних матеріальних ресурсів «Укрвторма» є найбільшим угрупованням підприємств у сфері поводження з відходами. До складу об'єднання входить 76 спеціалізованих заготівельних і переробних підприємств великого, середнього і малого бізнесу, розташованих у всіх регіонах України. Діяльністю спеціалізованих заготівельних підприємств об'єднання є збирання та заготівля відходів як вторинної сировини, а саме: макулатури, вторинних текстильних та полімерних матеріалів, склобою, зношених шин, використаної металевої тари тощо. Переробні підприємства об'єднання, забезпечуючи утилізацію цих відходів як вторинної сировини, виробляють картон, туалетний папір, поліетиленові труби, ящики, вироби з вторинних полімерних матеріалів у широкому асортименті, пластівці з ПЕТЕ-пляшки та багато інших товарів. Наразі на підприємства, що входять до складу об'єднання, припадає домінуюча частка обсягів заготівлі і поставки відходів як вторинної сировини. Налагоджена мережа пунктів заготівлі охоплює сотні міст та містечок України. Підприємства об'єднання обладнані технологічними лініями для обробки відходів як вторинної сировини, вантажно-

розвантажувальним обладнанням вітчизняного та імпортного виробництва, вантажним автотранспортом, мають під'їзні колії, розгалужену мережу приймальних пунктів та кваліфікований персонал з багаторічним досвідом роботи. У багатьох регіонах підприємствами об'єднання запроваджено роздільне збирання ТПВ. Така система підприємств-заговівельників вторинної сировини має великий потенціал, який потрібно врахувати у часи побудови й розвитку національної системи поводження з відходами. Запозичуючи закордонний досвід, треба враховувати історично накопичені досвід і знання щодо використання відходів як вторинних ресурсів в Україні. Наявність успішної практики заготівлі та використання вторинних ресурсів має застерегти від механічного копіювання зарубіжного досвіду [29-31].

За даними асоціації «Укрвторма», у 2018 р. в Україні працювали такі види заводів, що використовували для виробництва продукції вторинну сировину [30]:

- 16 склозаводів, що використовують склобій у виробництві продукції, в т.ч. завод «Утіліта», який сортує склобій за кольорами;
- 17 картонно-паперових заводів, що використовують для виробництва своєї продукції підготовлені відходи паперу та картону (вторсировина);
- 39 підприємств, що переробляють заготовлені вторинні полімери;
- 19 компаній, що переробляють заготовлені ПЕТ пляшки;
- 16 заводів, що переробляють металобрухт;
- Зміївська паперова фабрика (Харківська обл.) – перероблення макулатури та упаковки типу Tetra Pak (комбінована упаковка).

Компанія «Утіліта» – перша компанія на території України і СНД, яка впровадила європейські технології з переробки та очищення вторинного скла. Компанія була створена 2008 р. у складі концерну «СоюзЕнерго» у м. Новомосковськ. В тому ж році був побудований склопереробний завод, виробнича потужність якого на 2019 р. становила 160 тис. т. Компанія має власну мережу заготівельних пунктів зі склобою, закуповує у крупних постачальників та використовує склобій з ТПВ. На підприємстві відбувається очищення склобою від домішок та сортування за кольорами [32].

Єдине в Україні підприємство, яке переробляє упаковку комбіновану тару і упаковку Tetra-Pak – Зміївська паперова фабрика, яка, станом на 2021 р., переробляла до 7 тис. т упаковки на рік. Вперше в Україні на Зміївській паперовій фабриці запущена інноваційна виробнича лінія, яка дозволяє переробляти не тільки паперовий компонент, а й поліетиленовий та алюмінієвий компоненти упаковки. Тобто здійснювати комплексну переробку упаковки Tetra-Pak, продуктами якої є папір та поліалюмінієва гранула – унікальна сировина, що застосовується у багатьох галузях економіки. Підприємство також переробляє макулатуру, з якої виробляє, зокрема, такі екологічно дружні товари, як багаторазовий вологостійкий

папір та екоскотч [33].

За даними асоціації «Укрвторма» [30], наведемо дані про виробничі потужності з переробки окремих видів вторинної сировини за 2018 р. (табл. 2.3)

Таблиця 2.3 – Існуючі потужності з переробки окремих видів вторинної сировини

Показники	Макулатура	Полімери	ПЕТ-пляшки	Склобій
Орієнтовна кількість підприємств, що переробляють вторинну сировину, од.	20	39	15	17
Виробнича потужність, тис. т.	1200	260	77	800
Використання потужностей, %	92	65,4	65	60,2
Імпорт, тис. т.	392,3	53,4	–	32,5
Потрапляє на сміттєзвалища, млн. т.	0,7-1,1	0,6	н/д	0,7-1,0

Як бачимо, існуючі в Україні потужності з переробки найбільш розповсюджених видів вторинної сировини (станом на 2018 рік) недовтримували вторинну сировину, яка, натомість, захоронювалася на звалищах та полігонах, посилюючи там самим проблему переповнення місць захоронення відходів та екологічних наслідків цього способу поводження з ними.

2.3 Дослідження морфологічного складу як основа оцінки ресурсного потенціалу побутових відходів

Як зазначалося, серед чинників, що визначають ефективність системи управління відходами, є аналіз вихідних умов. У випадку ТПВ це морфологічний склад відходів та інфраструктура зі збирання та переробки окремих видів вторинної сировини з ТПВ.

До складу ТПВ входять: харчові відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо); папір та картон; полімери (пластик, пластмаси); скло; чорні метали; кольорові метали; текстиль; дерево; небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо); кістки, шкіра, гума; залишок ТПВ після вилучення компонентів (дрібне будівельне сміття, каміння, вуличний відсів тощо).

Морфологічний склад ТПВ є індивідуальною характеристикою відходів певного населеного пункту чи навіть району міста. До того ж, морфологічний склад ТПВ істотно змінюється протягом року (влітку і восени зростає частка органічних відходів, які легко розкладаються) [34]. Але для формування загальнодержавної концепції управління ТПВ необхідно визначитися з усередненим морфологічним складом. До

прикладу, на міжнародному рівні найбільшою категорією відходів є харчові та садово-паркові відходи, що становлять 44% світового обсягу ТПВ. В залежності від рівня соціально-економічного розвитку країни, вміст харчових та садово-паркових відходів змінюється від 32% (високий рівень доходу) до 56% (найнижчий рівень доходу). Суха вторинна сировина (пластик, папір і картон, метал і скло) є другою за вмістом групою, яка, в середньому, становить 38% ТПВ [23]. За даними Шостого національного повідомлення України з питань зміни клімату [35] усереднений морфологічний склад ТПВ такий: харчові відходи – від 35 до 50%, папір та картон – від 10 до 15%, відходи пластику – від 9 до 13%, скло – від 8 до 10%, чорні та кольорові метали – 2%, текстильні матеріали – від 4 до 6%, відходи деревини – 1%, будівельне сміття – 5%, інші відходи – 10%.

На кількість компонентів, як і на морфологічний склад відходів істотно впливають такі чинники, як соціально-економічний розвиток країни, рівень розвитку технологій у країні, кліматичні та інші особливості місцевості, сезон року та ін. Підтвердженням тому є дані щодо частки ресурсоцінних компонентів у морфологічному складі ТПВ окремих міст України (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Вміст ресурсоцінних компонентів в твердих побутових відходах окремих міст України

Харчові відходи	Папір та картон	Скло	Полімери	Метали	Дерево	Текстиль
Київ						
35%	10%	10%	7%	1%	1%	0,5%
Львів						
57,6	6,64	5,54	15,04	1,99	0,44	5,40
Одеса						
29,53	4,82	12,39	13,08	0,92	1,42	3,55
Полтава						
49,7	2,80	6,30	29,40	2,10	0	4,80
Хмельницький						
26,19	9,6	14,24	10,35	1,24	4,00	10,19
Україна						
39%	13%	13%	7%	1%	1%	2%

Дослідження морфологічного складу ТПВ доцільно проводити з огляду на попит і можливості переробки вторинної сировини. Само тому заслуговують уваги принципи диференціації складу ТПВ Львова [36]:

І. Ресурсоцінні відходи, які станом на поточний рік можна здати в пункти прийому вторинної сировини і отримати оплату (на них є попит від заготівельників). Такий перелік складається на основі вивчення попиту від компаній – заготівельників вторинної сировини і періодично оновлюється). До складу групи відносяться такі види вторинної сировини, як:

- а) пластик (PET-пляшки (за кольорами), поліетиленові пакети та плівка LDPE та HDPE, твердий пластик HDPE, поліпропіленова тара, за виключенням одноразового пакувального посуду, яєчних лотків);
- б) метали (бляшані та алюмінієві банки, аерозолі);
- в) скло (оборотне і необорне);
- г) комбінована упаковка («Tetra Pak»);
- д) папір та картон.

II. Органічні відходи (які можуть перероблятися на міській станції компостування органічних відходів (біорозкладні пакети, харчові та садові відходи, дрібна деревина, зелені відходи, а також паперові кухонні серветки та рушнички).

III. Нересурсоцінні відходи, які на сьогодні не мають матеріальної переробки (наприклад, так званий «шуршик», тобто поліпропіленова упаковка з напленням, тверді скрипучі пакети від макаронів чи круп, PET білого кольору і контейнери від їжі зі спіненого чи неспіненого полістиролу; у цій категорії також текстиль і старий одяг, недопалки та пачки від цигарок, тюбики з-під паст, кремів, комбінована упаковка дойпак, поролонові мочалки, скляні вироби, кераміка, одноразові пластикові засоби, наповнювачі для туалетів тварин, пінопласт, дрібні будівельні відходи та вуличний відсів (пісок, дрібні елементи, що залишаються після прибирання прибудинкової території).

IV. небезпечні відходи – люмінесцентні та «економні» лампи, ртутьвмісні термометри, батарейки та акумулятори, медичні відходи (гострі, медичні препарати, ампули) тощо, банки з-під лакофарбових виробів, відходи електронного та електричного обладнання.

Відокремлену категорію складають санітарні відходи – підгузки, засоби менструальної гігієни, вологі серветки, маски, рукавички, паленки, ватні палички та диски. Вони не переробляються, але можуть становити епідеміологічну небезпеку при контакті з людьми.

Найбільшу частку за масою складають органічні відходи – 60%, ресурсоцінні – 20%, нересурсоцінні – майже 15%, засоби гігієни – 4,2% – небезпечні відходи – менше 1%. За об'ємом очікувано переважають полімери [71].

Зауважимо, що майже 60% від маси ТПВ українських міст складають відходи, що здатні до біорозкладання [37] (відходи, які містять біодоступний вуглець) – папір і картон, текстиль, харчові відходи, деревина, садово-паркові відходи. Також до цієї групи відносять засоби особистої гігієни, гуму і шкіру [38]. Починаючи з 2000 р., у ТПВ враховують новий компонент – засоби особистої гігієни. На сьогодні їх маса складає 1,3% від загальної маси ТПВ. Загалом, 50% від загальної маси біоорганічних відходів з ТПВ складають харчові відходи, 22% – папір і картон, 15% – садово-паркові відходи [37].

Аналіз морфологічного складу ТПВ 7 міст України підтверджує, що

найбільш вагомою групою є органічні відходи (харчові та садово-паркові), вміст яких коливається від 27 до 65%. На другому місці знаходяться полімери (9,4-29,4%), на третьому – скло (6,3-14,3%), папір і картон (2,5-14,3%) [39].

Враховуючи усереднений морфологічний склад ТПВ, виділимо найбільші за вмістом та ресурсоцінні компоненти (табл. 2.5). В Україні існують потужності для переробки полімерних відходів, макулатури, склобою та металу (табл. 2.3).

Таблиця 2.5 – Вміст потенційних ресурсів в твердих побутових відходах (%) [40]

	Харчові відходи	Папір, картон	Полімери	Склобій	Садово-паркові	Текстиль	Метал	Разом
Україна	36,1	14,3	5,8	6,2	9,8	3,4	2,3	77,9
Одеська область	35,0	15,0	9,0	н/д	10,0	3,0	2,0	74,0

Головна ідея управління ТПВ в країнах ЄС полягає в їх комплексній переробці – роздільному зборі, сортуванні, механіко-біологічній обробці, та виробництві енергетичного палива RDF і SRF з фракцій ТПВ, що залишилися. RDF (*Refuse Derived Fuel*) – «тверде відновлене паливо»), що має вигляд гранул або брикетів. SRF (*Solid Recovered Fuel*) – горюча субфракція твердих побутових та інших подібних твердих відходів, отриманих за допомогою комбінації механічних та/або біологічних методів. Така комплексна переробка ТПВ можлива на заводах МБО – на яких відбувається вилучення та/або відновлення калорійної (паливної) фракції ТПВ для виробництва RDF/SRF, а також металів та інших ресурсоцінних компонентів, які надходять на продаж, а залишки відходів обробляють біологічними методами перед розміщенням їх на полігонах. Перевагою цього підходу є перетворення відходів на товарну продукцію з необхідними для обраного способу використання якісними характеристиками. В Україні є потенціал для щорічного виробництва 1,5–2,0 млн. т RDF/SRF з теплою згоряння 15,0–17,0 МДж/кг. Використання RDF та SRF на цементних заводах як добавку до технологічного палива здатне частково замінити дефіцитне в Україні вугілля, зменшити забруднення навколишнього середовища та знизити емісію ПГ [15, 41]. Національною Стратегією (2017) [3] серед специфічних завдань, пов'язаних із управлінням побутовими відходами, є створення в рамках пілотних проектів об'єктів з виробництва палива на базі об'єктів механіко-біологічного оброблення ТПВ. Кількість і розташування виробництв залежатиме від прийняття нормативних документів, які регулюватимуть питання використання альтернативного палива. В одному з модулів поводження з ТПВ компанії Veolia [42] показано, що сухі залишки після виведення потоків вторинної сировини та біоорганічних відходів можуть

розглядатися як сировина для виробництва альтернативного палива. Типовий масовий баланс дає змогу оцінити потік сировини для виробництва RDF/SRF палива на рівні 30-46%. В разі повної орієнтації підприємства на видобуток енергоносіїв вся горюча сировина (включаючи вторинну сировину) спрямовується на виготовлення RDF/SRF палива. В цьому випадку кількісний показник виготовленого RDF палива може доходити до 50% від загальної кількості ТПВ [15].

2.4 Особливості поводження з відходами пластикових матеріалів

Пластмаси – це штучні матеріали, отримані переважно з вичерпної нафтової сировини, з унікальними функціональними властивостями, що й визначає їх широке розповсюдження та стрімкий ріст виробництва. Це матеріали на основі природних або синтетичних полімерів, здатні під впливом температури і тиску формуватися у виробі складної форми і стійко зберігати надану форму.

Так, світове виробництво пластику зросло 1,5 млн. т в 1950 р. до 390,7 млн. т у 2021 р. За даними *Plastics Europe Market Research Group*, у 2018 р. 50,1% полімерів було вироблено в Азії, зокрема, найбільшим виробником – Китаєм – 29,4%. В Європі виробництво пластику склало 18,5%, в США, Канаді та Мексиці – 17,7%. За даними *American Chemistry Council Plastics Industry Producers' Statistics*, Північна Америка збільшила виробництво на 1,3% протягом 2021 р. В той же час країни ЄС збільшили виробництво пластику на 6,1% (дані *Plastics Europe*).

Але вироблений пластик з часом переходить у відходи. Наприклад, в країнах ЄС за 2019 р. утворилося 53 млн. т пластикових відходів з прогнозованим подвоєнням у 2060 р. [25]. Китай є найбільшим «виробником» пластикових відходів у світі. В 2018 р. Китай ввів заборону на імпорт пластикових відходів, але до того імпортував 56% відходів пластмас. Так, 87% відходів пластику з ЄС надходили до Китаю [43].

За зростанням виробництва не встигає переробка пластику. Так, у 2021 р. в країнах ЄС доля рециклінгу склала 8,3% від загального обсягу виробництва, у США – 8,7%. За різними оцінками, в Україні лише 4-7% полімерів з ТПВ піддають переробці і повторному використанню, в основному, це пакування (10-12%) [44, 45]. Слід зазначити, що пластмаси є складною групою матеріалів, оскільки для їх виробництва використовується понад 10 тисяч хімічних речовин, у тому числі токсичні, які забруднюють природні складові довкілля. Комплексний склад та, подекуди, відсутність ідентифікації пластику унеможливають його використання.

Основним джерелом забруднення довкілля ВПМ є пакування. Приблизно 35% всіх пластикових матеріалів, що виробляються, використовується для пакування, зокрема для одноразових пластикових

контейнерів для харчових продуктів та напоїв. З часом 85% цього пакування потрапляє на полігони та звалища ТПВ. Сільське господарство – одна із галузей економіки, де широко використовується пластик: від покриття насіння до плівки для мульчування. Близько 60% пластикових матеріалів використовується для виробництва одягу. Потужним споживачем пластикових матеріалів є комунально-побутовий сектор, будівництво, машинобудування тощо. Виробництво пластику – це матеріалоємний та енергоємний процес, який впливає на довкілля, зокрема, через емісію ПГ. Наприклад, у 2019 р. виробництво пластикових матеріалів зумовило викиди 1,8 млрд. т³ ПГ (3,4% від світового об'єму).

Основними сферами споживання пластикових матеріалів в Україні є: будівництво (27%), тара і пакування (27%), автомобілебудування (8%), виробництво меблів (8%), електроніка (7%), товари широкого вжитку (4%), аграрна промисловість (2%), інші галузі (17%) [44].

Значні обсяги виробництва та широка номенклатура виробів з пластмас не дозволяє в жодній країні створювати ефективну систему поводження з ВПМ, в той час, як їх кількість має тенденцію до зростання, а торгівля ними з кожним роком збільшується.

ВПМ є однією з вагомих груп у складі ТПВ (див. підрозділ 2.3). Відповідно до даних Агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA), якщо в 1960-х роках ВПМ становили менше 1% твердих побутових відходів, то в 2011 році цей показник вже перевищив 12% ТПВ. Дані Global Waste Management Outlook (2015) [46] свідчать про значну долю пластику в ТПВ – 7-12%, яка не залежить від рівня соціально-економічного розвитку країни.

На жаль, до сьогодні в Україні не здійснювалися систематичні дослідження структури ТПВ, тим паче у розрізі ВПМ. Єдиними джерелами статистичних даних є окремі дослідження, які проводилися операторами ТПВ та відповідними асоціаціями в той чи інший час у різних регіонах України. Їх результати суттєво різняться між собою. Наприклад, за даними Шостого національного повідомлення України з питань зміни клімату до структури ТПВ входять 9-13% ВПМ [35], а за іншими даними [29] по п'яти містах України вміст пластикових матеріалів у складі ТПВ коливається в межах 8,7-16,6% (середній вміст 12,9%). Дані по містах України [39] підтверджують значні коливання вмісту ВПМ – від 9,4% (м. Вінниця) до 29,4% (м. Полтава), що вкотре підтверджує тезу про унікальність морфологічного складу ТПВ окремого населеного пункту. За даними [34], вміст полімерного пакування в містах України оцінювався на рівні 6,73-9,05%, а самі значення також характеризуються значними коливаннями. Для порівняння в розвинених країнах на ВПМ приходить, в середньому, 11% від обсягу ТПВ.

За даними ЦА «Химкурьер» [47], 27% полімерів, які містяться у ТПВ – це пакування. З 390 млн. т полімерів, які щорічно виробляє

промисловість, 40% використовується для виготовлення полімерного пакування [48]. 42% використуваних полімерів – це транспортувальне пакування. У структурі полімерних відходів переважають поліетилен (35%, з них 22% – LPDE низького тиску), поліетилентерефталат – ПЕТЕ (28%), поліпропілен – РР (12%) – найбільш розповсюджені пакувальні матеріали. Проаналізовані по окремих містах дані (2005-2010 рр.) свідчать про вміст полімерного пакування на рівні 6-10% [45]. Враховуючи дані, наведені у [47, 49], нами визначена структура полімерних відходів України в розрізі 2018-2019 рр. (рис. 2.6).

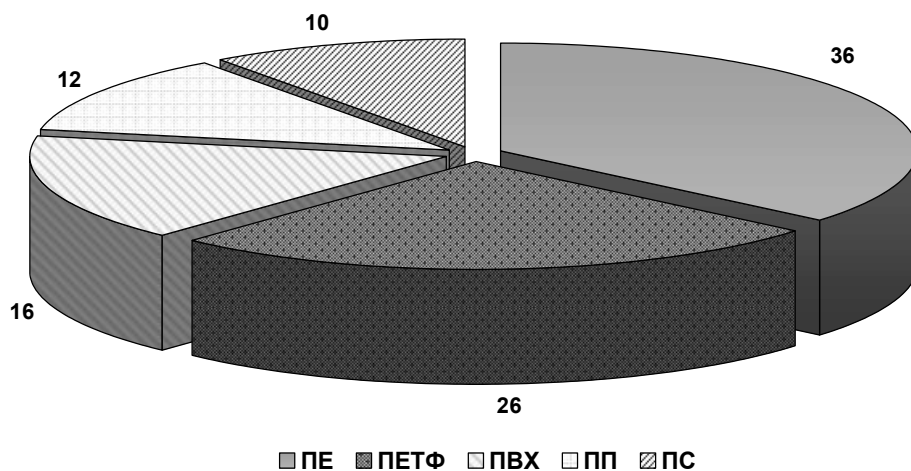


Рисунок 2.6 – Структура ВПМ за основними видами (за даними 2018-2019 рр.)

ВПМ, в основному, складаються з: поліетилену (PE), поліетилентерефталату (PETE), полівінілхлориду (V), поліпропілену (PP), полістиролу (PS).

За місцем утворення ВПМ поділяються на 3 групи:

- 1) технологічні відходи виробництва, які виникають при синтезі та переробці пластмас;
- 2) відходи виробничого споживання, які утворюються внаслідок виходу з ладу виробів з пластику, що використовуються в різних галузях народного господарства (амортизовані шини, тара і упаковка, деталі машин, відходи сільськогосподарської плівки, мішки з-під добрив тощо);
- 3) відходи суспільного споживання, які накопичуються у селітебній зоні, у сфері громадського харчування та торгівлі, а потім надходять до полігонів і звалищ ТПВ (зрештою, вони переходять в нову категорію відходів – змішані відходи).

За рівнем складності утилізації, ВПМ поділяють на три групи:

- 1) ВПМ із задовільними властивостями (чисті, відсортовані, легко утилізуються і при переробці можливе використання до 90% таких

матеріалів);

2) ВПМ з середніми властивостями (містять певну кількість поллютантів, потребують сортування і їх переробка пов'язана з додатковими витратами на сортування, миття тощо, а тому на переробку надходить 20-30% від їх початкової кількості);

3) ВПМ, що важко утилізуються (сильно забруднені і змішані відходи, їх переробка в більшості випадків не рентабельна).

Для переробки ВПМ спочатку збираються і сортуються відповідно до інтернаціональної системи маркування у вигляді трикутника, утвореного стрілками з цифрою всередині (рис. 2.7).



1 – поліетилентерфталат; 2 – поліетилен високої щільності; 3 – полівінілхлорид;
4 – поліетилен низької щільності; 5 – поліпропілен; 6 – полістирол; 7 – інші види пластику

Рисунок 2.7 – Піктограми основних типів пластику

Враховуючи сучасні зміни в сфері управління та поводження з ТПВ, запущені, насамперед, законодавчими реформами, а також екологічні наслідки забруднення довкілля ВПМ, що посилюються внаслідок зростання питомого утворення відходів, можна стверджувати про необхідність дослідження ресурсного потенціалу ВПМ в регіонах України як елементу загальнодержавної системи управління відходами. До прикладу, кількісні показники утворення та ресурсний потенціал ВПМ для умов Одеської області представлені у розділі 4.

За даними Держстату України, в 2020 році утворилося 40,8 тис. т ВПМ, утилізовано 15,1 тис. т, спалено 0,3 тис. т. Обсяги накопичених ВПМ у спеціальних місцях та об'єктах становлять 110,4 тис. т. Обсяг експорту пластикових відходів склав 0,8 тис. т, а імпорту – 1,2 тис. т. За даними «Укрвторма» [30], у 2018 р. переробкою ВПМ зайнято 39 підприємств з виробничою потужністю 260 тис. т при завантаженості 170 тис. т (в т. ч. 53,4 за рахунок імпорту ВПМ). Крім того, 19 підприємств потужністю 77 тис. т при завантаженості 50 тис. т складають підприємства по переробці пляшок із PETE. В Україні склалася ситуація, коли підприємства з переробки ВПМ недовантажені на 35% і працюють частково на імпорتنій сировині, в той час як щорічно на звалищах (полігонах) ТПВ розміщується велика кількість ВПМ.

Якщо імпорт ВПМ у 2015-2019 рр. варіював в діапазоні 16,1-

68,4 тис. т/рік при вартості 7,6 млн. – 89,8 млн. дол. США, то експорт ВПМ у ці роки коливався лише в діапазоні 0,5-1,0 тис. т при вартості \$ 0,3 млн. – 1,4 млн., причому імпорт, в порівнянні з 2008 р., зріс у 15-25 разів. Тому проблема вилучення ВПМ із потоку ТПВ України є вкрай актуальною задачею. Експерти також вказують на низьку якість української вторинної сировини у порівнянні із закордонними аналогами.

В Україні активно розвивався ринок вторинної переробки полімерів; серед найбільших переробників – корпорація «Біосфера», яка у 2020 р. переробила близько 860 т вторинного поліетилену. Вартість виробів з вторинної сировини на 20-30% нижча за виробництво з первинної сировини (до речі, єдиним в Україні підприємством, яке виробляє полімерні матеріали з первинної сировини є ТОВ «Карпатнафтохім» у Калуші) [50].

Очевидно, що необхідною умовою залучення ВПМ до переробки є роздільне збирання ТПВ. Проаналізуємо інформацію щодо роздільного збирання ТПВ в розрізі трьох областей Північно-Західного Причорномор'я (ПЗП) на основі офіційної інформації «Про стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні» (за різні роки), опублікованої Міністерством розвитку громад та територій України (табл. 2.6, табл. 2.7).

Таблиця 2.6 – Роздільний збір ТПВ в регіонах Північно-Західного Причорномор'я (2019-2021 рр.)

Область	Обсяги збирання ТПВ, тис. т		Обсяги перевезення на пункти заготівлі вторсировини, тис. т		Частка відходів, що збираються роздільно, %	
	2019 рік	2021 рік	2019 рік	2021 рік	2019 рік	2021 рік
Одеська	846,741	520,653	16,94	16,94	2,0	3,2
Миколаївська	219,751	276,426	37,35	41,84	17,0	15,1
Херсонська	177,316	196,436	0,003	0,048	0	0,02

Як бачимо, є недоліки в системі збору інформації щодо управління та поводження з ТПВ по регіонах ПЗП, що ускладнює її аналіз (наприклад, однакові дані за різні роки). Обсяги збирання ТПВ зменшувалися в Одеській області, але зростали в Миколаївській та Херсонській областях. Також відмітимо, що, в цілому, обсяги відібраної вторинної сировини мали тенденцію до збільшення [45].

Таблиця 2.7 – Роздільний збір ТПВ в регіонах Північно-Західного Причорномор'я (2019-2021 рр.)

Область	Обсяги збирання ТПВ, тис. т		Обсяги перевезення на пункти заготівлі вторсировини, тис. т		Частка відходів, що збираються роздільно, %	
Обсяги роздільно зібраних відходів						
	тис. м ³		у % від утворених ТПВ		Населені пункти, охоплені роздільним збиранням ТПВ	
	2019 рік	2021 рік	2019 рік	2021 рік	2019 рік	2021 рік
Одеська	67,745	49,08	20,0	1,12	28	37
Миколаївська	217,02	232,36	17,1	16,2	20	23
Херсонська	3,5	н/д	0,5	н/д	26	н/д

Аналіз табл. 2.7 показав, що, попри збільшення кількості населених пунктів, охоплених роздільним збиранням, обсяги відібраної вторинної сировини зменшуються (Одеська область) або незначно зростають (Миколаївська область). Відсоток відібраної вторинної сировини у населених пунктах Одеської та Миколаївської областей за період 2019-2021 рр. зменшився. Зауважимо, що у переліку видів вторинної сировини, які підпадають під роздільний збір, найчастіше зустрічається пластик, особливо РЕТЕ- пляшки.

2.5 Особливості поводження з відходами пакування

У Національній стратегії (2017) [3] відходи упаковки розглянуті окремо як специфічні види відходів. На 18.09.2023 Верховною Радою України одержаний проект Закону України «Про упаковку та відходи упаковки». Відповідно до цього проекту, відходи упаковки – це упаковка чи пакувальний матеріал, що належить до відходів, за винятком відходів виробництва упаковки та відходів, що утворюються в процесі пакування товару [51]. У попередній версії законопроекту, відходи упаковки у складі побутових відходів – відходи, які утворюються у домогосподарствах, а також відходи, що є схожими за своїм походженням і кількістю на відходи від домогосподарств, і утворюються в комерційних, промислових, державних установах та інших закладах [52]. Відповідно до Закону України «Про управління відходами» [1], до побутових відходів включені відходи упаковки, що утворюються в домогосподарствах або подібні до них з інших джерел. Використовуючи визначення основних термінів, наведених у проекті Закону України «Про упаковку та відходи упаковки» від 1.11.2010 року [53], можна сформулювати визначення відходів пакування

у складі ТПВ – це використане пакування, яке було застосована для пакування, транспортування продукції, що повністю або частково втратила свої первісні якості і не підлягає подальшому використанню за своїм прямим призначенням. Пакування складається з тари і допоміжних пакувальних засобів. Отже, поняття «пакування» є більш широким, аніж «тара». Важливо також перейти на термін «пакування» замість «упаковка», починаючи з нормативно-законодавчої сфери [54].

Паковальна галузь демонструє стійке зростання обсягів виробництва, але разом із тим зростає кількість відходів. Наприклад, в ЄС кількість відходів пакування зросла у 1,22 за період 2010-2021 рр. Так, у 2021 році в ЄС утворилося 188,7 кг пакувальних відходів на одну людину, що на 10,8 кг більше, ніж у 2020 році, і є найбільшим зростанням за останні 10 років, майже на 32 кг більше, ніж у 2011 році. Рівень рециклінгу пакування оцінюється на рівні 63% [55]. Успіх європейської моделі у чіткому розподілі ролей та зон відповідальності між бізнесом, державою та громадянами, а також в економічній мотивації учасників процесу. Результат запровадження успішного європейського досвіду в Україні залежить від кожного українця. До прикладу, на одного українця припадає 82 кг пакувань на рік, що становить 3,0–3,2 млн. тонн відходів пакувань [56].

Пакування – один із найскладніших для переробки видів відходів. Вона займає великий обсяг (до 50% усіх ТПВ) та часто забруднена залишками їжі. За відсутності роздільного збирання ТПВ, відходи пакування спрямовуються на захоронення, а це означає, що втрачається їх ресурсний потенціал і вони стають джерелом забруднення і засмічення довкілля. Але законодавством України значною мірою регламентуються питання поводження з відходами упаковки. Це, певно, необхідна умова для імплементації Директиви Європейського парламенту та Ради 94/62/ЕС від 20 грудня 1994 року щодо упаковки та відходів упаковки. В завданнях Національної стратегії (2017) вказані обов'язкові до виконання виробниками та імпортерами норми підготовки для повторного використання та перероблення відходів упаковки. Так, має перероблятися 60-65% відходів пакування, не враховуючи нормативні значення глибини переробки по окремих видах таких відходів. Формування сучасних систем управління ТПВ неможливе без залучення відходів пакування, тим більше, що саме ці відходи є основною вторинною сировиною, яка переробляється в Україні, а попит перевищує пропозицію.

Нагадаємо, що морфологічний склад ТПВ українських міст є достатньо невизначеним за відсутністю нових спостережень або даних взагалі. А типовий набір компонентів морфологічного складу, які визначаються під час спостережень, не дає змоги деталізувати вміст відходів пакування. Для оцінки ресурсного потенціалу ТПВ конкретного міста необхідно деталізувати дані щодо вмісту окремих видів відходів

пакування. Якщо проаналізувати склад відходів пакування у ЄС [55], то з 84 млн. т відходів пакування, 40,3% становили папір і картон, пластик – 19%, скло – 18,5%, деревина – 17,1% і метал – 4,9%. Якщо розглянути структуру використовуваних пакувальних матеріалів за їхньою вартістю, то 35% припадає на папір і картон, 34% – на полімери, 13% – на метали, 6% – скло, 12% – деревина та інші матеріали. Якщо розглянути споживання пакування на душу населення, то в середньому, в світі на одну людину припадає 600 одиниць пакування для харчових продуктів. Найбільше споживання пакування в грошовому еквіваленті в Японії – 556 дол. США/людину, в Україні цей показник складає приблизно 100 дол.США/людину за рік. Взагалі, основним напрямком використання пакування є пакування харчових продуктів (40%) та напоїв (16%); на побутову хімію і косметичні засоби припадає 12%. Для аналізу даних щодо пакування важливо розрізняти виростання в одиницях маси, кількості та грошовий еквівалент. Наприклад, у Німеччині 63% харчових продуктів пакується з використанням різних видів полімерного пакування, що становить лише 24% від загальної ваги пакувань. У Західній Європі 40% всієї продукції пакується з використанням гнучких полімерних матеріалів, які становлять лише 10% від загальної маси. Якби було можливо виробляти всі європейські харчові продукти у гнучкому полімерному пакуванні, Європа заощадила б до 20 мільйонів тонн пакувальних матеріалів щорічно [48].

В Україні відсутня повна інформація по вмісту основних категорій пакувальних матеріалів в ТПВ. Але можна зробити деякі узагальнення. Скористаємося окремими даними щодо вмісту певних видів відходів в ТПВ українських міст, наприклад, за даними «Укрваторма» вміст окремих компонентів (у %): картон – 5; папір – 8; ПЕТ-пляшки, коробки – 2,09; плівка – 2,09; упаковка Tetra-Pak – 0,96; скло – 13 % [29]. Але з даних щодо вмісту таких фракцій, як папір, скло, важко визначити вміст саме пакування, вироблених з цих матеріалів. Тим не менш, можемо узагальнити, що вміст відходів пакувань в ТПВ українських міст коливається в межах 10-20%.

Є окремі деталізовані дані щодо вмісту полімерних відходів у ТПВ. За даними [47], 27% полімерів, які містяться у ТПВ – це пакування. 42% використовуваних полімерів – це транспортувальне пакування. У структурі полімерних відходів переважають поліетилен (35%, з них 22% – поліетилен низького тиску), ПЕТФ (28%), поліпропілен (12%) – найбільш розповсюджені пакувальні матеріали.

Отже, найбільш розповсюдженим є полімерне пакування. За результатами окремих досліджень [34, 36, 39] щодо морфологічного складу ТПВ різних міст України, представимо вміст полімерного пакування в ТПВ окремих населених пунктів (рис. 2.8).

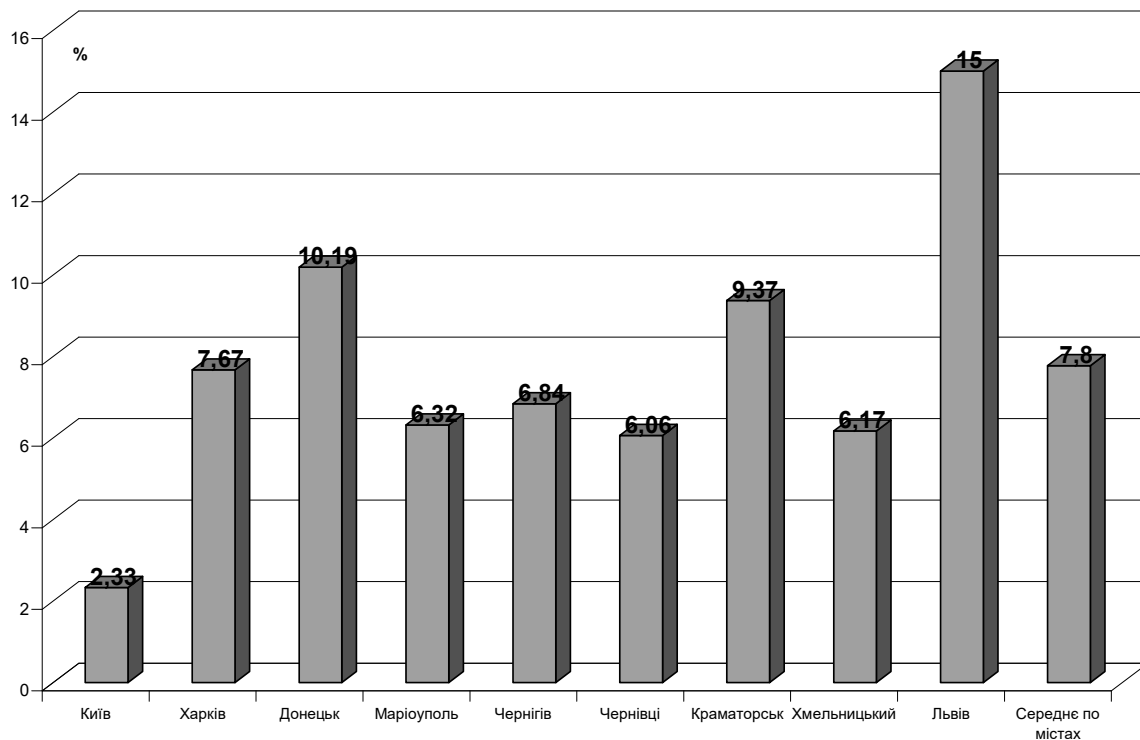


Рисунок 2.8 – Вміст полімерного пакування в твердих побутових відходах окремих міст України

Поняття «пакування» охоплює широке коло матеріалів. За видом використаного матеріалу пакування класифікується на такі види: паперове (папір + картон), полімерне, деревинне, скляне, керамічне, текстильне, металеве і комбіноване. Кожен матеріал, використовуваний при виробництві пакування, визначає класифікацію вторинної сировини з ТПВ та принципи її переробки та утилізації [57].

На основі системи ідентифікації Директиви 94/62/ЄС Про упаковку і відходи від упаковки, виділяють [58]: пластик; папір та картон; метал; деревина; текстиль; скло; змішані матеріали. На основі цієї класифікації, відходи пакування можна поділити на ті, що піддаються розкладанню природним шляхом (біовідходи) – папір і картон, деревина і текстиль; та на ті, що не піддаються біологічному розкладанню – пластик, метал та скло.

Відповідно до «Національної стратегії...» (2017) [3], розглядаються такі види пакування: скляне, пластикове, паперове і картонне, металеве, дерев'яне. До систем класифікації за складом також можна віднести поділ на моносировинне та композитне (комбіноване) пакування, тобто пакування, яке виготовлене з різних матеріалів, що не можуть бути відокремлені вручну, і жоден з яких не перевищує частку 95% від ваги пакування.

Класифікація за небезпечністю: безпечні та небезпечні відходи. За визначенням Закону України «Про управління відходами» [1], це відходи, які мають одну або декілька небезпечних властивостей, що наведені у додатку до законопроекту. Зазвичай, пакування у чистому вигляді не є небезпечним, але за безпекою можемо виділити такі групи:

- 1) безпечні, в т. ч. відходи пакування, які відносяться до медичних відходів;
- 2) небезпечні: а) що використовувалася для пакування небезпечних речовин та/або забруднена небезпечними речовинами; б) пакування під тиском (аерозольні балони).

Класифікація за місцем утворення: відходи пакувань від домогосподарств; відходи з інших джерел – установ, організацій та підприємств (у складі ТПВ підприємств).

З точки зору зменшення впливу відходів пакування на довкілля важливо класифікувати їх з позицій управління. Відповідно до Міжнародної ієрархії управління відходами, яка є основою дій Національної стратегії (2017) [3], необхідно створювати менше відходів пакування, максимально використовувати їх повторно та переробляти, що можливо досягти за умов впровадження роздільного збирання. Хоча Директивою 94/62/ЄС [58] у якості першочергового пріоритету встановлюються заходи, спрямовані на запобігання утворенню відходів пакувань. Як додаткові фундаментальні принципи, встановлюються повторне використання, переробка та інші форми відновлення відходів пакувань, а отже, зменшення кінцевої утилізації таких відходів з метою сприяння переходу до ЦЕ.

На основі Міжнародної ієрархії управління відходами нами розроблена класифікація відходів пакування відповідно до основних напрямів поводження з відходами, враховуючи специфіку таких відходів (табл. 2.10) [54].

Деякі позиції класифікації можна розглянути окремо. Наприклад, за характером використання, пакування є: 1) одноразовим; 2) багаторазовим.

За можливістю повторного використання відходи пакування можна поділити на: ВМР та відходи, що не переробляються і підлягають видаленню. Можемо також ідентифікувати ці категорії як екологічно дружнє пакування (ВМР) та пакування-відход. Відходи пакування, які відносяться до категорії ВМР, за характером повторного використання (утилізації) можна поділити на:

- 1) ті, які можна використати повторно за цільовим і нецільовим призначенням (*reuse*);
- 2) ті, які можна переробити (*recycling*);
- 3) сировину для отримання енергії (висококалорійна фракція).

Відходи пакування, які не переробляються та підлягають видаленню, можна поділити на групи з прив'язкою до умов, які не дозволяють їх

утилізувати: 1) не ідентифіковані за складом (відсутнє маркування або композитні); 2) забруднені речовинами; 3) невідсортовані; 4) для яких не розроблені технології переробки; 5) переробка економічно недоцільна.

Таблиця 2.10 – Класифікація відходів упаковки

<i>Запобігання утворенню або зменшенню кількості відходів, що утворюються</i>					
необхідне пакування, без якого неможливе переміщення продукту з дотриманням вимог		додаткове (надлишкове) пакування, яка є не обов'язковою і використовується для заохочення споживачів			
<i>Повторне використання пакування</i>					
багаторазове пакування		одноразове пакування			
<i>Переробка та утилізація відходів пакування</i>					
підлягає переробці		переробка неможлива			
1 черга наявні потужності з переробки і є попит на вторинну сировину	2 черга потенційні ВМР, переробка та утилізація яких економічно недоцільна	рекомендована термічна утилізація	<i>Захоронення</i>		
			здатне до біологічного розкладання	інертне пакування	небезпечне пакування

Можна також класифікувати пакування за екологічністю матеріалів. На перший погляд, вважається, що паперове пакування є найбільш екологічним, але це не так. Наприклад, в першому наближенні пакування із картону та паперу вважається більш екологічним, оскільки воно швидко (за кілька років) розкладається у НПС. Але, виходячи з концепції ЖЦ, дуже важливо розглядати усі «стадії життя» пакування. Наведемо порівняльну характеристику екологічних аспектів виробництва паперових і пластикових пакетів (табл. 2.11).

Таблиця 2.11 – Споживання ресурсів при виробництві паперових і пластикових пакетів [48]

Характеристика	Паперовий пакет	Пластиковий пакет
Споживання первинної сировини (від загальносвітового рівня)	28% деревини	5,4% нафти
Електроенергія	100%	18%
Вода	100%	3%
Маса 100 шт	63,5 кг	7,3 кг
Вартість	100%	40%
Період розпаду, рік	0,08-0,10	200

Як бачимо, виробництво пластикових пакетів споживає менше ресурсів, а отриманий продукт зменшує вплив на довкілля при транспортуванні. Втім, за влучною думкою В.М. Кривошея [48], будь-яке пакування має право на життя, якщо воно зберігає продукти і товари від

псування і пошкодження протягом всього встановленого терміну зберігання не завдаючи шкоди здоров'ю людей та не забруднюючи при цьому НПС, включаючи його відходи.

Отже, пакування розглядаємо не тільки як майбутні відходи, а й ефективний спосіб запобігання забрудненню довкілля при транспортуванні і зберіганні товарів. Наприклад, пакування хлібу дозволяє знизити втрати продукту через псування у 14 разів [48].

Хоча певні обмеження надмірного використання пакування вже запроваджені. Так, з 10.12.2021 року введений в дію Закон України від 01.06.2021 року № 1489-ІХ «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України». Зокрема, згідно статті 3 цього Закону з вказаної дати у магазинах, супермаркетах, аптеках, закладах харчування та сфері надання послуг заборонено безоплатне розповсюдження пластикових пакетів. Заборона не поширюється на біорозкладні пакети, а також надтонкі пластикові пакети шириною до 225 мм (без бокових складок), глибиною до 345 мм (з урахуванням бокових складок), довжиною до 450 мм (з урахуванням ручок), що призначені для пакування та/або транспортування свіжої риби, м'яса та продуктів із них, сипучих продуктів, льоду та розповсюджуються в об'єктах роздрібної торгівлі як первинне пакування.

Відповідно до наведеної класифікації (див. табл. 2.10), представимо пріоритетний ряд напрямків поводження з відходами пакування у складі ТПВ (рис. 2.8).

Прагнемо уникати додаткового пакування, а необхідну зводити до екологічно дружньої упаковки там, де можливо
↓
Якщо пакування необхідне, то перевага надається багаторазовому варіанту, особливо якщо воно підлягає переробці і є ВМР 1-ї черги
↓
Використовуємо одноразове пакування, яке є ВМР 1-ї черги
↓
Переходимо до багаторазового пакування з асортименту 2-ї черги ВМР
↓
Переводимо відходи пакування з 2-ї черги ВМР до 1-ї черги ВМР
↓
Використовуємо пакування, яке здатне до біологічного розкладання
↓
Прагнемо не захоронювати, а термічно утилізувати
↓
Уникаємо захоронення, особливо небезпечного пакування

Рисунок 2.8 – Пріоритетний ряд напрямків поводження з відходами пакування

Як зазначалося у розділі 1, з 2015 р. в ЄС розпочався перехід на нову модель управління ресурсами та відходами – економіку замкнутого циклу, коли споживання первинних ресурсів зводиться до мінімуму, а сировина якомога довше циркулює у сфері виробництва та споживання. Відходи пакування – це класичний вид відходів, для якого мають бути реалізовані механізми ЦЕ на основі принципу РВВ. У світі 17% відходів пакування підпадають під дію РВВ [59].

Принцип РВВ є основним в реалізації Глобальної ініціативи «Нова економіка пластмас», започаткованої в 2018 р. Фондом Гелен МакАртур та Програмою ООН з навколишнього середовища. Програма об'єднує підприємства, уряди та інші організації з усього світу навколо спільного бачення циркулярної економіки для пластику, в якій він ніколи не перетворюється на відходи чи забруднення. Програма об'єднує представників уряду та великі компанії, на які припадає 20% усього пластикового пакування, що виробляється у світі. Учасники Глобальної ініціативи взяли на себе зобов'язання уникати непотрібного пакування і перейти до багаторазового використання; досягти того, аби 100% пакування з пластику можна було безпечно використовувати, переробляти або компостувати до 2025 року [60].

Проект Закону України «Про упаковку та відходи упаковки» [53] наголошує, що основним принципом державної політики у сфері управління відходами пакування є, зокрема, «запобігання утворенню та зменшення обсягів відходів упаковки шляхом впровадження систем РВВ, депозитної системи та створення умов для максимально можливого повторного використання упаковки». В Україні під дію РВВ має потрапляти пакування 1-ї черги переробки. На сьогодні такими є: ПЕТЕ і алюмінієві пляшки, склобій, картон та, частково, поліетилен низької або високої щільності (HDPE), тара із поліпропілену (PP), а також Tetra Pak. Відомості про переробку окремих видів вторинної сировини з відходів упаковки (станом на 2019 рік) наведені в табл. 2.12.

Найбільш популярними видами вторинної сировини в Україні є пляшки – ПЕТЕ-пляшка, скляна (із зазначенням конкретного виробника) та алюмінієва пляшка. Але й тут переробці підлягають не усі пляшки, наприклад, забруднені харчовими продуктами або з етикеткою на всю пляшку. Популярною вторинною сировиною також є PP-пляшки від побутової хімії. Решта відходів пакування, яка не переробляється з технологічних або економічних міркувань, може розглядатися як висококалорійна фракція для виробництва RDF/ SRF палива.

Таблиця 2.12 – Відомості про переробку окремих видів вторинної сировини з відходів упаковки (станом на 2019 рік)

Показники	Вид відходу упаковки				
	ПЕТ-пляшки	склобій	алюмінієві пляшки	картон	Tetra Pak
Кількість підприємств-переробників	≈ 15	≈17	Заводи у Запоріжжі, Миколаєві, Броварах	≈20	2 ТОВ «Зміївська паперова фабрика», МПП «Рада»
Використання потужностей, %	65	60	н/д	92	н/д
Ціни на вторсировину*, грн./кг	3-4	0,50-1,00	10-16	1,00-1,50	н/д

* за даними <http://recyclers.com.ua/ua/pricing> (категорія мікс)

Окремо слід розглянути такий ресурс, як комбіноване пакування – це пакування, виготовлене з двох або більше різних матеріалів, які неможливо розділити вручну і які утворюють єдину цілісну одиницю, що складається з внутрішньої ємності та зовнішнього корпусу, яку наповнюють, зберігають, транспортують і спорожнюють як єдину цілісну одиницю [52].

Одним з таких є пакування Tetra Pak, яке складається з алюмінію (5%), поліетиленової плівки (14%), пластикової кришки (6%) та картону (75%). Це доволі складний в переробці вид пакування, основним (з двох) переробником якого є ТОВ «Зміївська паперова фабрика», де це започатковано з 2008 року. Потужність підприємства дозволяє переробляти до 500 т вторинної сировини на місяць, але за відсутності схем вилучення Tetra Pak із загального потоку ТПВ підприємство працює на імпортованій сировині. Переробка багатшарової упаковки «мокрим» способом (процес схожий на переробку макулатури) полягає у відділенні целюлозного волокна від поліалюмінія в гідророзбивачі, іноді для дезінфекції від залишків продуктів необхідно підвищувати температуру в гідророзбивачі, збільшувати час розбухання або додавати хімікати. Далі йде відмивання, очищення волокна і виробництво нового картону та останній етап – виробництво гранул із решти поліалюмінієвої суміші. Поліалюмінієва суміш використовується як добавка до дорожнього покриття або сировина для полімерно-піщаних виробів або виробів з чистого поліалюмінію. До речі, чистота матеріалу гранули сягає 98% завдяки багатоступеневій системі очищення, а невисока ціна полімеру робить виготовлення виробів з нього економічно вигідним. Крім того, вироби з вторинної поліалюмінієвої гранули можуть бути перероблені повторно! Отриманий папір використовується для друку нових книжок, зокрема, видавництвом «Ранок» [29, 30, 33].

2.6 Особливості поводження з відходами, що містять біодоступний вуглець

Серед ресурсоцінних компонентів ТПВ слід розглянути окрему групу відходів, що містять біодоступний вуглець (син. – біоорганічні відходи, органічні відходи, що легко розкладаються), отже, здатні до розкладання за рахунок природних біологічних процесів, що відбуваються як у тілі полігону, так і в спеціальних установах з біологічної переробки відходів.

Відповідно до «Керівних принципів національних інвентаризацій парникових газів» (ПГ) [38], до компонентів ТПВ, які здатні до біорозкладання, відносять: папір і картон, текстиль, харчові відходи, деревину, садово-паркові відходи, а також засоби особистої гігієни, гуму і шкіру. Найбільш детально ці компоненти розглянуті у Національному Кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів (за різні роки, наприклад, за 2021 р. [61]) через те, що внаслідок різних підходів щодо поводження з ними утворюються ПГ – метан, діоксид вуглецю, закис азоту тощо. За даними [62], розглянемо часові зміни вмісту окремих компонентів ТПВ, що містять біодоступний вуглець: I (папір і картон), II (текстиль), III (харчові відходи), IV (деревина), V (садово-паркові відходи), VI (засоби особистої гігієни), VII (гума та шкіра) (рис. 2.9).

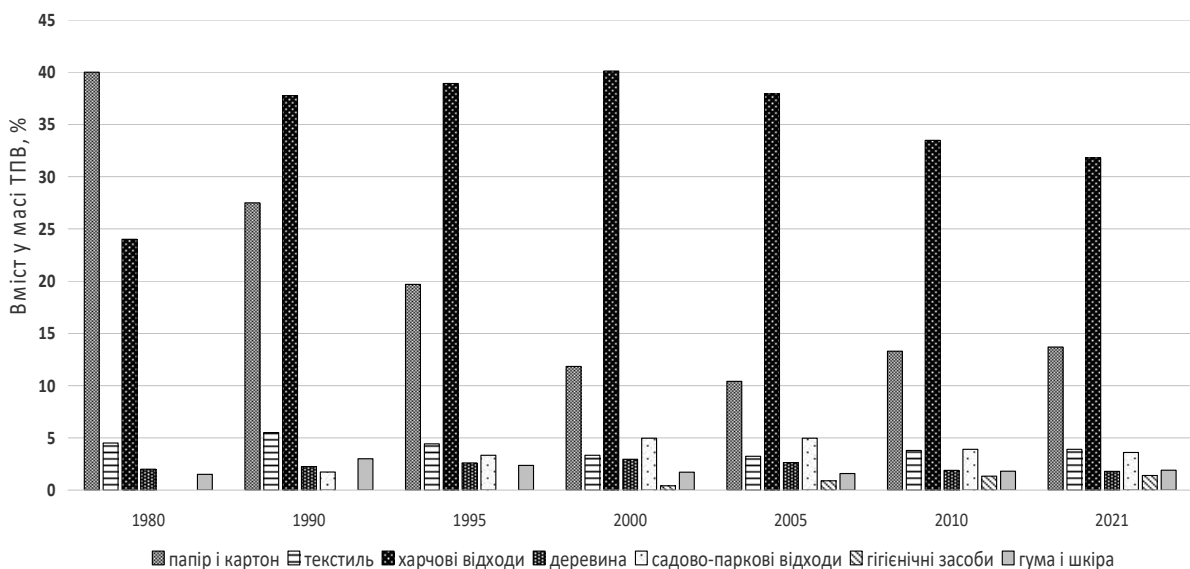


Рисунок 2.9 – Вміст компонентів, що містять біодоступний вуглець, в загальній масі ТПВ за 1980-2010 рр.

Як бачимо, за період 1990-2021 рр. відбулося суттєве зниження вмісту паперу і картону у ТПВ (в 1,7 рази за період 1990-2005 рр.). Майже

у 2 рази скоротився вміст шкіри і гуми. В порівнянні з 1980 р., 1,3-1,6 рази збільшився вміст харових відходів. Також збільшився вміст садово-паркових відходів: майже у три рази, порівняно з 1990 р. Вміст деревини та шкіри і гуми протягом 1980-2010 рр. незначно коливався. Починаючи з 2000 р., у ТПВ враховують новий компонент – засоби особистої гігієни. На сьогодні їх частка складає 1,3% від загальної маси ТПВ. Загалом, майже 60% від маси ТПВ складають компоненти, які містять біодоступний вуглець, з них 50% – це харчові відходи, 22% – папір і картон, 15% – садово-паркові відходи. Вміст решти компонентів не перевищує 4% по кожному окремо. Отже, ресурси таких відходів досить значні [37].

Кожне місто має свій власний морфологічний склад ТПВ, який може значно відрізнятися від національних і регіональних усереднених даних. Наприклад, в роботах А.П. Скрипника [34], В.Ю. Приходько та Т.П. Шаніної [62] показано, що морфологічний склад міст з населенням від 10 тис. до 1 млн. осіб відрізняється від морфологічного складу міст з населенням більше 1 млн. та сільських населених пунктів. Це стосується також і біоорганічних відходів [37, 63]. Наприклад, в якості критерію для оцінки мінливості вмісту окремих компонентів у складі ТПВ можна вибрати коефіцієнт варіації, який визначається як відсоток середнього значення величини складає її середнє квадратичне відхилення. Оскільки міста з населенням 10-1000 тис. осіб складають окрему групу за складом ТПВ [62], то у якості вихідних даних виберемо результати досліджень морфологічного складу ТПВ для 19 міст України. Результати приведені в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Мінливість вмісту компонентів ТПВ, що містять біодоступний вуглець

Показник	Компонент ТПВ				
	Папір і картон	Харчові відходи	Деревина	Текстиль	Гума і шкіра
Середній вміст, %	8,80	33,89	1,95	3,12	1,63
Коефіцієнт варіації, %	36,71	23,36	85,44	50,27	83,00

Як бачимо з табл. 2.12, найбільш мінливим є вміст гуми та шкіри, а також деревини, найбільш усталеною характеристикою є вміст харчових відходів у загальній масі ТПВ. Також можна сказати, що чим більший вміст компоненту в загальній масі ТПВ, тим більш усталеною є ця величина відносно середнього значення в групі [37].

За даними дослідження [63] та результатами досліджень А.П. Скрипника (за різні роки), нами побудована карта-схема, що ілюструє дані щодо вмісту компонентів, які легко розкладаються, в загальній масі ТПВ по регіонам України (рис. 2.10). На карті-схемі додатково

представлений вміст харчових відходів та картону і паперу, які, в основному, формують групу біоорганічних відходів і є реальною вторинною сировиною.

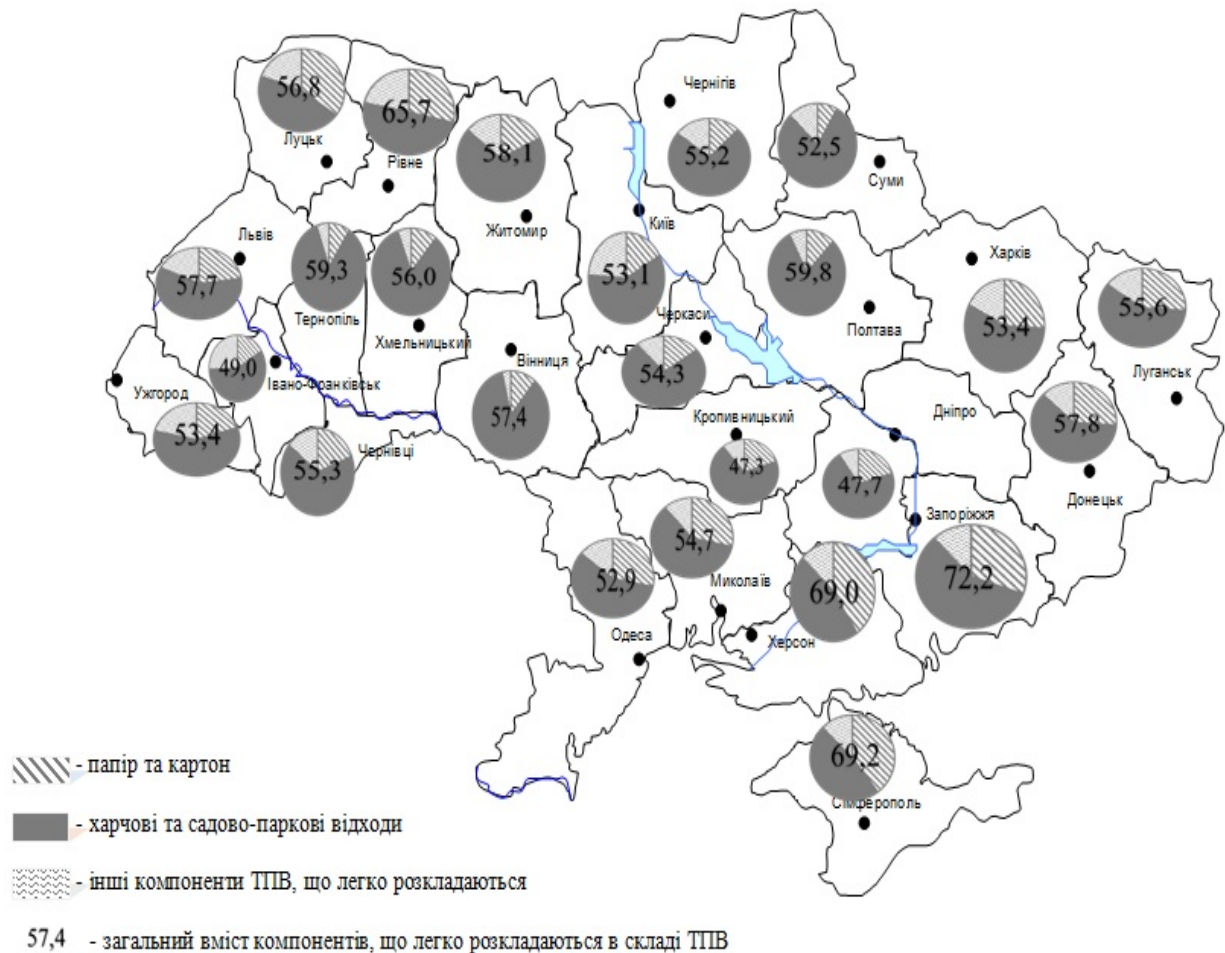


Рисунок 2.10 – Вміст біовідходів у складі ТПВ по регіонах України (станом до 2019 року) [37]

Як бачимо з рис. 2.10, існують значні міжрегіональні відмінності вмісту біовідходів у ТПВ як взагалі, так і за окремими компонентами. Наприклад, загальний вміст компонентів, здатних до біологічного розкладання, коливався від 47,3% (Кіровоградська область) до 72,2% (Запорізька область), а вміст паперу і картону змінювався від 6,1% (Хмельницька область) до 27% (АР Крим).

Сучасна практика поводження з потоком органічних відходів, які легко розкладаються, полягає у видаленні їх на звалища і полігони. За даними [61], компостується лише 0,08% від загальної кількості ТПВ в Україні (8824,4 т в 2021 р.). При захороненні компонентів ТПВ, що містять біодоступний вуглець, вони стають джерелом утворення ПГ внаслідок анаеробної деструкції в тілі полігону. Щоправда, ПГ також утворюються

при компостуванні, однак за значно коротший термін (6-9 міс.) і в меншій загальній кількості.

Емісія ПГ від місць захоронення ТПВ триватиме понад 50 років. А єдиною можливістю використання ресурсного потенціалу захоронених відходів є збір і утилізація біогазу, що є доцільним лише на великих полігонах. Станом на 2021 рік [61], дегазація полігонах відбувається на 26 полігонах, на яких експлуатуються установки для виробництва електроенергії, потужність яких досягла 39 МВт. Кількість утилізованого біогазу у 2021 році склала 73,9 млн. м³. Скорочення емісії ПГ внаслідок використання біогазу з полігонів склало 39,39 тис. т, що складає 12,7% від загальної емісії від місць захоронення відходів – 307,9 тис. т. метану. На 2021 р. емісія метану від місць захоронення ТПВ склала 52,5% від загальної емісії ПГ у секторі «Відходи» та має тенденцію до зростання: наприклад, за період 1990-2021 рр. емісія метану зросла на 17,8% [61]. З іншого боку, такі відходи можуть бути ефективно утилізовані, особливо найбільші за масою харчові, садово-паркові відходи та папір і картон. Однак необхідною умовою для цього є виокремлення потоку органічних відходів, що легко розкладаються, із загальної маси ТПВ, в момент їх утворення. В результаті отримуємо чисту сировину для біологічної утилізації (харчові та садово-паркові відходи) та незабруднені інші вторинні матеріали.

З огляду на характеристики компонентів ТПВ, що містять біодоступний вуглець, нами представлені основні напрямки утилізації (рис. 2.11), які можливі на сьогодні.

Щодо засобів особистої гігієни, то найбільш доцільним було б термічне знешкодження, але з огляду на неможливість селективного збору відходів, що становлять біологічну небезпеку, найбільш вірогідним є їх захоронення. Така група відходів, як шкіра і гума, також можуть бути захоронені через значну диференціацію складу, що ускладнює утилізацію. Або їх можна розглядати як висококалорійну фракцію з ТПВ для виробництва альтернативного RDF/SRF палива. Проте, в загальній масі таких відходів лише 1,6%. Альтернативою для захоронення цих двох груп відходів може стати термічна обробка різними методами. Такі компоненти, як деревина і текстиль, можуть бути утилізовані окремо або розглядатися як сировина для виробництва RDF/SRF палива.

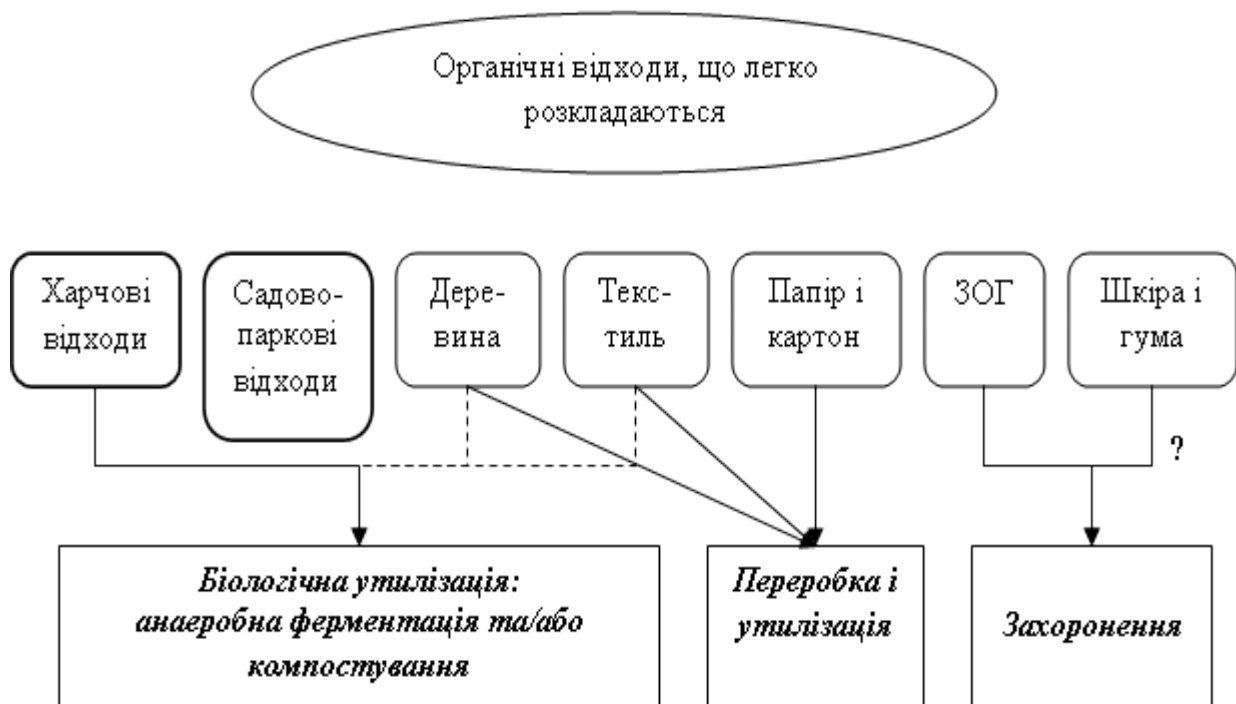


Рисунок 2.11 – Напрямки утилізації компонентів ТПВ, що містять біодоступний вуглець [37, 64]

2.7 Особливості поводження з великогабаритними відходами

Законом України «Про управління відходами» [1] великогабаритні відходи визначаються як побутові відходи, що за розміром не можуть бути поміщені у контейнери об'ємом до 1,1 м³. Також є визначення, що до великогабаритних відносяться тверді відходи, розміри яких перевищують 50 x 50 x 50 см, що не дає змоги розмастити їх у контейнерах об'ємом до 1,1 м³. Утворюються такі відходи в побуті, у мережі харчування, при проведенні будівельно-ремонтних робіт, у муніципальних системах транспорту, зв'язку, водоканалу. Приклади відходів – відпрацьоване обладнання системи харчування (холодильне і пічне), великогабаритні відпрацьовані запчастини, меблі, будівельні відходи тощо [65].

Великогабаритні та ремонтні відходи мають збиратися та вивозитися окремо від інших видів побутових відходів. Але контейнерні майданчики, зазвичай, заповнені будівельним сміттям та сантехнікою, поламаними меблями, старими холодильниками. Такі речі деформують контейнери та пошкоджують вартісні частини сміттєвозів, наприклад, пресувальну плиту. Окрім того, вони псують зовнішній вигляд прибудинкової території і

завдають певних незручностей мешканцям. Все це визначає певну необхідність врахування специфіки таких відходів при розробці системи управління ТПВ. Так, при розробці послуги з управління відходами великогабаритні (та ремонтні) відходи йдуть окремою категорією.

До ремонтних відходів відносяться залишки речовин, матеріалів, предметів, виробів, що утворилися під час переобладнання, перепланування або поточного ремонту у житловому будинку, окремій квартирі або будинку громадського призначення [1]. Збирання та перевезення цих відходів здійснюється спеціально обладнаними транспортними засобами.

Реалізація системи поводження з ТПВ передбачає створення муніципального центру утилізації ВМР на основі модульно-поквартального принципу. В таку схему мають бути «вбудовані» великогабаритні та ремонтні відходи. До складу центру доцільно включити координуючу адміністративну групу, склад-накопичувач ВМР і транспортний підрозділ. Основним структурним елементом центру утилізації повинен стати пункт рециклінгу, розташований на місці одного з внутрішньоквартальних контейнерних майданчиків, який складається з 5 модулів:

- 1) модуль прийому відокремлених органічних відходів, які легко розкладаються;
- 2) модуль прийому та сортування стабілізованих потенційних ВМР
- 3) модуль, що виконує функції пункту прийому вторинної сировини і здійснює прийом окремих фракцій потоку ТМВ, відсортованих населенням, за гроші;
- 4) модуль прийому та розбирання великогабаритних відходів;
- 5) модуль збору фракції небезпечних побутових відходів (рис. 2.12).

Відповідно до існуючих нормативних положень, які регламентують умови надання послуги з управління відходами, така пропозиція розробляється для великогабаритних і для ремонтних відходів окремо. В містах України є певний досвід поводження з великогабаритними відходами. У Львові, наприклад, працюють майданчики для збору великогабаритних та дрібних будівельних відходів де жителі міста мають змогу безкоштовно здати старі меблі, вікна, двері, побутову техніку (холодильники, телевізори, пральні машини), шини, скло, папір, метал, а також дрібні будівельні відходи. Вид однієї особи приймають: меблі, побутові прилади – не більше 1 (однієї) одиниці відходів в місяць (поштучно); дрібні будівельні відходи – не більше 1000 кг на місяць (насіпом); скло – не більше 20 кг на місяць; шини легкових автомобілів – 4 шт. один раз на рік. В Одесі, наприклад, функціонують кілька майданчиків для збирання великогабаритних відходів, де можна розміщати старі меблі, віконні рами, непридатну для подальшого використання побутову техніку тощо. В Запоріжжі у рамках програми поліпшення санітарного стану міста були облаштовані спеціальні баки об'ємом 8 м³ для

збирання великогабаритних і ремонтних відходів (не будівельного сміття).

Зауважимо, що відходи будівельно-ремонтних робіт (будівельні відходи), які утворюються під час провадження таких видів діяльності, як будівництво нових будівель та споруд, їх реконструкція, капітальний ремонт, остаточне знесення будівлі чи споруди тощо, не входять до складу побутових відходів, та вивозяться окремо від великогабаритних відходів.

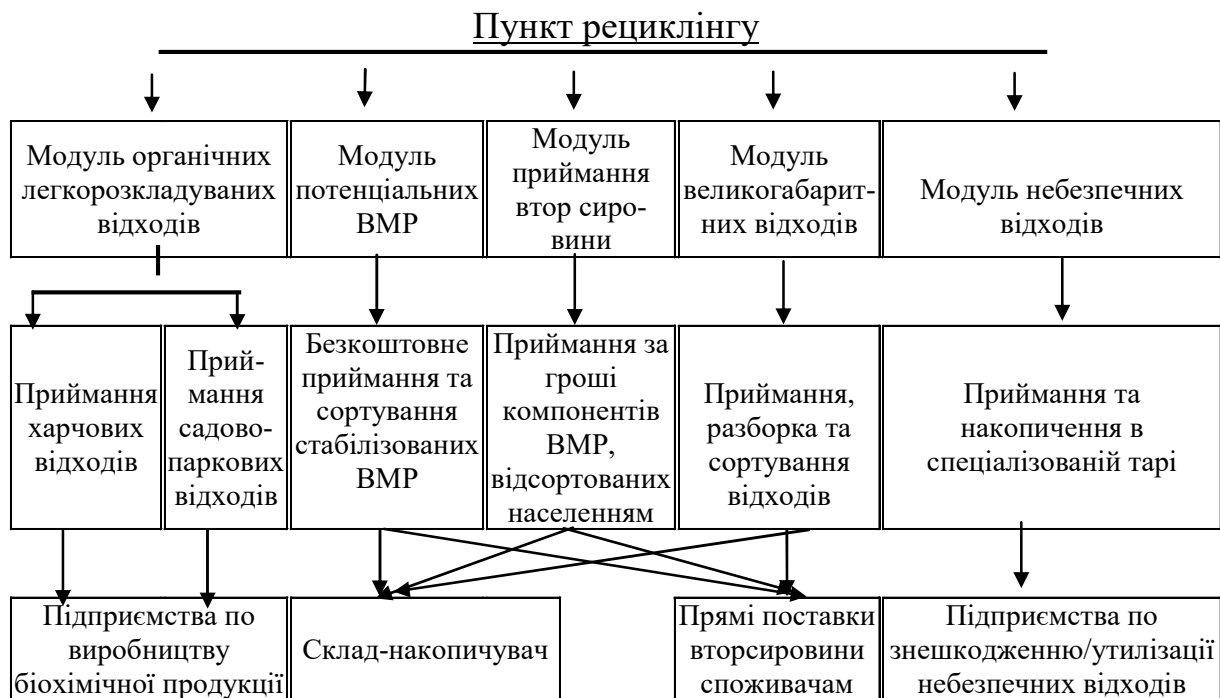


Рисунок 2.12 – Структура муніципального центру рециклінгу вторинних матеріальних ресурсів на основі модульно-поквартального принципу

Доцільно навести приклади поводження з великогабаритними відходами у деяких країнах ЄС. Бельгійська система збору відходів побудована таким чином, аби зробити відокремлення відходів максимально простим для людей. Існує три типи каналів збору: збір відходів, призначених для рециклінгу, в контейнери, розташовані обабіч вулиць, збір у муніципальних утилізаційних дворах та через роздрібних торговців. Типовими відходами, що збираються населенням, є змішані відходи, пластикові пляшки, металеві упаковки та коробки для напоїв, скляні пляшки, овочеві, фруктові та садові відходи, а також великогабаритні відходи. Вони викидаються у контейнери, розміщені на вулицях. Муніципальний утилізаційний двір – це ділянка землі, де громадяни можуть депонувати свої відходи окремо. Для кожної категорії відходів передбачено відповідну ємність або контейнер.

В Німеччині від великогабаритних відходів позбавляються за допомогою спеціальних фірм. З ними домовляються про дату і залишають непотребні речі на вулиці перед будинком безпосередньо перед узгодженим часом. Деякі муніципалітети здійснюють збір такого сміття безкоштовно, деякі стягують плату (перший 1 м^3 відходів обійдеться в середньому в €30-50, кожний наступний – в €5). Кількість великогабаритних відходів, що викидаються, обмежена і регулюється по-різному, в залежності від місця розташування. У багатьох містах існують спеціальні пункти збору, призначені для громіздких відходів. Свої варіанти пропонують центри утилізації або переробки. Іноді великогабаритні відходи (меблі, побутова техніка тощо) вивозять за графіком, приблизно один раз на три місяця. До цього моменту меблі і побутову техніку може забрати кожний, кому це потрібно. Для окремих районів розроблені графіки, за яким спеціальна бригада утилізаторів забирають старі холодильники, пральні машинки, меблі, металевий лом. Щоб здати якісь великогабаритні предмети, мешканцям треба заздалегідь, за тиждень або навіть місяць, сповістити про свої наміри утиль-конттору і сплатити за вивезення певну суму.

В Швеції великогабаритні відходи (побутову техніку, меблі, будівельні матеріали тощо) безкоштовно здають в спеціальні пункти прийому, розташовані у відносній доступності.

3 АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ПІДХІД ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

Сучасний стан сфери управління та поводження з ТПВ зумовлює низку екологічних та соціально-економічних проблем в регіонах України. Пошук оптимальних рішень в сфері ТПВ – найважливіше завдання на шляху подолання екологічної кризи та необхідна умова для європейської інтеграції.

Відповідно до офіційних даних Мінрегіону України, у 2021 році українці згенерували 51 млн. м³ ТПВ, і ця кількість продовжує зростати. Близько 78% населення України охоплено послугами з вивезення ТПВ. Основним методом вирішення проблеми ТПВ є поховання на звалищах та полігонах, де розміщувалося 92,36% ТПВ. Це найвищий показник у Європі. Кількість полігонів та звалищ становить 5969, загальною площею понад 8816 га. Крім того, протягом 2021 року було виявлено 26800 несанкціонованих звалищ загальною площею 600 га. З початком війни відбулася масова міграція українців за кордон – за перший рік в країни Європи виїхало близько 8,1 млн. українців (дані Міжнародної Організації з Міграції). Ще 5,4 млн. є внутрішньо переміщеними особами. Все це, звісно, вплинуло на аналогічні показники утворення ТПВ за 2022 рік. Так, в населених пунктах України утворилось майже 39 млн. м³ побутових відходів, або понад 7 млн. тон, 90% з яких були видалені на 5,7 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею майже 8 тис. га. Умови місць видалення ТПВ є незадовільними: 3,8% місць захоронення ТПВ перевантажені, а 13,8% не відповідають нормам екологічної безпеки. Рекультиватії підлягають 430 полігонів і сміттєзвалищ. Крім того, необхідно як мінімум 290 нових сучасних полігонів ТПВ площею майже 1,5 тис. га [24].

Кризова ситуація у сфері управління та поводження з ТПВ в Україні може бути охарактеризована таким чином:

- 1) хоча роздільний збір у 2021 році був запроваджений у 1707 населених пунктах, лише 8,9% ТПВ надійшло на переробку та/або утилізацію (в т.ч. сміттєспалювання);
- 2) переважає валовий збір ТПВ без поділу на компоненти, а збір вторинної сировини здійснюється різними операторами (найчастіше, це пункти збору вторинної сировини), які не пов'язані у системі управління ТПВ, якщо вона взагалі існує;
- 3) спостерігається стійке зростання темпів утворення ТПВ під впливом соціально-економічного розвитку та змін споживання (наприклад, протягом 1920-2012 рр. показники питомого утворення ТПВ збільшилися в 4 рази за об'ємом та в 1,6 рази за масою);

- 4) надзвичайний брак інформації в сфері ТПВ, зокрема, про кількісні та якісні характеристики потоку ТПВ; про вплив місць видалення відходів на довкілля, особливо стихійних тощо;
- 5) основним фактором при виборі методу поводження з ТПВ є вартість: найдешевший спосіб – це захоронення, особливо нелегальне. Так, витрати на захоронення відходів менші, ніж на організацію збору відходів (за даними Мінрегіону України, у 2021 р. середній тариф на переробку ТПВ (фактично, це вивезення відходів на захоронення) становив 4,24 євро за м³, у тому числі 1,31 євро за м³ за захоронення;
- б) існуючі полігони ТПВ почали своє життя у 80-90-і роки ХХ-го століття і були розраховані на 15-20 років експлуатації; це означає, що наразі такі полігони мають бути закриті та рекультивовані; однак вони продовжують працювати в умовах значного перевищення проектної ємності (перевантаження) через відсутність альтернативних місць захоронення та систем роздільного збирання ТПВ з подальшою утилізацією ресурсоцінних компонентів;
- 7) з початком військових дій на території України у 2022 році у сфері ТПВ відбулися певні зміни:
 - а) створення додаткового навантаження на систему управління ТПВ в західних регіонах країни внаслідок значної міграції населення з територій з активними бойовими діями;
 - б) утворення значних обсягів відходів від руйнувань та військових відходів. За деякими оцінками, обсяг утворення відходів від руйнування під час війни складає 10-12 млн т/рік;
 - в) економічний спад і, як наслідок, затримка реалізації завдань зі створення умов для використання ресурсного потенціалу ТПВ, передбачених Національною стратегією (2017) та Національним планом управління відходами;
 - г) відсутність даних з окупованих територій та територій з активними бойовими діями.

3.1 Концепція поводження з твердими побутовими відходами (ОДЕКУ)

Для розбудови системи управління відходами, зокрема, ТПВ, на регіональному рівні розробляється та затверджується Регіональний план управління відходами. Строк на розробку Регіональних планів – два роки з моменту затвердження Національної Стратегії (2017), тобто 2019-2020 рік. Але в кінці 2023 р. Міндовкілля разом із європейськими експертами розробили новий проєкт Національного плану управління відходами, очевидно, подовживши строк реалізації до 2033 року. Новим проєктом поставлені конкретні цільові показники його успішної реалізації: охоплення послугами з управління побутовими відходами 98% міського та

95% сільського населення (до 2033 року); охоплення роздільним збиранням 100% великих міст, 95% міського та 70% сільського населення (до 2033 року); зменшення обсягів захоронення побутових відходів до 30% (до 2030 року).

Структура Регіонального плану та методичні рекомендації щодо його формування містяться у Наказі Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 586 від 10.09.2021 [10].

Відповідно до цільових показників «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» [3], до 2023 р. необхідно забезпечити переробку 15% утворених ТПВ з подальшим підвищенням рівня до 50% (див. рис. 1.3). Це означає, що при розробці стратегії управління та поводження з ТПВ на регіональному та місцевому рівні необхідно обирати таку модель, яка дозволить досягнути визначених цілей у перспективі. Крім того, Законом України «Про управління відходами» [1], починаючи з 2025 р., встановлюються цільові показники підготовки до повторного використання та рециклінгу відходів на рівні 10% з подальшим підвищенням до 35% в 2040 р. (див. рис. 1.4).

На нашу думку, найбільш доцільно впроваджувати такий підхід до роздільного збирання, який дозволяє виокремити із загального потоку ТПВ органічні відходи, які легко розкладаються [12, 19, 40]. Це дозволить отримати «суху» ресурсоцінну та незабруднену «вологу» фракції ТПВ, а це є необхідною умовою розбудови ефективної системи поводження з ТПВ і досягнення цільових показників [67]. Такий принцип покладений в основу Концепції поводження з твердими муніципальними відходами, що розроблена в Одеському державному екологічному університеті (ОДЕКУ, далі – Концепція) [20], Модульного підходу до формування індивідуальної системи поводження з відходами (*Veolia*) [42], програми *Zero Waste City* [67].

Отже, найкращім варіантом диференціації потоку ТПВ з метою отримання ВМР є створення умов для виокремлення із загального потоку групи органічних відходів, які легко розкладаються. На початковому етапі ЖЦ ТПВ необхідно забезпечити відділення потоку таких відходів – харчових і садово-паркових (це так звана «волога фракція» ТПВ). І якщо у випадку харчових відходів їх важко відокремити від решти відходів, що утворюються в домогосподарствах, то садово-паркові відходи вже є відокремленими від решти відходів в момент утворення. Але за існуючою на сьогодні практикою поводження вони долучаються до загального потоку ТПВ, який далі надходить на звалища і полігони.

Якщо в основу системи управління та поводження з ТПВ закласти принцип диференціації із виділенням потоку органічних відходів, що легко розкладаються, то розподіл загального потоку ТПВ можна представити у вигляді схеми на рис. 3.1.

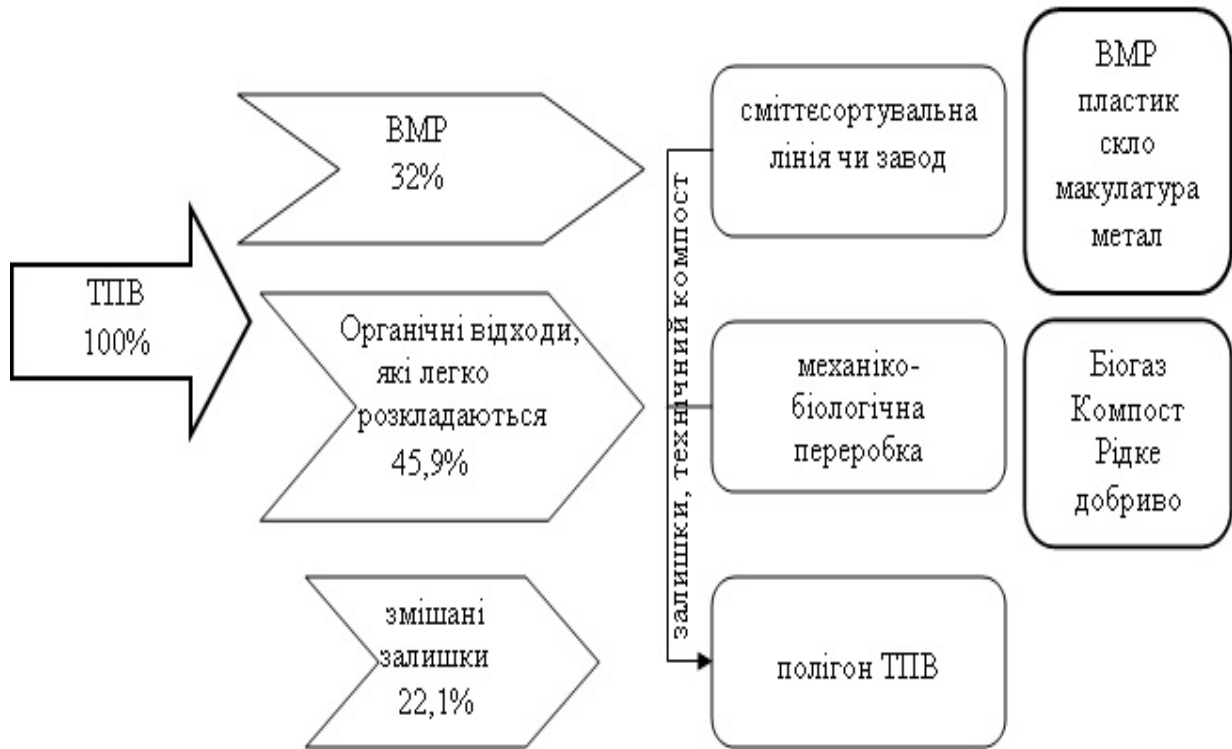


Рисунок 3.1 – Схема розподілу потоку твердих побутових відходів та отримання сировини і продуктів переробки (за умови відділення «вологоді фракції» відходів) [12]

Це за умови 100% відбору без урахування глибини вилучення як «вологоді фракції», так і глибини подальшого сортування «сухої фракції» на сміттесортувальній лінії

Якщо припустити, що на початку впровадження системи роздільного збирання охоплення становитиме 23%, а глибина сортування «сухої фракції» на сміттесортувальній лінії – 80%, то для загального потоку ТПВ вилучення окремих ресурсоцінних фракцій становитиме: ВМР – 5,9%; харчові відходи – 8,3%; садово-паркові – 9,8% (врахуємо специфіку утворення таких видів відходів та можливість 100% збору). Разом це становитиме 24% від загальної маси ТПВ, що означає перевищення визначеного «Національною стратегією управління відходами в Україні до 2030 року» [3] рівня перероблення відходів на рівні 15% до 2023 року. Хоча за відсутності комплексів механіко-біологічної переробки «вологоді фракції» вона спрямовується на полігон. Тому у цьому випадку досягнення рівня переробки 15% можливе за рахунок збільшення охоплення населення роздільним збиранням хоча б на рівні 50%.

Якщо провести такі прогностичні розрахунки за умов 48%-го охоплення населення роздільним збиранням (3 етап реалізації Національної Стратегії (2017)), отримаємо: ВМР – 12,3%; харчові відходи – 17,3%; садово-паркові

– 9,8%, що разом становитиме лише 39,4% за необхідних 50% [12]!

Це означає, що необхідно збільшити охоплення населення роздільним збиранням до 65% або виділити додаткові потенційні ресурси – деревина та залишки сортування, які можна розглядати як паливо. Тим не менш, вважаємо за необхідне проектування систем управління відходами із залучення харчових та садово-паркових відходів до роздільного збирання і подальшої утилізації.

Відповідно до Концепції загальний потік ТПВ у місці їх утворення поділяється на такі потоки:

- 1) органічна фракція, що легко розкладається;
- 2) потенційні вторинні матеріальні ресурси + інертні мінеральні будівельні відходи;
- 3) небезпечні відходи [9, 18, 19, 20].

Для кожного з потоків сформульовані основні принципи управління та поводження [20, 21].

Обов'язковою умовою реалізації Концепції є диференціація потоку ТПВ на початку його ЖЦ [66, 68].

Диференціація потоку ТПВ може відбуватися у такий спосіб. Населення відділяє органічні відходи, які легко розкладаються, в момент утворення, використовуючи спеціальні контейнери для зберігання, а решту компонентів ТПВ збирають в окремий контейнер (або інші контейнери) і потім відправляють на сортування для подальшої переробки та утилізації. Таким чином, на початку «життєвого циклу» ТПВ відокремлюються харчові та садово-паркові відходи (зелені відходи). Зменшити генерацію харчових відходів можна за допомогою побутових диспозерів, які можуть бути встановлені в будинках, готелях, ресторанах і т.д. Хоча це створює додаткове навантаження на систему водовідведення та очисні споруди. В приватних будинках утилізація харчових та садово-паркових відходів може відбуватися шляхом аеробного компостування чи вермікомпостування [18, 20, 68].

Також необхідно організувати збір і транспортування іншого виду відходів, що легко розкладаються – опалого листя. Відповідно до існуючої практики поводження з садово-парковими відходами, вони потрапляють до загального потоку ТПВ, який потім вирушає на захоронення.

Окреме збирання садово-паркових відходів та можливість долучити до них харчові відходи може розглядатися як один з напрямків утилізації складових ТПВ. Але спільне компостування садово-паркових та харчових відходів має певні обмеження щодо подальшого використання компосту по причині можливого забруднення садово-паркових відходів важкими металами. Відомо, що рослини здані поглинати забруднюючі речовини, а окремі з них накопичуються у листві і згодом переходять до відходів. Тому необхідно проводити біохімічні дослідження таких відходів, на основі якого примати рішення щодо спільного або окремого компостування або

ферментації з харовими відходами. За умови забруднення садово-паркових відходів їх доцільно компостувати окремо та використовувати цей компост як добриво для міських ґрунтів або (при значному забрудненні) переробити отриманий компост повторно для зменшення маси, яку, в подальшому, розмістити на полігоні [64, 69].

Такий розподіл компонентів відходів, що легко розкладаються, на початковій стадії ЖЦ дозволяє отримати «чистий» ресурс для виробництва компосту. Крім того, усунення цього потоку в момент утворення забезпечує отримання інших компонентів у незабрудненому вигляді. Це дуже важливо, тому що технології утилізації деяких видів відходів (наприклад, макулатури) мають відчутні результати лише у разі використання чистих матеріалів.

Потік інертних мінеральних відходів, що утворилися при проведенні будівельних і ремонтних робіт, відокремлюється на початку ЖЦ ТПВ. Цей вид відходів може використовуватися при будівництві та ремонті доріг та як інертний шар на полігонах тощо. Принцип управління цим потоком – матеріальне стимулювання підприємств, які виробляють цей вид відходів та збирачів відходів [20, 68].

Потік потенційних ВМР розподіляється за компонентами, та був прямує до спеціалізованих підприємств з переробки вторинної сировини або на підприємства, де використовується вторинна сировина. Наприклад, старі меблі та побутова техніка розбираються з подальшою утилізацією деяких комплектуючих; такі компоненти відходів, як упаковка, макулатура, метали, скло, ганчір'я тощо, можуть бути зібрані у спеціально сконструйовані контейнери з урахуванням попиту на компоненти, що може змінюватись в залежності від території [20]. Або це може бути один контейнер для змішаних сухих відходів, який далі відправляється на сортування. Серед компонентів «сухої» фракції скло рекомендується збирати окремо. Отриману таким чином суміш вторинної сировини легше досортувати, а окремо відібране скло є одним з вартісних ВМР.

Фактично, серед широкого різноманіття компонентів відходів, які можуть розглядатися як ВМР, в Україні переробляються та регенеруються лише папір та картон, пластикові пляшки і тара, метали, шини та скляні пляшки. Саме на ці фракції орієнтовані пункти прийому вторинної сировини та неформальний сектор. До речі, роздільний збір сміття в Україні розпочався з 2009 року та у 2022 році введений у практику у 1440 містах (рис. 2.1).

Вкрай необхідно відділяти небезпечні відходи з потоку ТПВ на початку ЖЦ відходів. Це може бути організовано шляхом цільового збирання різних видів відходів. Старі акумулятори необхідно здати на станції технічного обслуговування автомобілів, елементи – у спеціальні відділення супермаркетів, прострочені ліки – в аптеки тощо. Поширення інформації про різні типи небезпечних відходів є дуже важливим. Люди

повинні запобігати неконтрольованому надходженню небезпечних відходів у навколишнє середовище та їх змішування з іншими компонентами ТПВ [20, 68]. Як варіант, небезпечні відходи можуть бути вилучені з потоку потенційних ВМР на сміттесортувальній станції. У цьому випадку вони не забруднюють органічні відходи, що легко розкладаються, які використовуються як матеріал для виробництва компосту.

Диференціація потоку відходів у відповідності до Концепції може бути реалізована у державних установах та на підприємствах з використанням засобів контролю процесів сортування. Перспективними напрямками використання відходів з цих джерел є рециклінг пакувальних, паперових відходів, а також органічних відходів, які легко розкладаються. Нині в Україні розвиваються приватні ініціативи щодо роздільного збору сміття в офісах, управління відходами на об'єктах готельно-ресторанної сфери – *Zero Waste & Climate Friendly* політика готелю, *Zero Waste* кав'ярні [70] тощо. На прикладі малих об'єктів моделюється створення ефективних систем управління відходами та використання ресурсного потенціалу відходів. До речі, фракція харчових відходів є привабливою для окремих проектів. Наприклад, 2018 року стартував проєкт *Compolla*: 200 українських шкіл отримали компостери для утилізації харчових відходів. Протягом року реалізації проєкту було компостовано понад 52 т харчових відходів та отримано близько 26 т компосту. Є успішні кейси мінімізації утворення харчових відходів у закладах громадського харчування та в готельних комплексах, спростовуючи міф про те, що клієнтоорієнтованість суперечить концепції *Zero Waste* [70].

Місто Львів стало першим українським містом, де у 2020 році запрацювала перша система централізованого збору та переробки органічних відходів. Вона включає систему збору органічних відходів від населення та окремих підприємств та подальшу переробку на компост на міській станції компостування. У квітні 2022 року на станцію надійшло 462,7 т органічних відходів, з яких 2/3 – садово-паркові відходи. ГО *Zero Waste Lviv* започатковано проєкт по органічних відходах, що утворюються у закладах, які займаються наданням харчування та розміщенням ВПО, з метою напрацювання моделей налагодження роздільного збору цих відходів [71].

Залежно від існуючих потужностей з переробки деякі компоненти ТПВ вважаються ресурсоцінними. Традиційно, папір та картон, скло, метал, полімери та текстиль розглядаються як ресурсоцінні компоненти. У існуючій системі роздільного збору можливе вилучення цих окремих зібраних фракцій та подальша переробка вторинної сировини. Однак навіть найуспішніші проєкти характеризуються показниками збору близько 20% відходів упаковки або близько 4% ТПВ. Тому українські заводи з переробки вторинної сировини відчувають значний дефіцит і

змушені імпортувати вторинну сировину. Наприклад, виробнича потужність наших скляних заводів може опрацьовувати 800 тис. т, але фактично використовується 350 тис. т, з яких 20 тис. т імпортуються. Україна імпортує близько 340 тис. т паперових відходів на рік, тоді як власні вивозяться на звалища та полігони [30].

Органічні відходи, що легко розкладаються, піддаються наступній біоконверсії: анаеробному зброджуванню з отриманням біогазу і твердого продукту, які можуть піддаватися аеробному компостуванню. Промислові органічні відходи, що легко розкладаються, сільськогосподарські відходи та мул, що утворюються при аеробному очищенні стічних вод на очисних спорудах (але тільки за умови їх екологічної безпеки), можуть розглядатися як додаткове джерело органічних відходів.

Схема комплексної утилізації органічних відходів наведена на рис. 3.2 [74].

На першому етапі отримуємо два корисні продукти: дигестат (органомінеральне добриво) та біогаз. За відсутності потреби у дигестаті він піддається другому етапу комплексної утилізації – аеробному компостуванню. Результатом цього процесу маємо скорочення маси дигестату та отримуємо один корисний продукт – компост (див. рис. 3.2).

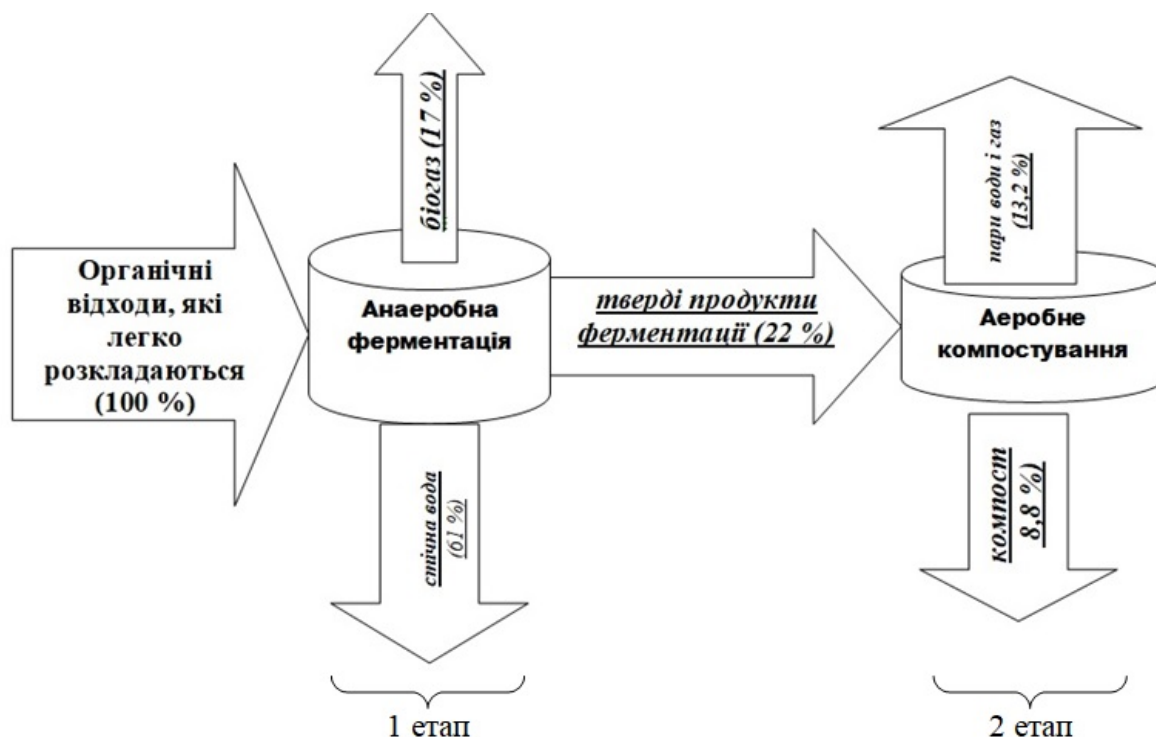


Рисунок 3.2 – Схема комплексної утилізації органічних відходів

Як показали наші попередні дослідження, комплексна утилізація, на

відміну від захоронення відходів, значно скорочує час розкладання органічних відходів і дозволяє отримувати корисні продукти: біогаз, в який переходить 35% вуглецю, і твердий продукт (добрива) в якому концентрується 65% вуглецю. Використання цих продуктів дозволить повернути вуглець з відходів у навколишнє середовище та включити його до природного циклу. При реалізації 2-го етапу комплексної утилізації 65% вуглецю переходить із твердого продукту до компосту, а 35% йде в атмосферу з CO_2 . Реалізація лише одного етапу дозволяє отримати «нульовий викид парникових газів» [75].

Один із найбільших регіонів України – Одеський. Близько 2,1 млн м³ ТПВ утворюється на Одещині на рік; це 11% від загального обсягу ТПВ в Україні. Практично вся маса ТПВ вивозиться на полігони та звалища. У 2021 році їх загальна кількість складає 628, а загальна площа – 1040,32 га. «Дальницькі кар'єри» – найбільший полігон ТПВ на Одещині, загальна площа якого становить 96,2 га. Він приймає відходи з Одеської промислово-міської агломерації з 1968 року та входить до «сімки» небезпечних полігонів України. З 2021 року на полігоні «Дальницькі кар'єри» почала працювати найбільша в Україні система збирання та утилізації біогазу (ТОВ «Clear Energy»). Загальна встановлена потужність обладнання – 3,51 МВт, що дасть змогу утилізувати до 12 млн. м³ біогазу на рік і виробляти щодоби близько 70 тис. кВт/год, або понад 24 млн. кВт/год електроенергії на рік.

До прийняття «Національного плану управління відходами в Україні до 2030 року» (2019), основними документами, які врегульовували сферу поводження ТПВ на рівні Одеської області, були п'ятирічні програми, наприклад, «Програма поводження з ТПВ в Одеській області на 2013-2017 роки». Вона була сфокусована на створенні умов, що сприяють повному збору, транспортуванню, переробці та рекуперації, утилізації ТПВ та зменшенню їх негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей, а також розширенню та модернізації виробничих потужностей зі збирання та переробки ТПВ та створенню ефективної система поводження з ТПВ. Але фактично через відсутність фінансування програму було виконано на 2,3%. Проект «Програми поводження з ТПВ в Одеській області на 2018-2022 роки» було розроблено у рамках проекту USAID «Реформа муніципальної енергетики в Україні». Ця програма містила принципово новий підхід до вирішення проблем ТПВ з урахуванням європейського досвіду та реформ, що відбуваються у сфері поводження з ТПВ на національному рівні. Програмою передбачалось створення чотирьох сучасних полігонів натомість 600 існуючих. Також наголошувалося на необхідності підвищення охоплення населення роздільним збиранням «сухої» фракції ТПВ на рівні 50% і вище. Крім того, передбачалось створення регіональних комплексів з переробки та утилізації ТПВ: сортувальна лінія, біогазова установка, що виробляє тепло,

електроенергію та компост, теплиці для вирощування сільгосппродукції. Один із показників – рівень утилізації. До 2022 року загальний рівень утилізації ТПВ мав би становити 26% від їх загального обсягу [40, 72].

З метою реалізації завдань Національного плану управління відходами в Україні до 2030 року, Одеською обласною державною адміністрацією у 2021 році було розроблено та затверджено на місцевому рівні, розпорядженням голови Одеської обласної державної адміністрації від 09.12.2021 № 1253/од-2021, Регіональний план управління відходами в Одеській області до 2030 року [73].

В табл. 3.1 показано деякі відмінності між «старим» та «новим» підходами до розробки системи управління та поводження з ТПВ на регіональному рівні.

Таблиця 3.1 – Основні принципи, які покладені в основу розбудови системи управління ТПВ на регіональному рівні

Регіональні програми до 2019 року	Регіональні плани з 2019 року
<ul style="list-style-type: none"> – обґрунтовується збільшення кількості полігонів та звалищ; – посилення екологічного контролю місць видалення відходів, обліку та паспортизації звалищ ТПВ; – технічне переоснащення сміттєвозів; – збільшення охоплення послугами зі збирання та транспортування ТПВ; – роздільне збирання ТПВ; – боротьба та ліквідація стихійних звалищ ТПВ 	<ul style="list-style-type: none"> – ґрунтуються на принципах міжнародної ієрархії управління відходами; реалізації принципу «забруднювач платить» та РОВ; – передбачається закриття існуючих полігонів та звалищ та організація сучасних добре обладнаних регіональних полігонів ТПВ на основі міжмуніципального співробітництва; – наголошується необхідність організації спеціалізованих пунктів збору ТПВ для збирання небезпечних, біорозкладаних відходів, ВЕЕО, пакувальних відходів тощо; – встановлюється система показників ефективності управління відходами.

За офіційними даними, роздільного збору ТПВ на Одещині не було (Мінрегіон України, 2019), але насправді в Одесі є окремі приватні ініціативи щодо роздільного збору ТПВ – ВЕО «Вторма», «Місто майбутнього». Ми не маємо даних про обсяги відібраної вторинної сировини, але ми припускаємо, що вони незначні на рівні міста і особливо на рівні регіону. Паралельно з ініціативами роздільного збору ТПВ в області діє мережа пунктів збору вторинної сировини. Але немає даних про обсяги прийнятих ними видів вторинної сировини, і це типова ситуація для всіх регіонів України.

Аби оцінити переваги реалізації Концепції [21], ми зробили приблизний розрахунок доходу від продажу електроенергії, виробленої з біогазу, отриманого при анаеробній ферментації, а також доходу від продажу добрив та деяких видів вторинної сировини, затребуваної в

Україні. Реалізація Концепції допоможе знизити вплив ТПВ на навколишнє середовище, зокрема, за рахунок скорочення викидів ПГ від місць захоронення відходів на прикладі Одеської і Вінницької області.

Вихідні умови до розрахунку:

- 1) приймаємо 100% відділення харчових та садових відходів у момент утворення відходів, що дозволить нам отримати досить високі показники вилучення основних видів вторсировини на сміттесортувальних лініях;
- 2) враховано технологічні втрати біогазу близько 5%;
- 3) дохід від реалізації вторинної сировини розрахований за мінімальними цінами;
- 4) базовим сценарієм для оцінки викидів ПГ є існуюча ситуація, коли вся маса ТПВ розміщується на полігонах і звалищах, а альтернативним сценарієм – захоронення неутилізованої частини (на першому етапі реалізації Концепції) біодеградабельних відходів на полігонах і звалищах;
- 5) враховуємо стан системи збирання біогазу на Стадницькому полігоні. Ми припускаємо, що система збору покриває 80% площі полігону, а ефективність збору біогазу окремою свердловиною становить 75%.

Таким чином, система збору біогазу на Стадницькому полігоні дозволяє локалізувати 60% метану, що утворюється.

Приблизні оцінки ресурсного потенціалу ТПВ на основі морфологічного складу відходів та існуючих об'єктів з переробки відходів для Одеської та Вінницької областей представлені в табл. 3.2, 3.3.

Таблиця 3.2 – Ресурсна цінність твердих побутових відходів (за умов впровадження Концепції ОДЕКУ)

Група	Компоненти	Одеська область		Вінницька область	
		%	т	%	т
органічні відходи, які легко розкладаються	харчові відходи	35	322700	42,4	200234,4
	садово-паркові відходи	10	92200	6,6	31168,6
потенційні ВМР	папір і картон	15	138300	6,3	29751,8
	пластик (PETE)	3	27660	3	14167,5
	скло	6	55320	5	23612,6
	метал	2	18440	3	14167,5

Реалізація Концепції ТПВ на Одещині дозволяє отримати дохід у 38 мільйонів євро. Крім того, ми маємо скорочення викидів ПГ на 31,51 тис. т CO₂-екв. за рахунок залучення біорозкладних відходів у комплексну утилізацію. Реалізація Концепції ТПВ на рівні Вінницької області дозволяє отримати дохід у 16 мільйонів євро. Крім того, спостерігається скорочення викидів ПГ на 12,48 тис. т CO₂-екв. за рахунок залучення біодеградабельних відходів до комплексної утилізації. Наявність системи

збирання біогазу на Стадницькому полігоні певною мірою знижує викиди ПГ.

Таблиця 3.3 – Інформація про ступінь вилучення, обробку та ціни на отриману продукцію

Група	Компоненти	Рівень вилучення, %	Метод поводження	Ціна вторинної сировини * €	
органічні відходи, які легко розкладаються	харчові	100	комплексна утилізація	енергія з біогазу** 0.05 €/кВт	органомінеральні добрива 18.85 €/т
	садово-паркові відходи	100			
потенційні ВМР	папір і картон	15	рециклінг	113 €/т	
		85		120-171 €/т	
	пластик (PET)	80		17 €/т для змішаних	34 €/т для відсортованих за кольором
	скло	80		154 €/т для чорних металів	925 €/т для алюм.пляшок
	метал	100			

* Актуальні ціни на вторинну сировину (<http://recyclers.com.ua/ua/pricing>)

** Landfill gas in Ukraine (<https://ubr.ua/market/industrial/bogaz-v-ukran-rozrahovumo-zelenii-tarif-dlia-energ-z-bogazu-174468>)

Таким чином, застосування Концепції на регіональному рівні дозволить отримати сировину для механіко-біологічної обробки і незабруднений органічними відходами потік ВМР для переробки на сміттесортувальних лініях. Такий підхід узгоджується з розробленими регіональними програмами та дозволить забезпечити сировиною регіональні комплекси з переробки та утилізації ТПВ.

Крім цього, є також позитивний екологічний ефект – зниження кількості відходів, які підлягають захороненню на сміттєзвалищах і полігонах, перш за все, органічних відходів, що легко розкладаються, які становлять близько 30-40% від маси ТПВ. Це має додаткові позитивні ефекти для довкілля: зниження емісії ПГ, кількості фільтрату, вилучення земель тощо. Крім того, реалізація Концепції на регіональному рівні дозволить підвищувати показник виділення та переробки відходів у довгостроковій перспективі. Якщо на першому етапі реалізації Концепції ми виділяємо та переробляємо традиційні види вторинної сировини – макулатуру, скло, метал та деякі види пластику, то надалі цей список може бути розширений. Відповідно до Концепції, небезпечні відходи не

потрапляють у потік органічних відходів, що легко розкладаються, отже, ми маємо високоякісну сировину для компосту. Використання такого компосту дозволить заповнити дефіцит органічних речовин у ґрунті. А запровадження комплексної утилізації органічних відходів, що легко розкладаються, дозволить залучити біогенні елементи з відходів у природний кругообіг.

4 РЕСУРСОЦІННА СКЛАДОВА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

4.1 Стан системи управління та поводження з твердими побутовими відходами в Одеській області

Існуюча система управління ТПВ призвела до кризового стану, коли 90% ТПВ продовжує надходити на перевантажені полігони та звалища, подекуди стихійні, що є джерелом значного негативного впливу на природні складові довкілля, а також на здоров'я населення регіонів України. Основними тенденціями, пов'язаними з неефективністю системи управління та поводження з ТПВ в регіонах України, є:

- 1) відсутність системного підходу до вирішення проблеми, значні обсяги утворення і накопичення ТПВ; розміщення абсолютної їх більшості на звалищах; наявність великої кількості стихійних сміттєзвалищ, які не відповідають вимогам санітарно-епідеміологічної та екологічної безпеки;
- 2) вкрай низька частка утилізації ресурсоцінних складових ТПВ, низький рівень використання новітніх ефективних підходів і технологій поводження з ними тощо.

За останні роки у ТПВ збільшується частка складових, які не піддаються швидкій біодеградації, а тому потребують значних площ для розміщення. Слід відмітити також, що облік та статистичні дані щодо ТПВ в Україні мають певні недоліки. Негативні наслідки неефективної системи управління та поводження з ТПВ, стають все більш гострою екологічною і соціально-економічною проблемою, що зумовлює необхідність розроблення і реалізації регіональних планів (програм) управління відходами (РПУВ), зокрема, управління ТПВ. У кожному регіоні склалася специфічна ситуація, яку необхідно урахувати при обґрунтуванні РПУВ, але принципові підходи до формування цих програм можуть бути багато в чому схожі.

Стан сфери управління відходами в Одеській області є предметом щорічної регіональної доповіді про стан НПС, статистичних оглядів, спеціальних досліджень, екологічних програм тощо. При цьому, в основному, відомості обмежуються даними про кількість і площу звалищ, обсяги розміщених у спеціально відведених місцях відходів (здебільшого, промислових). Але такий «стандартний» масив інформації не дозволяє повною мірою охарактеризувати екологічні наслідки існуючої ситуації з відходами в Одеській області та визначити ресурсний потенціал таких відходів.

Проводячи аналіз статистичної інформації по відходах з різних джерел інформації (на прикладі Одеської області), можна визначити ряд недоліків, які ускладнюють її практичне використання (насамперед, це

стосується якісного наповнення отриманих результатів):

- 1) відсутність пояснень у довідниках щодо отриманих статистичних показників та методик їх обчислення (наприклад, кількість утворених та розміщених за один рік відходів відрізняється у 1500 раз; ідентичність понять «розміщено відходів у спеціально відведених місцях та об'єктах» та «видалено відходів у спеціально відведених місцях та об'єктах»);
- 2) порушення цілісності масивів інформації (наприклад, по деяким районам Одеської області немає кількості утворених відходів);
- 3) майже повна відсутність інформації про обсяги утворення ТПВ, тим паче за основними компонентами.

Основним джерелом даних щодо кількісних характеристик потоку ТПВ є щорічні доповіді «Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні» (за різні роки). Але й тут є певні недоліки. Наприклад обсяги збирання ТПВ по Одеській області за 2019 та 2021 роки різняться у 1,62 рази, тобто обсяги збирання відходів за два роки зменшились майже у півтора рази, хоча об'єктивних причин для цього не було.

Відповідно до Національної стратегії (2017) [3] розробка РПУВ має на меті сприяти реалізації цієї Стратегії не пізніше ніж через два роки після її схвалення, але запропоновані цільові показники повинні відповідати тим же самим рокам.

Розробка розділів РПУВ з питань ТПВ повинна ґрунтуватися на існуючій нормативно-правовій базі (законодавчі документи в сфері поводження з ТПВ, відповідні постанови Кабінету Міністрів України та накази Міністерство екології та природних ресурсів України тощо). В РПУВ рекомендується включати такі основні розділи: характеристика регіону; аналіз поточного стану системи управління відходами в регіоні; планування системи управління відходами в регіоні; індикатори та моніторинг виконання плану; інформація про Стратегічну екологічну оцінку, які, власне, представлені у «Регіональному плані управління відходами в Одеській області до 2030 року» [73].

Утворення й накопичення ТПВ – це процеси, що потребують часу, тому методологія управління і поводження з ТПВ ґрунтується на динамічному підході. Як було показано у попередніх розділах, цілеспрямований ефект від впровадження проєкту – мінімізація накопичення ТПВ – базується на плануванні, організації, управлінні і контролі руху матеріальних та, пов'язаних з ними, інформаційних і фінансових потоків в просторово-часових координатах впродовж всього життєвого циклу ТПВ, які розглядаються як диференційовані потоки відходів [9]:

- 1) органічні відходи, що легко розкладаються (харчові, садово-паркові, відходи ринків тощо);
- 2) потенційні вторинні матеріальні ресурси (ВМР): великогабаритні предмети домашнього вжитку (старі меблі, побутова техніка); відходи

контейнерного збору (різноманітна тара і упаковка, макулатура, текстиль, метали, скло, шкіра, гума тощо); інертні мінеральні великогабаритні відходи (будівельне сміття);

3) небезпечні відходи (медичні відходи, ртутні лампи, джерела струму, акумулятори).

Одним з інструментів стратегічного менеджменту, що може бути застосований для оцінки стану системи управління ТПВ, є SWOT-аналіз. Це універсальний метод, який можна застосовувати в найрізноманітніших сферах економіки та управління. Він може адаптованим до об'єкта дослідження будь-якого рівня. Його можна використовувати як для оперативної оцінки, так і для стратегічного планування на тривалий період. SWOT-аналіз надає, більшою мірою, статичну картинку, ніж розвиток в динаміці. Нагадаємо аббревіатури SWOT-аналізу: *S (strengths)* – сильні сторони, *W (weaknesses)* – слабкі сторони, *O (opportunities)* – можливості, *T (threats)* – загрози. SWOT-аналіз є одним із інструментів оцінки стану та шляхів удосконалення системи управління та поводження з ТПВ. Причому, екологічні аспекти системи управління та поводження з ТПВ погоджуються паралельно з економічними, соціальними, технологічними та іншими факторами [76].

На прикладі системи управління та поводження з ТПВ в Одесі проаналізовано сильні і слабкі сторони, можливості і загрози, що дає змогу визначити основні напрями формування системи управління та поводження з ТПВ. Таблиця SWOT-аналізу допомагає структурувати існуючу інформацію. Таблиця складається з чотирьох полів, в яких послідовно перераховуються сильні сторони (*S*), слабкі сторони (*W*), можливості (*O*) та загрози (*T*). Для зручності складові матриці SWOT-аналізу відображено у вигляді таблиці 4.1.

Вважається, що кардинально змінити ситуацію у сфері управління та поводження з ТПВ можливо за допомогою кластерного підходу. Принцип диференціації потоків ТПВ, покладений в основу концепції управління та поводження з ТПВ міських агломерацій, є ключовим і при формуванні структури кластера поводження з ТПВ.

Таблиця 4.1 – Сильні сторони, слабкі сторони, можливості і загрози системи управління та поводження з ТПВ в Одеській області

<p>Сильні сторони (S):</p>
<ul style="list-style-type: none"> – наявність Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року; – наявність нормативно-законодавчої бази у сфері управління та поводження з ТПВ; – наявність «Методичних рекомендацій з розроблення регіональних планів управління відходами»; – наявність Регіонального плану управління відходами в Одеській області до 2030 року – позитивний досвід ЄС та інших розвинених країн в сфері ефективного управління та поводження з ТПВ; – наявність системи збирання і видалення ТПВ; – наявність міських полігонів ТПВ; – наявність підприємств з оброблення і утилізації небезпечної складової ТПВ; – наявність елементів роздільного збирання ТПВ; – поступове формування у населення свідомості щодо необхідності відокремлення від загального потоку ТПВ ресурсоцінних компонентів.
<p>Слабкі сторони (W)</p>
<ul style="list-style-type: none"> – тенденція до зростання масштабів генерації і накопичення ТПВ; – відсутність системного підходу до створення ефективного управління та поводження з ТПВ; – недостатнє фінансування сфери управління та поводження з ТПВ; – низький рівень реалізації попередніх регіональних програм управління та поводження з ТПВ; – низький рівень утилізації ресурсоцінних компонентів ТПВ; – відсутність сміттеперевантажувальних станцій і сміттепереробних підприємств; – несприятливі санітарно-гігієнічні умови на контейнерних майданчиках; відсутність окремих контейнерів для небезпечних відходів (медичних тощо); – відсутність системи роздільного збирання ТПВ; – відсутність логістичних схем збирання та видалення ТПВ; – відсутність системи відокремлення та знищення або утилізації небезпечних складових ТПВ; – відсутність достовірної інформації щодо морфологічного складу ТПВ; – велика кількість (628) сміттєзвалищ, їх незадовільний стані та їх експлуатація з порушенням природоохоронного законодавства та вимог санітарно-епідеміологічної безпеки; – відсутність промислових компостерів; – наявність несанкціонованих стихійних звалищ ТПВ; – низький рівень зацікавленості населення щодо збирання ресурсоцінних компонентів твердих побутових відходів і здачі їх в пункти прийому вторинних ресурсів; – недостатній рівень культури населення в сфері екологічно безпечного поводження з відходами; – погіршення санітарно-гігієнічних умов мешкання населення в результаті невдосконаленості системи поводження з ТПВ; – недостатня активна роль ЗМІ в популяризації можливостей використання ресурсоцінних компонентів відходів серед населення; – відсутність цілеспрямованої системи підготовки і перепідготовки фахівців в сфері управління та поводження з побутовими відходами.

(продовження табл. 4.1)

Можливості (О):

- наукове обґрунтування РПУВ з позицій системного підходу;
- розроблення комплексу заходів щодо мінімізації утворення і накопичення обсягів ТПВ;
- диференціація потоків відходів з обов'язковим відокремленням органіки, що легко розкладається;
- налагодження системи відбору біогазу на полігоні «Дальницькі кар'єри»;
- відокремлення небезпечної складової ТПВ, її знешкодження або утилізація;
- створення сміттєперевантажувальних станцій і сміттєпереробних підприємств;
- створення сучасних міжрайонних (регіональних) полігонів ТПВ у межах кластерів, виділених після адміністративної реформи;
- створення задовільних умов для зацікавленості населення щодо збирання ресурсоцінних компонентів ТПВ і здачі їх в пункти прийому вторинних ресурсів;
- проведення комплексу інформаційних заходів щодо залучення широких верств населення до поліпшення рівня поводження з ТПВ.

Загрози (Т)

- істотне збільшення обсягів утворення і накопичення ТПВ (особливо влітку – у період різкого зростання числа рекреантів);
- відсутність належного фінансування сфери управління відходами;
- невиконання завдань попередніх регіональних програм управління та поводження з ТПВ;
- збільшення частки небезпечної складової ТПВ (медичних, електричного та електронного обладнання тощо).
- обмеженість площ, сприятливих для розміщення сучасних регіональних полігонів за фізико-географічними, інженерно-геологічними, гідрогеологічними, техногенними та соціально-економічними показниками;
- низька ефективність інформаційних заходів щодо залучення широких верств населення до поліпшення рівня поводження з ТПВ.

Кластер у сфері поводження з ТПВ є багатогалузевим, а тому у ньому повинні бути присутніми об'єкти таких типів [77, 78]: «ядро» – об'єкти, навколо яких формується кластер, що виконують основний вид діяльності по випуску кінцевої продукції; «доповнюючі» – об'єкти, які безпосередньо забезпечують функціонування об'єктів «ядра»; «обслуговуючі» – об'єкти, наявність яких є обов'язковою, але їх діяльність не пов'язана безпосередньо з функціонуванням об'єктів «ядра»; «допоміжні» – об'єкти, наявність яких бажана, але не обов'язкова для функціонування інших об'єктів кластера.

З урахуванням наведених результатів SWOT-аналізу при формуванні системи управління та поводження з ТПВ в Одеській області доцільно вирішення таких завдань:

- 1) класифікація і диференціація ТПВ, що дозволить обрати для кожного відокремленого потоку компонентів ТПВ найбільш ефективні в екологічному і соціально-економічному аспектах методи переробки, утилізації і видалення;
- 2) інвентаризація існуючих сміттєзвалищ («полігонів»);

Таблиця 4.2 – Матриця SWOT-аналізу

	<i>Можливості (О)</i>	<i>Загрози (Т)</i>
Сильні сторони (S)	<u>Квадрант SO</u> Актуалізація та активізація (у тому числі фінансова) законодавчих норм щодо поводження з ТПВ. Нормативне закріплення вимоги відокремлення органіки, що легко розкладається, у момент її утворення.	<u>Квадрант ST</u> Створення регіональних програм щодо поводження з ТПВ з обов'язковим урахуванням сучасного стану наукових досліджень та розробок. Виведення системи поводження з ТПВ з несанкціонованого руху матеріальних ресурсів. Інформаційне супроводження втілення сучасних методів та способів поводження з ТПВ (у тому числі – диференціації мешканцями легкорозкладуваних компонентів ТПВ у момент їх утворення).
Слабкі сторони (W)	<u>Квадрант WO</u> Реалізація передових методів і способів поводження з ТПВ (диференціація загального потоку ТПВ), яка призведе до зберігання ресурсоцінних властивостей компонентів ТПВ та різкому зменшенню кількості ТПВ, що депонується на полігонах.	<u>Квадрант WT</u> Будівництво сміттесортувальних та сміттепереробних підприємств, діяльність яких дозволить скоротити кількість потрібних полігонів. Будівництво біохімічних підприємств з виробництва біогазу та органіко-мінерального добрива. Створення підприємств щодо знешкодження/утилізації/знищення небезпечних компонентів ТПВ.

- 3) реалізація заходів щодо ліквідації несанкціонованих звалищ та утилізації частини ТПВ, які накопичені на цих звалищах;
- 4) рекультивация перенавантажених та закритих полігонів ТПВ;
- 5) обґрунтування можливості створення нових (резервних) сучасних полігонів для захоронення частини ТПВ, що не підлягають переробленню або утилізації;
- 6) оцінка масштабів генерації та накопичення ТПВ на території окремих районів;
- 7) організація ефективної системи збирання, перевезення, переробки та утилізації складових (у т. ч. небезпечної складової) ТПВ;
- 8) обґрунтування принципів реалізації кластерної стратегії у сфері

управління ТПВ на території регіонів;

9) обґрунтування доцільності створення центрів переробки та утилізації ТПВ з використанням найкращих доступних технологій вилучення вторинних ресурсів, а також утилізація та/або знешкодження екологічно небезпечної складової ТПВ;

10) підвищення ефективності цільового використання платежів населення і удосконалення механізмів державного регулювання поводження з ТПВ в умовах ринкової економіки;

11) підвищення кваліфікації кадрів, задіяних у сфері поводження з ТПВ;

12) реалізація комплексу заходів щодо підвищення рівня екологічної усвідомленості та культури широких верств населення.

Для оцінки масштабів накопичення ТПВ необхідно провести інвентаризацію звалищ, насамперед, несанкціонованих. При цьому необхідно зафіксувати особливості розташування, розміри, можливі джерела надходження, домінуючі компоненти, а також фактори, що підсилюють екологічну небезпеку звалищ ТПВ. Для перевантажених і закритих звалищ ТПВ доцільно запропонувати рекультиваційні заходи. За даними Департаменту систем життєзабезпечення та енергоефективності Одеської обласної державної адміністрації станом на 2022 рік на території області налічується 628 звалищ («полігонів») ТПВ (у т. ч. 58 – перевантажених, 104 – не відповідають нормам санітарно-епідеміологічної і екологічної безпеки).

В зону впливу тіла полігону (звалища) ТПВ потрапляє геологічне середовище (у тому числі підземні води), ґрунтово-рослинний покрив поверхневі води повітряний басейн прилеглих територій. Основним фактором небезпеки впливу полігонів ТПВ на геологічне середовище є поширення фільтрату, який утворюється при взаємодії ТПВ з атмосферними опадами, що інфільтруються крізь тіло полігону, і представленого сильно забрудненими водами. Фільтрат через ґрунтовий покрив та зону аерації може потрапляти до горизонту ґрунтових вод. У товщі відходів присутні різноманітні розчинні або дисперговані у воді неорганічні, органічні та біологічно активні компоненти. Зона впливу полігонів (звалищ) на ґрунтові води може поширюватися на значні відстані від джерела. Негативному впливу фільтрату піддаються ґрунтовий покрив, підземні (ґрунтові) і поверхневі води. Одним із основних факторів дестабілізації еколого-геологічної обстановки на полігонах (звалищах) ТПВ та прилеглих до них територіях є процес трансформації органічної фракції ТПВ та міграція продуктів трансформації, якщо немає надійного протифільтраційного екрану.

Складування та захоронення ТПВ призводить до концентрування хімічних речовин у навколишньому середовищі та формування дрібноконтурних поліелементних геохімічних аномалій. Відклади полігонів (звалищ) є концентратором біофільних елементів та важких

металів. Концентрації таких елементів, як вуглець і азот у сотні разів перевищують концентрації їх у земній корі, а вміст певних важких металів у десятки разів перевищує їх значення ГДК у ґрунтах. Зона забруднення ґрунтово-рослинного покриву важкими металами навколо сміттєзвалищ оцінюється в 500-1500 м [75].

Міські звалища є джерелом забруднення навколишнього середовища хлорорганічними сполуками, які включаються до геохімічних циклів міграції, проникають у тканини живих організмів і починають переміщатися трофічними ланцюгами. Відомі випадки захворювання населення внаслідок міграції забруднюючих речовин із звалищ.

Однією з основних проблем, пов'язаних із захороненням відходів, є утворення біогазу. Потужність шару відходів, що містять 30-60% органічних компонентів, сягає десятків метрів. У нижніх горизонтах таких «відкладів» анаеробне мікробне угруповання розкладає органічну речовину з утворенням газової суміші. Утворений газ містить 45–85% CH_4 , 15–40% CO_2 , а також у незначній кількості N_2 , O_2 , H_2 , H_2S та SO_2 . Якщо не контролювати утворення біогазу, то можливі такі наслідки, як вибухи та підземні пожежі. До того ж, компоненти біогазу є ПГ. Біогаз може мігрувати на значних відстанях від полігону та проникати у підвали будівель. Характер і інтенсивність мікробіологічних процесів, що тривають у полігонах (сміттєзвалищах) ТПВ, дозволяє розглядати їх як своєрідні твердофазні ферментери геологічного масштабу і найбільші штучні системи з виробництва біогазу, що значно перевищують відомі величини інтенсивності потоків газів від природних екосистем (ґрунтів, заболочених територій). У багатьох країнах світу полігони (звалища) ТПВ розглядають як гігантські біореактори, завантажені енергетичною сировиною та здатні забезпечити певну економію традиційних енергетичних матеріалів. Дослідження розподілу вуглецю внаслідок анаеробної деструкції біодеградабельних відходів у тілі полігону показало, що за 50 років з біогазом вивільниться тільки 27% вуглецю, а основна частина залишається мобілізованою у тілі полігону (разом із іншими речовинами)

Незважаючи на негативні наслідки полігонів (звалищ) ТПВ на природні складові довкілля, в найближчому майбутньому, навряд чи можливо повністю відмовитися від розміщення на полігонах, але для обґрунтування місць можливого розміщення сучасних регіональних полігонів ТПВ на території Одеської області необхідно проаналізувати сучасний рівень обсягів утворення відходів на території Одеської області.

За даними Мінрегіону України [24], на території Одеської області у 2022 р. було розташовано 628 полігонів сміттєзвалищ, які займають близько 1046,32 га земель. Також нараховано 690 несанкціонованих сміттєзвалищ площею 51,57 га [66]. Звичайно, що більшість з них

знаходяться у незадовільному стані та експлуатуються з порушенням природоохоронного законодавства та вимог санітарно-епідеміологічної безпеки. З метою удосконалення системи поводження з ТПВ пропонується ліквідувати численні сміттєзвалища і побудувати лише декілька сучасних полігонів ТПВ у межах регіональних комплексів управління відходами (РКУВ) на території Одеської області (див. рис. 4.1).

Розміщення міжрайонних полігонів ТПВ повинно базуватися на ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони ТПВ. Основи проектування» (2005 р.), які містять конкретні вимоги: де «полігони ТПВ розміщують», де «розміщення полігонів ТПВ допускається» та де «розміщення полігонів ТПВ не допускається». Слід урахувати проаналізовані фізико-географічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні та техногенні показники, що визначають можливості розміщення міжрайонних полігонів ТПВ на території Одеської області, а також зважати на районування території області для розміщення полігонів ТПВ за окремими показниками (розрахункові обсяги утворення ТПВ, тис. т/рік; відносна площа звалищ та «полігонів» ТПВ, %; відносна площа ураженості земель ерозійними процесами, %; відносна площа земель з рівнем ґрунтових вод понад 2 м, %; відносна площа розвитку карстових процесів; відносна площа розвитку техногенних екзогенних; кількість зсувів у межах району; модуль техногенного навантаження) [79].

4.2 Ресурсна цінність твердих побутових відходів Одеської області

За даними «Регіонального плану управління відходами в Одеській області до 2030 року» протягом року на території Одеської області утворюється 724467,05 т твердих побутових відходів, які нерівномірно розподілені по кластерах поводження з твердими побутовими відходами (рис. 4.1): I кластер (північні райони області); II кластер (північно-східні райони області) – 57484,87 т; III кластер (райони, що прилегли до Одеської промислово-міської агломерації) – 473885,38 т; IV кластеру (західні райони області) – 69771,17 т; V кластер (південно-західні райони області) – 70312,46 т. Як бачимо, основна частка утворення ТПВ припадає на III кластер, який охоплює територію Одеської промислово-міської агломерації та прилегли райони.

Дані щодо обсягів утворення ресурсоцінних компонентів твердих побутових відходів Одеської області наведені у табл. 4.3.

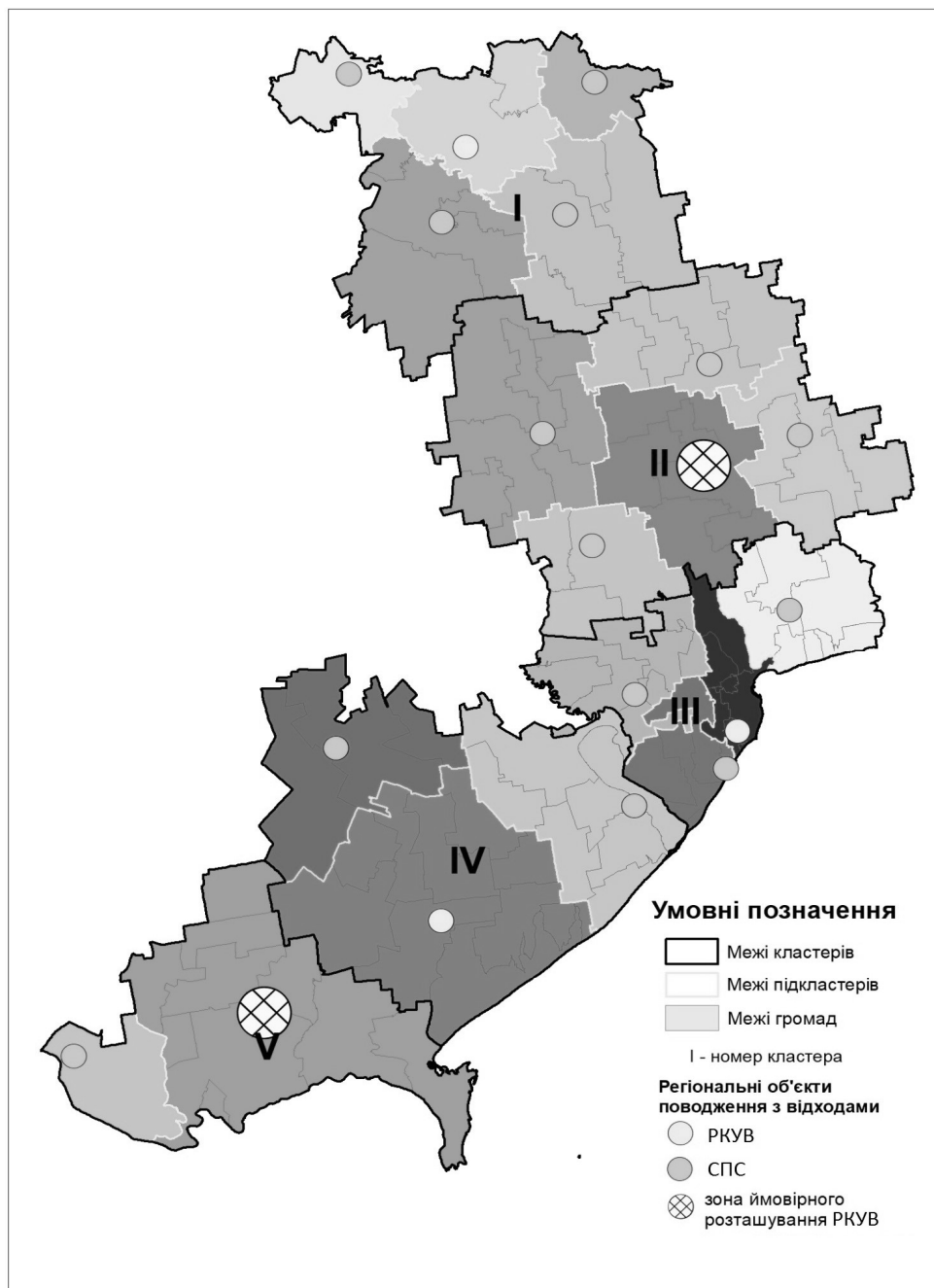


Рисунок 4.1 – Кластери поводження з твердими побутовими відходами на території Одеської області (Регіональний план управління відходами в Одеській області до 2030 року) [73]

Враховуючи вартість основних видів вторинної сировини (чорні та кольорові метали, папір в картон, скло, основні види ВПМ), в роботі [8] дана оцінка ресурсної цінності ТПВ Одеської області. Без урахування ліквідності харчових відходів, щороку з загального потоку ТПВ Одеської області можна отримати вторинну сировину на суму майже 1,4 млн. грн. У разі створення ефективної системи поводження з харчовими та іншими біоорганічними відходами цей показник може бути істотно збільшений. Одночасно з цим відбудеться зменшення техногенного навантаження на

природні складові довкілля і поліпшення екологічної ситуації в Одеському регіоні.

В Національній стратегії (2017) [4] пропонується запровадження роздільного збирання та поводження з окремими небезпечними компонентами побутових відходів, виконання зобов'язань виробниками та імпортерами щодо збирання та перероблення компонентів побутових відходів шляхом застосування принципу розширеної відповідальності виробника. Тому першим кроком підготовки до повторного використання є сортування і збирання відсортованих відходів.

Таблиця 4.3 – Обсяги утворення ресурсоцінних компонентів твердих побутових відходів Одеської області, т/рік (Регіональний план управління відходами в Одеській області до 2030 року)

Клас-тер	Метали		Текстиль	Дерево	Небезпечні відходи	Кістка, шкіра, гума	Упаковка комбінована	Залишок
	чорні	кольорові						
I	12443,7	276,76	1199,45	1077,58	252,86	1418,89	375,60	18364,96
II	1275,25	265,49	1103,06	966,59	259,85	2382,94	318,17	17559,10
III	4536,03	1429,74	17455,75	10185,32	2385,33	10202,79	4461,19	149967,09
IV	1656,49	347,69	1452,30	1276,76	337,47	1807,35	425,55	23003,42
V	1411,04	329,72	1469,77	1341,42	286,35	1671,57	483,69	21927,53
Всього	21322,51	2649,40	22680,33	14847,67	3521,66	109483,54	6064,20	230822,10
Клас-тер	Харчові відходи	Папір та картон	Скло	Полімери				
				Всього	PETE(гара для напоїв)	LDPE (плівка, пакети)	Інші види (PEHD, PVC, PS)	
I	122247,27	784,37	12741,24	6498,89	2277,76	2341,80	1879,33	
II	11044,74	2394,72	1192,72	5507,01	1924,12	2020,06	1562,85	
III	131162,36	21598,96	60155,32	60356,33	18509,17	22572,27	19301,65	
IV	14578,76	1878,40	15673,64	2562,45	2562,45	2682,48	2085,94	
V	15195,02	2398,24	15427,39	8367,25	2937,77	2984,31	230822,10	
Всього	294228,15	29054,69	105100,31	83291,93	28211,27	32600,9247	24911,87	

Сировина, що отримується в результаті сортування ТПВ визначається потребами ринку. Наприклад, об'єднання «Укрвтрорма» в результаті сортування ТПВ отримує таку сировину: картон марки МС5; макулатура МС7; ПЕТ пляшка (біла, коричнева, блакитна, зелена, з-під масла); плівка високого тиску; плівка низького тиску; плівка (стрейч); пластик асорті; пінопласт (полістирол); склобій; упаковка «Tetra Pak»; металобрухт; деревина; гума; текстиль. За даними [80] частка переробки ресурсоцінних компонентів складає: макулатури – 28%, пластику – 35%, металів – 1%, скла – 14%, текстилю – 18%.

Сценарії збирання ТПВ ґрунтуються на аналізі існуючого стану на території Одеської області. У «Регіональному плані управління відходами в Одеській області до 2030 року» в основу системи збирання відходів в покладена така технологічна схема [73]:

- 1) зелений контейнер для скла;
- 2) жовтий контейнер для «сухої» вторинної сировини;
- 3) сірий контейнер для залишкових (змішаних) відходів.

Як вказано вище, домінуючим компонентом ТПВ є харчові відходи. Під час їх розкладання відбувається збільшення у складі ТПВ вологої та гниючої маси, яка не підлягає сортуванню та забруднює інші ресурсоцінні компоненти. При цьому, якщо мешканці забезпечать роздільне збирання у джерела утворення ТПВ, а саме безпосередньо у квартирах або домоволодіннях, можливо відібрати близько 70% умовно чистих ресурсоцінних компонентів.

Для запобігання зниженню якості ресурсоцінних компонентів ТПВ відділення органічної складової повинно відбуватися в мінімально короткі терміни після її утворення. Після виконання процедури відділення органічної фракції, яка легко розкладається, залишається потік відходів, що являє собою стабілізовану суміш потенційних ВМР, кондиційність яких може бути збережена до моменту сортування на сміттесортувальному підприємстві і подальшої утилізації.

Збирання відходів теж має відбуватися у 2 типи контейнерів – для «сухого» (суміш стабілізованих потенційних вторинних ресурсів) та «мокрого» (органічна фракція) потоків. Можлива установка і 3-го контейнера – для суміші небезпечних відходів, але, на нашу думку, раціональніше налагодити «адресне» збирання таких відходів. До налагодження такої системи вилучення небезпечних відходів повинне здійснюватися на сортувальних підприємствах. Доцільне окреме збирання скляних відходів.

Можна урахувати досвід Львова, де 1658 контейнерів для збору органічних відходів розташовані на 1515 локаціях. Контейнери для органічних відходів встановлені практично на кожному сміттєвому майданчику, мешкаців просять сортувати харчові відходи вдома та викидати їх без пакетів і залишків іншого сміття в окремий контейнер. Така можливість є у 99% мешкаців міста. Компостуванням органічних відходів (харчові та садові відходи, листя, гілля), які від мешкаців приймають безкоштовно, у Львові займається ЛКП «Зелене місто». На станції компостування у Львові поблизу території майбутнього сміттєпереробного заводу переробляють органічні відходи на компост, але спочатку їх зважують, сортують, подрібнюють, знезаражують та стерилізують компостконтейнерах при температурі до 72-80°C, за якої повністю гинуть усі бактерії та шкідливі речовини та втрачається будь-який сторонній запах [71]. Такий досвід застосування компост контейнерів доцільно поширити на умови Одеської області, бажано до початку відокремлення органічних відходів від загального потоку ТПВ.

Отже, потреби ринку вторинної сировини визначають економіку ТПВ. За умов створення ефективної системи збирання і вивезення

основних ВМР стає можливим отримання позитивного економічного і екологічного ефекту. Але розробка таких систем має ґрунтуватися на місцевих особливостях і мати довгострокову перспективу. Створення і впровадження ефективної системи управління та поводження з ресурсоцінними компонентами ТПВ є важливою задачею забезпечення екологічної безпеки і сталого розвитку регіонів України.

ВИСНОВОК

Економіка замкнутого циклу (чи циркулярна) змінює традиційну лінійну модель споживання природних ресурсів. У лінійній моделі продукти виробляють, використовують та утилізують (*take-make-dispose*). А циркулярний підхід ґрунтується на принципі 5-R: *refuse* – відмова від надмірного споживання, отже, додаткового відходоутворення; *reduce* – скорочення використання ресурсів та надання пріоритету поновлюваним матеріалам; *reuse* – максимально ефективно використовувати продукти; *repurpose* – перепрофілювання використання відходу в якості ресурсу; *recycle* – відновлення побічних продуктів та відходів для подальшого використання у виробництві, тобто практично будь-які відходи повинні повторно використовуватися у виробництві нової продукції. Якщо додати сюди стадію переосмислення та редизайну продукції (*rethink* та *redesign*), то отримаємо концепцію 7R. Важливо зазначити, що ця концепція не лише кореспондується із цілями сталого розвитку ООН, але й заохочує країни та бізнес впроваджувати інновації, а тому багато країн у своїх довгострокових стратегіях поставили за пріоритет просування ідей ЦЕ. В Україні поки що не зустрічається системного стратегічного бачення щодо розвитку ЦЕ, але формується підґрунтя для її запровадження: зниження ресурсоемності продукції, підвищення ефективного управління відходами виробництва та споживання, а також стимулювання інновацій та імплементації положень ЦЕ,

Проблема підвищення ефективності управління та поведження з ТПВ є однією з актуальних проблем українського суспільства, вирішення якої вимагає певних кроків щодо формування основи ефективної системи управління відходами. Реалізуючи цей виклик, у 2017 році була прийнята так би мовити «дорожня карта» – Національна стратегія управління відходами до 2030 року. А з прийняттям в Україні нового рамкового закону «Про управління відходами» (20.06.2022) завершується певний підготовчий етап щодо формування нормативно-законодавчого поля з управління відходами відповідно до європейської практики. На основі цього Закону відбувається подальше формування нової парадигми системи управління побутовими відходами на засадах ієрархії управління відходами. В подальшому це створить необхідні умови для переходу на принципи ЦЕ. Попри такі значні зміни у законодавстві з питань відходів, їх реалізація, особливо в умовах військового стану, є проблемним питанням. Встановлені індикатори ефективності реалізації нових підходів в сфері управління відходами, за європейським зразком, фактично недосяжні, оскільки сучасна система орієнтована на полігонне захоронення ТПВ в тривалій перспективі (станом на 2022 рік, 90% ТПВ було захоронено на звалищах і полігонах). Навіть за умов суттєвого скорочення обсягів утворених відходів

(на 30% за 2020-2022 рр.), кількість полігонів і звалищ майже не змінилася – 5,7 тис. офіційних та 14,7 тис. стихійних. Ситуація ускладнюється через те, що вітчизняні полігони побутових відходів в більшості випадків не відповідають національним вимогам з екологічної безпеки, а тим паче європейським. Не зважаючи на закладені у законодавство вимоги щодо екологічно безпечного закриття старих полігонів і звалищ і перехід до регіональних полігонів, експлуатація існуючих місць видалення відходів матиме довготривалу перспективу.

Основою створення ефективної системи управління ТПВ є аналіз вихідних умов: класифікація відходів і кількісна оцінка окремих ресурсоцінних фракцій. З огляду на можливості використання ресурсного потенціалу ТПВ, нами запропонована диференціація на органічні відходи, які легко розкладаються, потенційні ВМР (в т.ч. великогабаритні відходи), небезпечні відходи з деталізацією в цих потоках. Для подальшого оброблення і використання цих потоків необхідне їх виокремлення на початку ЖЦ. Саме такий підхід до диференціації потоку ТПВ дозволить отримати високоякісну вторинну сировину, дефіцит якої відчувають вітчизняні переробні підприємства. Замість залучення у господарську діяльність шляхом повторного використання, рециклінгу або відновлення, потенційні ВМР поповнюють і без того переповнені місця захоронення ТПВ. Наприклад, в той час, як переробні підприємства імпортують пластикові відходи, більше 80% українського пластику спрямовується на звалища і полігони. Основною причиною такої ситуації є недосконала система роздільного збирання ТПВ. Хоча кількість населених пунктів України, охоплених роздільним збиранням відходів, за десять років зростає майже у 32 рази (станом на 2019 р.), частка відібраних відходів складає близько 4% (8% у 2022 р.). Сучасна система роздільного збирання ТПВ не має комплексного характеру, а впровадження запропонованих законодавством підходів вимагає чималих вкладень і ускладнюється через низку факторів, зокрема, непрозорість сфери заготівельників вторинної сировини і неформальний сектор.

На сьогодні вміст потенційних ВМР у складі ТПВ оцінюється на рівні 78%. Серед них найбільшою вагою характеризується потік органічних відходів, які легко розкладаються. В основному, це харчові відходи, вміст яких оцінюється, в середньому, на рівні 34%. За умов відбору на початку ЖЦ, вони можуть розглядатися як високоякісна сировина для анаеробної ферментації з отриманням біогазу та дигестату або, за інших умов відновлення органічної сировини, компосту. Пластикові відходи є затребуваною вторинною сировиною, особливо тара і пакування. Закладений в законодавстві принцип РВВ повинен створити умови для вилучення із загального потоку ТПВ і, відповідно, підвищення рівня використання полімерного пакування. Створення ефективної системи управління ТПВ неможливе без залучення паперу і картону, вміст яких

оцінюється на рівні 14%. З огляду на це, найбільш доцільним в організації роздільного збирання є поділ на «суху» і «вологу» фракції ТПВ з подальшим досортуванням на сміттесортувальних і сміттєпереробних підприємствах.

Дослідження ресурсного потенціалу ТПВ в окремих регіонах України показало значну диференціацію вихідних умов, тому розробка систем управління відходами має враховувати місцеві умови щодо складу відходів та можливостей роздільного збирання і подальшої переробки. Більш детально розглянутий ресурсний потенціал ТПВ Одеської області. На сьогодні область характеризується низьким рівнем впровадження роздільного збирання (а також охопленням послугами з централізованого збору і вивозу ТПВ). Через це ТПВ поповнюють більше 600 полігонів і звалищ, хоча вартість потенційної вторинної сировини з відходів області оцінюється на рівні 1,4 млн. грн. (станом на 2022 р.).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Про управління відходами» від 20.06.2022 N2320-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 25.09.2023).
2. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 25.09.2023).
3. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text> (дата звернення: 25.09.2023).
4. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96. URL: <http://plast.vn.ua/DK005-96.html> (дата звернення: 25.09.2023).
5. Довідково-методичні настанови щодо застосування ДК 005-96 «Класифікатор відходів». URL: <http://uazakon.com/big/text999/pg1.htm> (дата звернення: 21.01.2018 р.).
6. Правила надання послуг зі збирання та вивезення твердих і рідких побутових відходів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0457-00#Text>.
7. Pichtel John. Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial: second ed. CRC Press. 2014. 682 p. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Waste_Management_Practices.html?id=bKLAAGAAQBAJ&redir_esc (дата звернення: 11.09.2023 р.).
8. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Яновський Д.Ю. Ресурсоцінний потенціал потоку твердих побутових відходів Одеської області. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. №32. С. 144-156.
9. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Приходько В.Ю. Класифікація твердих побутових відходів як передумова формування системи поводження з ними в регіонах України: монографія. Дніпро: Видавець Біла К.О., 2018. 100 с.
10. Методичні рекомендації з розроблення регіональних планів управління відходами (затверджено Наказом Мінприроди від 10.09.2021 №586). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0586926-21#Text>
<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0586926-21#Text> (дата звернення: 25.09.2023).
11. Семко П.П. Спалюємо чи утилізуємо? (знову про відходи упаковки). *Упаковка*. 2016. №2. С. 58-60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Упаковка_2016_2_22
12. Приходько В.Ю., Сафранов Т.А., Шаніна Т.П. Сучасний стан сфери поводження з твердими побутовими відходами в Україні. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. Вип. 32. С. 58-66.
13. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. URL:

<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>
(Accessed: 10.10.2023)

14. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance) URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098> (Accessed: 10.10.2023)

15. Практичні аспекти управління відходами в Україні: посібник/ Барінов М.О., Олексієвець І.Л., Родная Д.В. та ін. Київ: Поліграф плюс, 2021. 118 с.

16. Управління та поводження з відходами: підручник / за ред. проф. Сафранова Т.А., проф. Клименка М.О. Одеса : ТЕС, 2012. 272 с.

17. Порядок класифікації відходів і Національний перелік відходів (затверджені Постановою КМУ №1102 від 20.10.2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення: 25.09.2023).

18. Реализация принципа «нулевых отходов» на муниципальном уровне / Сафранов Т.А. и др. *Матеріали III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю*, 21-24 вересня. Вінниця: ВНТУ, 2011. Т.1. С.20-23.

19. Спосіб утилізації твердих побутових відходів : Патент на корисну модель №53606 від 11.10.2010 / Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Сафранов Т.А.

20. Оптимизация системы управления и обращения с муниципальными отходами в контексте устойчивого развития урбанизированных территорий / Сафранов Т. А. и др. *Устойчивое развитие*. 2014. № 16 (март). С. 11-18.

21. Спосіб поводження з муніципальними відходами : Патент на корисну модель № 94504 від 10.11.2014 / Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Приходько В.Ю.

22. Waste: investing in energy and resource efficiency (2011). Ed. P. Modak// Unated Nations: United Nations Environment Programme. 327 p. URL:http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_8_Waste.pdf (Accessed: 23.09.2023).

23. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 / Kaza Silpa et al. Washington, DC: World Bank, 2018. 271 p. doi:10.1596/978-1-4648.

24. Аналіз стану сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2022 рік. URL: <https://mtu.gov.ua/news/34323.html> (дата звернення: 1.10.2023).

25. Waste Statistic. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Total_waste_generation (Accessed: 10.10.2023)

26. Приходько В.Ю. Дослідження регіональних особливостей захоронення твердих побутових відходів в Україні. *Вісник ХНУ, серія «Екологія»*. 2019. Вип. 21. С.51-62

27. Інформація щодо впровадження сучасних методів та технологій у сфері

- поводження з побутовими відходами. URL: <https://mtu.gov.ua/news/34386.html> (дата звернення: 1.10.2023).
28. Методика роздільного збирання побутових відходів. URL: https://mtu.gov.ua/files/Методика_роздільного_збирання.pdf (дата звернення: 1.10.2023).
29. Семко П.П. Реалії співробітництва бізнесу та органів місцевого самоврядування в галузі поводження з ТПВ в Україні та напрями покращення ситуації. URL: <http://greenchamber.org.ua/files/files/2019/TBO/BUSINESS%20REALITIES.pdf> (дата звернення: 25.09.2023).
30. Семко П.П. Сучасний стан сфери поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Waste Management – 2019: презентації докладов. URL: <https://drive.google.com/drive/folders/1EqbyNbtvacTRYRXTS6dE8D9rdF9EXbZb> (дата звернення: 20.10.2019).
31. Українське виробничо-екологічне об'єднання по заготівлі і використанню вторинних матеріальних ресурсів «Укрвторма». URL: <http://ukrvtorma.com.ua/> (дата звернення: 1.10.2023).
32. Утиліта. Waste Management – 2019: презентації докладов. URL: <https://drive.google.com/drive/folders/1EqbyNbtvacTRYRXTS6dE8D9rdF9EXbZb> (дата звернення: 20.10.2019).
33. Зміївська паперова фабрика: офіційний сайт. URL: <https://zpf.company/zmiiivska-paper-mill/> (дата звернення: 1.10.2023).
34. Скрипник А.П. Анализ морфологического состава твёрдых бытовых отходов Украины как составляющая подхода к решению проблемы отходов. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2007. Вип. 4. С. 78–85.
35. Шосте національне повідомлення України з питань зміни клімату. URL: <https://uabio.org/wpcontent/uploads/2020/01/position-paper-uabio-22-ua.pdf> (дата звернення: 25.04.2023).
36. Результати дослідження морфологічного складу твердих побутових відходів у ОСББ Львова. URL: <https://zerowastelviv.org.ua/rezultaty-doslidzhennya-morfologichnogo-skladu-tverdyh-pobutovyh-vidhodiv-u-osbb-lvova/> (дата звернення: 20.09.2023).
37. Приходько В.Ю., Гюльяхмедова К.Р. Характеристика біоорганічної складової твердих побутових відходів. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2018. Вип. 19. .82-90.
38. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (2006). Vol. 5. Waste. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html> (Accessed 26.09.2023).
39. Аналіз компонентного складу побутових відходів різних міст України // Водопостачання і водовідведення: проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг : колективна монографія / за ред. проф. Мальованого М. С. Електрон. дан. Київ : Яро́чєнко Я.В., 2023. С. 106-119

40. Звіт з аналізу існуючого стану системи поводження з ТПВ в Одеській області за 2013-2017 рр. / ТОВ ЕСКО «Екологічні системи». 2017. 37 с.
41. Гапонич Л.С., Голенко І.Л., Топал О.І. Перспективи використання SRF та RDF на цементних заводах України. *Екологічні науки*. 2020. №3(30). С. 92-97.
42. *Veolia*. Модульний підхід до формування індивідуальної системи поводження з відходами // Презентації доповідей Waste Management – 2019. URL:<https://drive.google.com/file/d/1ХаEsjcz1MT1iN4nt6B46IJEceGr5OKPW/view?usp=sharing> (дата звернення 20.10.2019)
43. Costas V.C. Global recycling markets - plastic waste: A story for one player – China. Report prepared by FUELogy and formatted by D-waste on behalf of International Solid Waste Association - Globalisation and Waste management Task Force. ISWA, Vienna, September 2014. 66 p.
44. Михайлова Є.О. Пластикове забруднення – одна з головних екологічних проблем людства. *Комунальне господарство міст*. 2020. Том 4, № 157. С. 109–121. doi:10.33042/2522-1809-2020-4-157-109-121
45. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Михайленко В.І. Відходи пластикових матеріалів: оцінка утворення та поводження в регіонах Північно-Західного Причорномор'я. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. №31. С. 122-130.
46. Global Waste Management Outlook / by David C. Wilson. UNEP, 2015. 332 p.
47. Лаптева Ю. Ринок вторинного поліетилену в Україні. //Презентації доповідей Waste Management – 2019. URL: <https://drive.google.com/file/d/1zE7Y9FwTJHqnuSr142cDWpco3-awMjab/view?usp=sharing> (дата звернення 20.10.2019).
48. Kryvoshei V.M. What kind of packaging do we need? *Packaging: special issue*. 2023. pp. 14-17
49. Аналіз ринку полімерів ПЕ України. 2018. URL:<https://proconsulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analizrynka-polimerov-pe-ukrainy-2018-god> (дата звернення:25.09.2023)
50. Україна імпортує відходи з інших країн. Чому так та як у нас працює бізнес з переробки сміття. *Економічна правда*. 2021. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/06/18/675131/> (дата звернення:25.09.2023).
51. Повідомлення про оприлюднення проекту Закону України «Про упаковку та відходи упаковки» від 21.04.2023. URL: <https://mepr.gov.ua/povidomlennya-pro-oprylyudnennya-proyektu-zakonu-ukrayiny-pro-upakovku-ta-vidhody-upakovku/>(дата звернення 8.01.2024)
52. Про упаковку та відходи упаковки: проект Закону України від 3.02.2020. URL: <https://www.minregion.gov.ua/base-law/grom-convers/elektronni-konsultatsiyi-z-gromadskistyuu/proekt-zakonu-ukrayini-pro-upakovku-ta-vidhodi-upakovki/> (дата звернення 28.10.2023)

53. Про упаковку та відходи упаковки: проект Закону України №7115 від 1.11.2010. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/JF5N700A> (дата звернення 28.10.2023)
54. Приходько В. Ю., Сафранов Т. А., Манасарян А. Б. Класифікація відходів упаковки у складі твердих побутових відходів та передумови ефективного поводження з ними в регіонах України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип. 34. С.153-161. doi: 10.26565/1992-4224-2020-34-15
55. Packaging waste statistic. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Packaging_waste_statistics#Waste_generation_by_packaging_material (Accessed: 10.01.2024)
56. Туряб Л.В., Кулік Л.Й. Стан і проблеми утилізації пакувань. *Квалілогія книги*. 2016. № 2(30). С. 94-101.
57. Коптюх Л.А. Пакувальна індустрія і навколишнє середовище. Київ: Університет «Україна», 2014. 213 с.
58. European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31994L0062> (Accessed: 10.01.2024)
59. Таранцева А. Розширена відповідальність виробника – основа економіки замкнутого циклу URL: https://courses.prometheus.org.ua/courses/coursev1:IRF+WST101+2019_T2/about (дата звернення 30.06.2019).
60. New Plastics Economy Global Commitment. URL: <https://www.newplasticseconomy.org/> (Accessed: 10.01.2024)
61. Ukraine's Greenhouse Gas Inventory Report 1990-2021 (2023) / Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Kyiv, 2023. 568. URL: <https://unfccc.int/documents/628276>. (Accessed 12.01.2024)
62. Приходько В.Ю., Шанина Т.П. Відходи міських систем як потенційний ресурс та джерело забруднення навколишнього природного середовища. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2011. Вип. 11. С. 27-34.
63. Вміст біорозкладних компонентів у складі твердих побутових відходів в Україні / С.Л. Шмарін, И.Л. Алексеєвцев, Р.С. Филозоф, Н.С. Ремез, Г. Денафас. *Екологія та промисловість*. 2014. № 1. С. 79-83.
64. Veronika Prykhodko, Tamerlan Safranov, Tatyana Shanina. Issues of biodegradable components in municipal solid waste: short overview of the problem and its possible solution in Ukraine. *Architecture, civil engineering, environment*. 2022. Vol. 2(15). Pp. 157-167. DOI: 10.2478/АСЕЕ-2022-0023
65. Сафранов Т.А., Шанина Т.П., Приходько В.Ю. Сучасний стан та можливості поводження з великогабаритними муніципальними відходами в регіонах України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. №25. С.111-120.
66. Приходько В.Ю., Сафранов Т.А., Шанина Т.П. Оптимізація поводження

з біоорганічною складовою твердих побутових відходів // Формування програм щодо поводження з відходами для об'єднаних територіальних громад: проблемні питання та кращі практики: Збірка матеріалів Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології», 22-23 листопада. Київ: Центр екологічної освіти та інформації. 2019. С. 135-136.

67. Мартиненко А. Ієрархія поводження з відходами // Презентації доповідей Waste Management – 2019. URL: https://drive.google.com/file/d/1yfHOetdNuj9a62SkQi1dvOn_4qH2VEnx/view?usp=sharing (дата звернення 20.10.2019).

68. The Municipal Solid Waste Treatment Concept Based on “Zero Waste” Principle / Safranov T. et al. *Nauka I Sudia Journal*. Przemysł, Poland. Wydawca: Sp. Z o.o. Nauka I Studia Ekologia). 2013. № 41(109). PP. 59-66.

69. Приходько В.Ю., Гюльяхмедова К.Р. Садово-паркові відходи міст: оцінка ресурсного потенціалу та можливостей використання // Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 4-5 квітня. Львів: НЛТУ, 2019. С. 293-294.

70. Машкова О., Дуга В., Пасенко Н. Зелені ідеї Zero Waste & Climate Friendly в HoReCa: українські бізнеси: навч. посіб. / ред. С. Сидоренко. Херсон - Кропивницький: ХДАЕУ, 2023. 55 с.

71. Zero Waste Lviv. URL: <https://zerowastelviv.org.ua/> (Accessed: 10.01.2024)

72. Програма поводження з твердими побутовими відходами в Одеській області на 2018-2022 рр. URL: <https://oblrada.od.gov.ua/wp-content/uploads/03-21-VII.pdf> (дата звернення 20.10.2019)

73. Регіональний план управління відходами в Одеській області до 2030 року. URL: <https://ecology.od.gov.ua/regionalnyj-plan-upravlinnya-vidhodamy-v-odeskij-oblasti-do-2030-roku/> (дата звернення 1.02.2024)

74. Спосіб комплексної утилізації твердих побутових відходів: патент на корисну модель № 58436 / Т.П. Шаніна, Т.А. Сафранов, О.Р. Губанова, В.Ю. Приходько.

75. Carbon redistribution during the stages of generation and destruction of municipal solid waste organic component / Veronika Prykhodko, Tamerlan Safranov, Tatyana Shanina, Oksana Illyash. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7, No 4.8. Pp. 415-419. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.8.27281

76. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Приходько В.Ю. SWOT-аналіз системи управління та поводження з твердими побутовими відходами в Одеській області. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2020. №5(32). С. 169-174. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.5-32.25>

77. Сафранов Т.А., Губанова О.Р., Шаніна Т.П.. Реалізація кластерної стратегії у сфері поводження з твердими побутовими відходами. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2016. Вип. 10. С. 648–652.

78. Кластеризація як необхідна умова вирішення проблеми поводження з твердими побутовими відходами / Сафранов Т.А. та ін. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. № 3–4 (28). С. 105–113.
79. Сафранов Т.А., Черкез Є.А., Шаталін С.М. Оцінка сприятливості території Одеської області для розміщення полігонів твердих побутових відходів. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2018. № 21. С. 98-109.
80. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку. Сценарії розвитку сектора поводження з твердими побутовими відходами. URL <https://documents1.worldbank.org/curated/en/689821468337804553/pdf/Municipal-Solid-Waste-in-Ukraine-Development-Potential.pdf> (дата звернення: 25.09.2023).

Наукове електронне видання

ПРИХОДЬКО Вероніка Юріївна, САФРАНОВ Тамерлан Абісалович

**РЕСУРСОЦІННА СКЛАДОВА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ
ОКРЕМИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ**

Монографія

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

Е-mail: info@odeku.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016