

УДК 33.711

Анатолій Іванович КОВАЛЬОВ

доктор економічних наук, професор кафедри економіки, права та управління бізнесом, ректор, Одеський національний економічний університет, Україна,

e-mail: anatoliy.iv.kovalev@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6128-7012>

Володимир Анатолійович КАРПОВ

кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки, права та управління бізнесом, Одеський національний економічний університет, Україна,

e-mail: 0682636461karpov@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9968-8380>

Тетяна Сергіївна КОРОЛЬОВА

кандидат економічних наук, старший науковий співробітник НДЧ, Одеський національний економічний університет, Україна, e-mail: tskorolova@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0262-690X>

**ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБУ ФІНАНСУВАННЯ
БУДІВНИЦТВА КОМПЛЕКСУ ПО ПОВОДЖЕННЮ З ТВЕРДИМИ
ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У М. ОДЕСІ**

Ковальов, А. І., Карпов, В. А., Корольова, Т. С. Обґрунтування оптимального способу фінансування будівництва комплексу по поводженню з твердими побутовими відходами у м. Одесі. *Вісник соціально-економічних досліджень*. Одеса : Одеський національний економічний університет. 2024. № 3-4 (90-91). С. 9–23.

Анотація. У статті розглянуто теоретичні та практичні проблеми вибору способу фінансування будівництва комплексу по поводженню з твердими побутовими відходами. Досліджено ринок переробки сміття в Україні, якій на сьогодні залишається фрагментованим і неоднорідним. Існують певні недоліки в інфраструктурі та технологічних рішеннях, які потребують подальшого вдосконалення та розвитку. Однак, в останні роки, зростає усвідомлення населення та державних органів щодо необхідності екологічно чистого способу життя та управління відходами. Ресайклінг стає все більш актуальною та важливою складовою екологічної політики країни. У роботі проаналізовано зарубіжний та вітчизняний досвід переробки твердих побутових відходів (ТПВ). Визначено, що в країнах-членах Європейського Союзу приділяють значну увагу якості навколишнього середовища та здоров'ю людини. З кожним роком проблема забруднення довкілля стає дедалі актуальною. Основним напрямком політики європейських країн у сфері охорони навколишнього середовища є мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище. Зокрема, це означає, що одним із пріоритетних напрямків є сфера поводження з побутовими відходами. Актуальність дослідження визначає те, що в Одесі гостро постає проблема ефективної переробки побутових відходів. У 2024 році Одеській міськраді було представлено проєкт побудови комплексу по поводженню з ТПВ. На основі проведеного аналізу запропоновано варіанти фінансування будівництва та реалізації проєкту. У статті надається розроблена методика оцінки варіантів фінансування подібних проєктів. Практична цінність дослідження полягає в тому, що представлена методика є релевантною для всіх суб'єктів господарської діяльності і може

застосовуватися на території м. Одеси та її агломерації незалежно від функціонального використання об'єкта.

Ключові слова: тверді побутові відходи; ефективний проєкт; етапи проєкту, фінансування проєкту; ефективність проєкту.

Anatoliy KOVALEV

Doctor of Economics, Professor of Economics, Law and Business Management
Department, Rector, Odesa National Economic University, Ukraine,
e-mail: anatoliy.iv.kovalev@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6128-7012>

Vladimir KARPOV

PhD in Economics, Associate Professor of Economics, Law and Business Management
Department, Odesa National Economic University, Ukraine,
e-mail: 0682636461karpov@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9968-8380>

Tetiana KOROLOVA

PhD in Economics, Senior Researcher, Odesa National Economic University, Ukraine,
e-mail: tskorolova@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0262-690X>

**SUBSTANTIATION OF THE OPTIMAL METHOD OF FINANCING THE
CONSTRUCTION OF A SOLID HOUSEHOLD WASTE MANAGEMENT
COMPLEX IN THE ODESA CITY**

Kovalev, A., Karpov, V., & Korolova, T. (2024). Substantiation of the optimal method of financing the construction of a solid household waste management complex in the Odesa city [Obhruntuvannia optymalnoho sposobu finansuvannia budivnytstva kompleksu po povodzhenni z tverdymy pobutovymy vidkhodamy u m. Odesi], *Socio-economic research bulletin; Visnik social'no-ekonomichnih doslidzen'* (ISSN 2313-4569), Odesa National Economic University, Odesa, No. 3-4 (90-91), pp. 9–23.

Abstract. The article considers theoretical and practical problems of choosing a method of financing the construction of a solid household waste management complex. The waste recycling market in Ukraine, which remains fragmented and heterogeneous today, is studied. There are certain shortcomings in infrastructure and technological solutions that require further improvement and development. However, in recent years, the awareness of the population and state authorities about the need for an environmentally friendly lifestyle and waste management has been growing. Recycling is becoming an increasingly relevant and important component of the country's environmental policy. The article analyzes foreign and domestic experience in the processing of solid household waste (SHW). It is determined that in the member states of the European Union significant attention is paid to the quality of the environment and human health. Every year the problem of environmental pollution becomes more and more relevant. The main direction of the environmental protection policy of European countries is to minimize the negative impact on the environment. In particular, this means that one of the priority directions is the sphere of household waste management. The relevance of the study is determined by the fact that the problem of effective household waste processing is acute in Odessa city. In 2024, a project for the construction of a solid household waste management complex was presented to the Odessa City Council. Based on the analysis of the project, financing options for the construction and implementation of the project are proposed. The article provides a developed methodology for

assessing financing options for such projects. The practical value of the study is that the presented methodology is relevant for all economic entities and can be applied in the territory of Odessa city and its agglomeration regardless of the functional use of the facility.

Keywords: solid household waste; effective project; project stages; project financing; project efficiency.

JEL classifications: H800

DOI: [https://doi.org/10.33987/vsed.3-4\(90-91\).2024.9-23](https://doi.org/10.33987/vsed.3-4(90-91).2024.9-23)

Постановка проблеми у загальному вигляді. Вивезення, утилізація та переробка побутового сміття в Україні на сьогодні залишається, як і раніше, гострою проблемою, особливо для міст мільйонників [1].

Компанією Clear Eneerge розроблено проєкт повного циклу утилізації твердих побутових відходів (ТПВ) до стадії зрідженого біометану з отриманням електричної генерації в 12 МВт і тепла до 70 МВт. Цей проєкт пройшов усі стадії технічної експертизи, підготовлено технічне завдання на будівництво комплексу, а у 2024 році проєкт було представлено на розгляд до Одеської міськради. При цьому основним питанням реалізації даного проєкту є форма інвестування та фінансування будівництва комплексу по поводженню з твердими побутовими відходами у м. Одесі.

Аналіз досліджень і публікацій останніх років. Дослідженням з проблематики обґрунтування економічної доцільності, ефективності використання технологій збору, утилізації та переробки побутового сміття займалися наступні вітчизняні вчені: В. Г. Петрук, О. В. Мудрак [2; 3], І. О. Хоменко [4], Ю. М. Попова, Л. А. Свистун, Д. І. Панасенко [5] та багато інших. Сучасний зарубіжний досвід управління збором та утилізацією побутових відходів у європейських країнах розглянуто такими вченими як К. Андерссон, Е. Джеспер, М. Б. Якубус [5]. Техніко-економічні питання енергоефективності поводження з ТПВ розглядаються у роботах Раматта Массе Йоада, Філіпа Баба Адгонго та ін. [5].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Як відомо, основним гальмом впровадження передових технологій збору, утилізації та переробки побутового сміття є інвестування та фінансування будівництва у цей кластер економіки. Збір і сортування побутового сміття потребує великих площ, а його переробка значних інвестицій. Як показав аналіз стану збору побутового сміття в Україні, дана проблема до цього часу вирішувалася екстенсивним шляхом розширення полігонів для сміття. На етапі сортування та часткової переробки окремих категорій побутового сміття впровадження нових технологій поступово розвивається та нарощується. Наразі в Україні працюють 34 сортувальні лінії у 28 населених пунктах, у 17 населених пунктах сортувальні комплекси активно будуються, також працюють 39 підприємств з переробки полімерів, 19 підприємств з переробки пластикових пляшок, 16 – з переробки склобою та 44 компанії з переробки металу [6; 7]. Щодо комплексного підходу повного циклу переробки побутового сміття, то розвиток використання нових технологій стикається з проблемою необхідності значного обсягу інвестицій та відсутністю державних гарантій стабільності у даному кластері економіки. Саме вирішенню цих питань й присвячено дослідження авторів статті.

Постановка завдання. Основною метою даного дослідження є створення прозорого механізму вибору способу фінансування проєкту будівництва комплексу по поводженню з твердими побутовими відходами у м. Одесі. Об'єктом дослідження є економічне обґрунтування способу фінансування будівництва комплексу по поводженню з твердими побутовими відходами у м. Одесі. Предметом дослідження є методичні засади економічного обґрунтування оптимального способу фінансування будівництва комплексу по поводженню з твердими побутовими відходами у м. Одесі. Практична цінність дослідження полягає в тому, що представлена методика є релевантною для всіх суб'єктів господарської діяльності і може застосовуватися на території м. Одеси та її агломерації незалежно від функціонального використання об'єкта.

Виклад основного матеріалу дослідження. На сьогоднішній день ринок переробки сміття в Україні залишається фрагментованим і неоднорідним. Існують певні недоліки в інфраструктурі та технологічних рішеннях, які потребують подальшого вдосконалення та розвитку. Однак, в останні роки, зростає усвідомлення населення та державних органів щодо необхідності екологічно чистого способу життя та управління відходами. Ресайклінг стає все більш актуальною та важливою складовою екологічної політики країни.

У Національному Кадастрі антропогенних викидів і абсорбції поглиначами парникових газів визначено три основні методи по поводженню з ТПВ, які використовуються в Україні, а саме: «Видалення ТПВ», «Біологічна обробка» та «Інсінерація та відкрите спалювання».

Найчастіше під видаленням ТПВ розуміють (згідно із Законом України «Про управління відходами») [8], розміщення ТПВ на поверхні землі або на полігонах у спеціально відведених для цього місцях без здійснення додаткових дій над відходами. Зберігання та видалення ТПВ має здійснюватися відповідно до вимог екологічної безпеки.

Для комплексного і якісного аналізу проблеми поводження з відходами необхідно брати до уваги інформацію різних рівнів (національного або загального, регіонального (рівень області, регіону) та об'єктового (розгляд конкретного місця видалення відходів). Також для повної характеристики проблеми необхідно мати інформацію щодо кількісних показників утворення ТПВ, які підлягають захороненню; параметри та показники місць видалення відходів (кількість, площа, час існування, проєктна потужність і т.д.); морфологічний склад відходів (який є найбільш невизначеним блоком інформації через відсутність чіткої системи спостережень та дотримання методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу. Майже весь обсяг утворюваних в Україні ТПВ (94,1%) розміщуються на місця видалення відходів без попередньої обробки. У таких умовах ефективність системи поводження з ТПВ є низькою через те, що не використовується можливість переробки, сортування, вилучення ресурсоцінних компонентів та енергогенерації. Кількість полігонів та сміттєзвалищ в Україні приблизно становила 5470 одиниць, із яких 305 (5,6%) перевантажені, а 1646 одиниць (30%) не відповідають нормам екологічної безпеки. За експертними оцінками більше 99% полігонів, які функціонують, не відповідають Європейським вимогам. Близько 27 тисяч несанкціонованих звалищ утворюються щороку, внаслідок недостатнього контролю і відсутності належної системи по поводженню з ТПВ [1].

В Україні щорічно готуються регіональні доповіді, статистичні огляди, спеціальні дослідження по поводженню з відходами, але ці документи переважно містять дані про кількість відходів і площу полігонів та звалищ, що не дозволяє комплексно аналізувати екологічні наслідки для Одеської області.

За даними аналізу майже всі полігони в Одеській області не відповідають нормам екологічної безпеки (в т. ч. вимогам ДБН В.2.4-2-2005) та потребують реконструкції і рекультивації відповідно до нормативно-правових документів. Відсутність роздільного збирання відходів робить у багатьох випадках ТПВ рівнозначними з промисловими за наслідками впливу на довкілля та здоров'я населення. Морфологічний склад ТПВ з кожним роком ускладнюється, включаючи все більшу кількість екологічно небезпечних компонентів та речовин. Проблема екологічної безпеки ТПВ торкається всіх стадій поводження з ними, починаючи зі збирання і транспортування та завершуючи підготовкою до використання утильних компонентів, знищенням або похованням фракцій, які не використовуються. Крім того, ще існують проблеми експлуатації сміттєзвалищ, такі як:

- більшість полігонів працює в режимі перевантаження;
- паспортизація та рекультивація полігонів та сміттєзвалищ проводиться не належним чином, або взагалі не проводиться, відсутні проекти місць видалення відходів, не визначена проєктна місткість МВВ;
- відсутні системи збору та знешкодження біогазу та фільтрату; не здійснюється належне приймання і контроль відходів;
- не здійснюються спостереження за станом забруднення НПС в районі полігону чи звалища;
- відсутня належна система санітарної очистки населених пунктів, яка б забезпечувала регулярний вивіз і знешкодження побутових відходів і т.д.

Необхідно зазначити, що в Одеській області утворюється близько 6 млн. м³ ТПВ кожного року. Це складає 12,2% від загальних обсягів ТПВ в Україні. По теперішній час не розроблено типовий проєкт полігону ТПВ на державному рівні для невеликого населеного пункту, що є дуже актуальним через те, що внаслідок неналежного збору ТПВ у таких селищах утворюється найбільша кількість несанкціонованих сміттєзвалищ. Наприклад, роздільне збирання ресурсоцінних компонентів впроваджено лише у містах Біляївка та Чорноморськ у 2013 та 2010 роках відповідно. Загальна кількість мешканців у населеному пункті м. Біляївка 15,2 тис. осіб, із них лише 9,5 тис. осіб охоплено роздільним збиранням ТПВ, що становить 63% населення, причому від загального обсягу ТПВ (15 тис. м³), що утворюється в населеному пункті об'єм ресурсоцінних компонентів становить 0,126 тис. м³ на рік. У місті є 9 контейнерів для збору картону і паперу. У Чорноморську налічується 51,47 тисяч мешканців, із яких 41,5 тис. охоплені роздільним збором ТПВ, тобто 80% населення. Загальні обсяги ТПВ, які утворюються в населеному пункті – 127,15 тис. м³, із них 4,06 тис. м³ на рік збираються як ресурсоцінні компоненти. Місто має 71 контейнер для пластика, паперу і скла, які збираються окремо. Отже, можемо зробити висновок про відсутність цілісної системи управління ТПВ та раціонального підходу до організації процесу мінімізації негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище в нашій області [9].

На Одещині 2,3 млн. населення, яке щорічно викидає понад 850 тис. т. ТПВ, а централізованому збору та захороненню підлягає менше 70%, у тому числі на діючому полігоні (Дальницькі кар'єри, 96 га). Інші 30% обсягів ТПВ вивозяться на стихійні звалища, кількість яких постійно змінюється і швидко зростає. У регіоні існує понад 608 звалищ та полігонів ТПВ, загальна площа яких складає 1274,9 га. Обласним департаментом систем життєзабезпечення та енергоефективності, в основному, проведена інвентаризація звалищ, а також створена карта з їхньою дислокацією. Більшість звалищ працює в режимі з порушенням проєктних показників щодо обсягів накопичення ТПВ. У сфері санітарної очистки населених пунктів області діє близько 48 підприємств, загальна кількість працівників цих підприємств складає понад 600 осіб. Більше 70% сміттєвозів взагалі по області мають зношений стан [9].

На сьогодні в Одеській області сміттєпереробних заводів немає і практично всі ТПВ вивозяться на сміттєзвалища та полігони для захоронення. Відмітимо, що крім діючого полігону ТПВ в м. Одесі, жодне звалище ТПВ не відповідає вимогам санітарних правил і екологічним стандартам. Роздільний збір «біля джерела» також відсутній. Понад 30% населення не охоплене системою збору та вивезення ТПВ. В 2016 р. у 20% міст та 65% селищ були відсутні схеми санітарної очистки, що збільшує ймовірність утворення стихійних звалищ. При захороненні ТПВ санітарні норми часто не витримуються. Крім того, санітарно-технічних паспортів не мають 52 (21%) санкціоновані звалища. На звалищах відсутня гідроізоляція, електроізоляція, немає захисту від спалахів. Поки що комплексної системи по поводженню з ТПВ не створено, через це ресурсно-енергетичний потенціал ТПВ не використовується.

Розглянемо методи по поводженню з ТПВ. Одним із таких методів є біологічна обробка. В Україні здебільшого цей метод обробки представлений компостуванням (тобто аеробною переробкою органічних відходів, таких як харчові, садово-паркові відходи і т.д., при якій виділяється переважно CO_2 , внаслідок перетворення здатного до розкладу органічного вуглецю, при цьому кількості утворюваних сполук, таких як CH_4 та N_2O достатньо малі), яке являє собою технологію переробки ТПВ, засновану на природному біологічному розкладі за участю бактерій. Компостування може відбуватися на звалищах і спорудах з переробки компосту з оптимізацією умов процесу, а також фільтрацією газу, який утворюється. Іншим методом біологічної обробки є анаеробне зброджування, яке здатне прискорювати природний розклад органічного матеріалу без участі кисню за допомогою збереження показників температури, вмісту вологи та рівня рН, які близькі до оптимальних значень. При анаеробному зброджуванні відбувається розклад високомолекулярних сполук (вуглеводів, жирів, білкових речовин) на низькомолекулярні органічні сполуки.

На другому етапі за участю кислотоутворюючих бактерій відбувається подальший розклад з утворенням органічних кислот та їх солей, а також спиртів, CO_2 і H_2 , а потім H_2S та NH_3 . Остаточне бактеріальне перетворення органічних речовин у вуглекислий газ та метан відбувається на третьому етапі. Крім того, із CO_2 та H_2 утворюється додаткова кількість метану та води. Метаногенез при цьому проходить за трьох умов:

- 1) відсутність доступу кисню;
- 2) температура, ріст мікроорганізмів можливий при температурі більше 18°C , найкраще процес протікає при температурі в інтервалі $30\text{--}37^\circ\text{C}$

(мезофільний процес), також задовільні результати можна отримати при температурах 55-60 °C (термофільний процес);

3) кислотність середовища існування мікроорганізмів (оптимальні значення рН мають знаходитись в інтервалі 6,5–8,5);

4) співвідношення азоту і вуглецю (оптимальне співвідношення C/N в інтервалі 16–19).

Наступним є метод метанового зброджування, який дозволяє отримувати біогаз, високоякісні добрива та білковітамінні кормові добавки, а також по суті є безвідходним. Механічно-біологічна обробка (МБО) відходів набуває більшої популярності в Європі. При МБО відхідний матеріал піддається серії механічних і біологічних процесів, націлених на зниження обсягу ТПВ, а також на стабілізацію для зниження викидів при кінцевому видаленні. Дані процеси коливаються залежно від застосування. Здебільшого, механічні процеси (сепарація, подрібнення, дроблення матеріалу) поділяють відхідний матеріал (органічні відходи, такі як харчові) на складові, які потім проходять подальшу (біологічну) обробку (компостування, анаеробну обробку, спалювання, переробку).

Розповсюдженим є також метод спалювання відходів. Метод спалювання (термічні методи знешкодження ТПВ) має перевагу отримання електроенергії використовуючи теплоту згоряння ТПВ, яку можна використовувати для опалення будівель. Але при цьому необхідна надійна система очищення димових газів, так як при спалюванні ТПВ в АП виділяються хлористий і фтористий водень, сірчистий газ, оксиди азоту, а також метали і їх сполуки (Zn, Cd, Pb, Hg і т. д. переважно у вигляді аерозолів); у процесі горіння ТПВ утворюються діоксини, дифеніли, присутність яких у газах значно ускладнює їх очищення через малі концентрації цих високотоксичних сполук. Різновидом процесу спалювання є піроліз – термічний розклад ТПВ без доступу повітря. Застосування піролізу дозволяє зменшити вплив ТПВ на навколишнє середовище і отримувати такі корисні продукти, як горючий газ, масло, смоли і твердий залишок (пірокарбон).

Існує технологія термічної переробки ТПВ в барботованому розплаві шлаку. Основною її перевагою є вирішення загальносвітової проблеми з діоксинами: на виході з барботажного агрегату практично відсутні високотоксичні сполуки такі, як діоксини, фурани, поліароматичні вуглеводні). Високі температури процесу (1400–1600 °C), 20 раціональна схема спалювання (ТПВ періодично подають в завантажувальний пристрій, потім у шлакову ванну, яка продувається повітрям, збагаченим киснем. Далі ТПВ швидко занурюються в інтенсивно перемішуваний спінений розплав та за рахунок інтенсивної теплопередачі ТПВ піддаються швидкісному піролізу і газифікуються; мінеральна частина розчиняється в шлаку, а металеві предмети розплавляються і рідкий метал опускається на подину), поєднання окислювально-відновного потенціалу газової фази і температурного режиму зумовлюють низький вміст оксидів азоту (N₂O) та інших домішок в димових газах.

Також використовуються інші методи термічної обробки, які пройшли апробацію, серед них, наприклад:

1) спалювання ТПВ в печі з колосниковими ґратами або котлоагрегати на колосникових ґратах різних конструкцій;

2) спалювання ТПВ в киплячому шарі інертного матеріалу (зазвичай пісок певного розміру);

3) «Піроксел» – електрометалургійний, що включає сушку, піроліз ТПВ, обробку мінерального залишку спалювання в жужільному розплаві, а також пилогазоочистку димових газів;

4) процес в агрегаті типу печі Ванюкова – плавка в розплаві та ін.

В Україні практично відсутні сучасні сміттепереробні заводи, які дають можливість генерувати вторинну сировину та зменшувати обсяги захоронення відходів.

Наприклад, у Німеччині діє понад 400 сміттепереробних підприємств, галузь має річний оборот понад 200 млрд. євро. Вона зростає кожного року в середньому на 14% і забезпечує роботою 250 тис. людей. У Швеції щорічно переробляється понад 99% сміття, у Німеччині – понад 60%, у Польщі – 43%. А ось деякі невістішні факти в цифрах про стан переробки сміття в Україні (дослідження PwC – waste in Ukraine):

1. Із 6000 сміттєзвалищ і полігонів в Україні, лише 19 обладнані дегазаційними установками.

2. €6.8 за тону – вартість захоронення відходів в Україні. Вартість в десятки разів нижче, ніж у Європі, що призводить до незадовільного розвитку сектору переробки.

3. €45 (Europe = 5000 euro): максимальний штраф за порушення у сфері утилізації відходів в Україні.

4. 3% муніципального сміття переробляють, 94% захоронюють на звалищах або полігонах.

5. У 28 населених пунктах працюють 34 сортувальні лінії, у 17 населених пунктах будуються сортувальні комплекси; працюють 39 підприємств з переробки полімерів, 19 – з переробки пластикових пляшок, 16 – з переробки склобою, 44 компанії з переробки металу [6].

Отже, необхідність будівництва сміттепереробних заводів визначається їх наступними основними перевагами:

- високі технічні характеристики;
- компактність;
- надійна та ергономічна конструкція;
- тривалий термін експлуатації;
- автоматизація;
- гарантія виробника.

На теперішній час сміттепереробні заводи в Україні представлені чотирма об'єктами, побудованими наприкінці 1980-х років. До цього переліку входять зупинені сміттєспалювальні заводи (ССЗ) у Харкові та Севастополі, ССЗ у Дніпропетровську, а також Київський ССЗ «Енергія», який працює не на повну потужність. Виробничий процес даних підприємств не відповідає сучасним екологічним вимогам, а обладнання давно морально та фізично застаріло.

Тобто в Україні сьогодні працює один сміттєспалювальний завод «Енергія» в м. Київ. Проектна потужність його складає 350 тис. т на рік, фактично спалюється 250 тис. т. на рік. Завод був збудований у 1987 році, тоді ж було збудовано чотири котли чеської компанії Дукла. За період 2001–2004 рр. завод працював зі збитками. У 2005–2012 роках значно знизилася використання газу за рахунок операційних поліпшень. З 2013 року розроблена стратегія заводу, згідно з якою в три етапи має проходити його поступова модернізація: забезпечення повної загрузки заводу;

будівництво перемички; модернізація котлів з заміною електрофільтрів; капітальний ремонт кранів ТПВ та шлакових відходів; установка протитискової турбіни до трьох МВт; впровадження системи хімічної очистки димових газів. Для чого були впроваджені такі заходи:

1) на період 2004–2012 рр. була збільшена ефективність спалювання ТПВ за рахунок чотирьох факторів: установки системи збору інформації та контролю параметрів роботи установок; застосування системи гомогенізації ТПВ; удосконалення системи повітрянагрівачів; установки обладнання для радіаційного контролю сміття.

2) на період 2013–2014 рр. була забезпечена повна загрузка заводу за рахунок підписання меморандуму з перевізниками ТПВ та зниження тарифу на утилізацію ТПВ для заводу. Також було збудовано перемичку між заводом «Енергія» та зворотною тепломагістраллю ТМ-1 станції тепlopостачання «Позняки» (2 км); встановлено чотири теплообмінника потужністю по 13 Гкал кожний.

3) за 2015–2016 роки була здійснена модернізація двох котлів із заміною електрофільтрів: заміна екранів та водяних економайзерів; заміна обмурівки котла; заміна колосників валкових решіток; заміна електрофільтрів котлів. Вже реалізовані заходи значно покращили техніко-економічні показники роботи заводу. Наприклад, відпуск теплової енергії збільшився на 117% (у 2015 році кількість енергії сягала 166 тис. Гкал, а після реконструкції 360 тис. Гкал). Викиди шкідливих речовин також істотно зменшилися: викиди CO у 2015 році становили 235 мг/нм³, після реконструкції вони знизились до 50 мг/нм³; викиди оксидів азоту до модернізації становили 297 мг/нм³ та 200 мг/нм³ після реконструкції і т.д.

У 2023 р. в Житомирі запустили перший в Україні сміттепереробний завод, який збудували за кошти приватного інвестора, потужністю – 85 000 тон відходів на рік.

У 2021 році планувалося будівництво Херсонського сміттепереробного заводу.

У червні 2023 року тривало будівництво Березівського сміттепереробного заводу.

У жовтні 2023 року Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України запропонувало збудувати Полтавський сміттепереробний завод, який буде повністю утилізувати тверді побутові відходи. Такі заводи одночасно можуть з'явитися ще у Лубнах, Кременчуці, Кобеляках та Зінькові.

На стадії будівництва перебуває Львівський сміттепереробний завод. На 31 липня 2024 року готовність будівельної частини сміттепереробного заводу у Львові склала 65%. Запустити проєкт планували на початку 2025 року. Зокрема, запуск заводу збігатиметься з запуском у Львові адміністратора побутових відходів.

Також у 2024 році було заплановано будівництво Луцького сміттепереробного заводу.

У місті Одеса приділяється велика увага збору та переробці сміття, ця проблема постійно контролюється та аналізується. У 2018 р. розпорядженням мера було створено робочу групу з розробки моделі по поводженню з твердими побутовими відходами у місті Одесі, у 2019 році була розроблена модель по поводженню з твердими побутовими відходами. Однак, перешкоди через коронавірус, а потім початок війни з росією і пов'язані з цим фінансові та організаційні труднощі загальмували вирішення проблеми.

Разом з тим, постійно триває робота у напрямках пошуку алгоритму фінансування та реального проектування. На цей час з'явилася ясність з фінансуванням, проектуванням та моделями реалізації проєктів з переробки сміття у м. Одесі. Завдяки тому, що компанією Clear Energe розроблений проєкт повного циклу утилізації твердого побутового сміття (ТПС) до стадії зрідженого біометану з отриманням електричної генерації в 12 МВт і тепла до 70 МВт. Проєкт пройшов усі стадії технічної експертизи, підготовлено технічне завдання на будівництво комплексу (рис. 1).

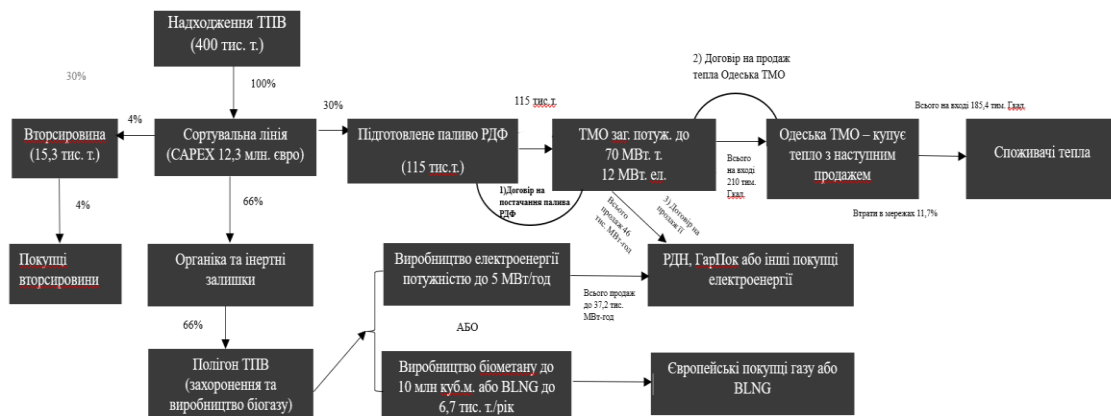


Рис. 1. Послідовність реалізації проєкту повного циклу утилізації твердого побутового сміття компанії Clear Energe
Джерело: розроблено авторами

Першим етапом реалізації проєкту стане спорудження сортувальної лінії потужністю 60 тон/год для підготовки відновленого палива з відходів – RDF (Refuse Derived Fuel). Потенційним майданчиком для будівництва такого комплексу може бути територія діючого полігону «Дальницькі кар'єри». Другим етапом для енергетичної утилізації сміття стане будівництво ТМО. Такий комплекс дозволить ефективно утилізувати вже підготовлене сміття та виробляти теплову і електричну енергію. З підготовленого обсягу RDF можливо встановити ТМО від німецького виробника або корейських альтернативних виробників загальною тепловою потужністю до 30 МВт теплових та до 12 МВт ел. Для такого проєкту необхідна земельна ділянка, що знаходиться поруч з тепловими та електричними мережами міста. Третім етапом буде будівництво системи з очистки біогазу та його зрідження для реалізації на ринку. Очікується, що потужність об'єкту по виробництву біометану становитиме до 10 млн. м³ на рік або ж 6,7 тис. т. зрідженого біометану (BLNG).

Проєкт пройшов усі стадії технічної експертизи, підготовлено технічне завдання на будівництво комплексу. У 2024 році цей проєкт було представлено на розгляд Одеській міськраді. При цьому основним питанням реалізації даного проєкту є форма інвестування та фінансування будівництва комплексу по поводженню з твердими побутовими відходами у м. Одесі.

Використання методології сценарного планування інвестиційних проєктів дає змогу оцінити варіанти управління та оцінки реалістичністю реалізації проєктів. Сценарне планування дозволило визначити не тільки пріоритетні варіанти

технологій переробки ТПВ, а й найбільш доцільні опції реалізації проєктів з переробки сміття у м. Одесі.

Відповідно, було запропоновано такі варіанти фінансування проєктів енергетичної утилізації ТПВ:

1. Фінансування з місцевого бюджету громади м. Одесі.
2. Приватне інвестування.
3. Грантове фінансування.

Згідно з першим варіантом громада повністю бере на себе фінансування реалізації проєкту, а також організаційну і супровідну роботу створюваного комунального підприємства.

Згідно з другим варіантом пропонується інвестиційна угода щодо приватного інвестування проєкту енергетичної утилізації ТПВ в м. Одесі. Інвестор, відповідно до умов інвестиційної угоди, бере на себе всі витрати на будівництво заводу з переробки ТПВ, а також стає власником створюваного підприємства. Інвестор бере на себе всю відповідальність щодо успішної реалізації проєкту (рис. 2).

Грантове фінансування може бути реалізованим на основі інвестиційних договорів на певних умовах участі у проєкті.

Нині розширюється енергетична підтримка України з боку партнерів (США та ЄС). Це дає можливість громаді Одеси у фінансовій підтримці проєкту на основі участі в енергетичних програмах та грантах.

Пряме кредитування з боку ЄБРР та інших кредитних установ у цьому дослідженні не розглядається.



Рис. 2. Загальна схема SWOT-аналізу за кожним із варіантів фінансування

Джерело: розроблено авторами

У кожного із перерахованих варіантів є власні переваги, недоліки та ризики реалізації проєкту енергетичної утилізації ТПВ в м. Одесі. На основі наявної інформації проведемо порівняльний аналіз варіантів, що пропонуються.

За кожним з варіантів, на основі проведеного SWOT-аналізу за алгоритмом наведеним на рис. 3 визначаються можливі ризики фінансування проєкту, а також формуються рекомендації щодо їх усунення.

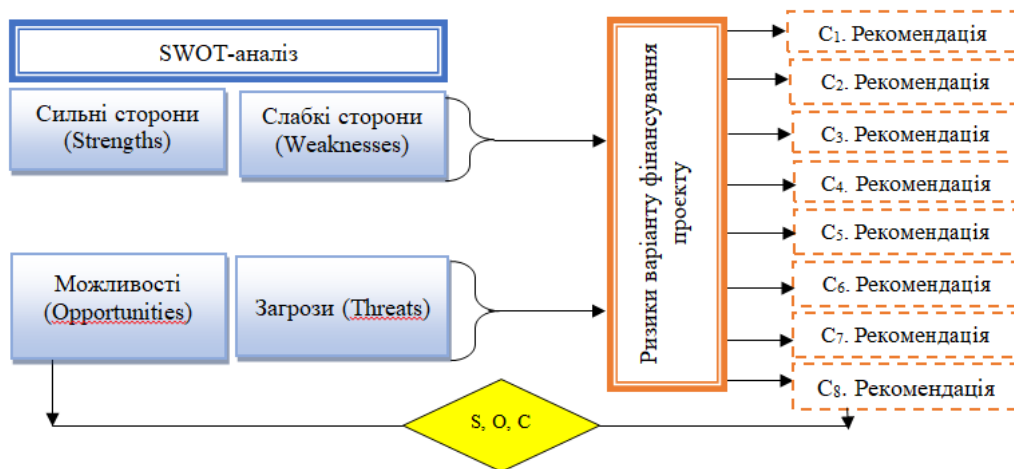


Рис. 3. Алгоритм визначення можливих ризиків варіантів фінансування проєкту, а також формування рекомендацій щодо їх усунення

Джерело: розроблено авторами

Розглянемо результати проведеного SWOT-аналізу за кожним із варіантів.

Як показує SWOT-аналіз варіанту фінансування з місцевого бюджету громади, слабкі сторони даного варіанту фінансування проєкту перевищують сильні, а загроз більше, ніж можливостей, що веде до певних ризиків реалізації проєкту, до основних із яких належать:

- дефіцит власних коштів громади та неможливість залучення кредитів;
- збільшення частки небезпечної складової твердих побутових відходів від воєнних дій;
- можливе збільшення обсягів фінансування проєкту, внаслідок помилок проєктування;
- можливе збільшення термінів реалізації проєкту внаслідок зміни термінів будівництва інвесторами та підрядниками;
- заморожування проєкту внаслідок помилок проєктування та несумлінності інвесторів та підрядників;
- збитки бюджету від згорання проєкту;
- збитки підприємства та бюджету від помилок проєктування проєкту під час експлуатації заводу;
- загрози знищення об'єктів проєкту внаслідок воєнних дій.

Відповідно до другого варіанту фінансування здійснюватиметься приватним інвестором, у зв'язку з цим й розглядається проєкт будівництва сучасного комплексу енергетичної утилізації побутових відходів у м. Одесі. Як показує SWOT-аналіз варіанту з приватного інвестування проєкту будівництва сучасного комплексу енергетичної утилізації побутових відходів у м. Одесі (на прикладі проєкту ТОВ «КЛІАР ЕНЕРДЖІ ГРУП») сильні сторони даного варіанту фінансування значно перевищують слабкі, а загроз менше, ніж можливостей, що

значно знижує ризики від реалізації проєкту. Ризиків реалізації цього варіанту фінансування проєкту менше, ніж у першому варіанті і вони, переважно, повторюються:

- можливе збільшення обсягів фінансування проєкту, внаслідок помилок проєктування;
- можливе збільшення термінів реалізації проєкту внаслідок зміни термінів будівництва інвесторами та підрядниками;
- заморожування проєкту внаслідок помилок проєктування та помилки підрядників;
- збитки підприємства та бюджету від помилок проєктування під час експлуатації заводу;
- збільшення частки небезпечної складової твердих побутових відходів від воєнних дій;
- загрози знищення об'єктів проєкту внаслідок воєнних дій.

Основною перевагою даного варіанту є те, що інвестор відповідно до проєкту, всі суб'єктивні ризики реалізації проєкту бере на себе.

У даному дослідженні не розглядається грантове фінансування, яке вимагає підготовки окремої заявки на участь у конкурсі на отримання інвестицій на будівництво сучасного комплексу енергетичної утилізації ТПВ у м. Одесі за відсутності умов для міжнародних установ та організацій (а саме дія воєнного часу на теренах України та його наслідки).

В даний час перерозподіл бюджету Одеської громади зі сформованих напрямів фінансування соціально-економічних потреб міста створить додаткові ризики реалізації проєкту з будівництва сучасного комплексу енергетичної утилізації побутових відходів.

Як свідчить проведений аналіз варіантів фінансування проєкту, найменш ризиковим з них є варіант приватного інвестування у проєкт будівництва сучасного комплексу енергетичної утилізації побутових відходів у м. Одесі (на прикладі проєкту ТОВ «КЛІАР ЕНЕРДЖІ ГРУП»).

Реалізація цього варіанту фінансування на основі переваг проєкту дозволить:

1. Кардинально зменшити обсяги ТПВ за рахунок впровадження сучасних технологій переробки запропонованих інвестором (400 тис. т на рік).
2. Суттєво зменшити площі земельних ділянок, відведених під полігони ТПВ.
3. Значно покращити екологію навколишнього середовища в Одеському регіоні.
4. Вивільнити кошти громади, які мали витратитися на фінансування проєкту, що надасть можливість збереження та збільшення розмірів фінансування програм соціально-економічного розвитку Одеської громади (економія бюджету понад 100 млн. дол.).
5. Гарантовано забезпечити м. Одесу теплом (204 тис. Гкал для отримання додаткової теплової потужності 20 МВт) та електроенергією (64 тис. МВт-год).
6. Створити нові робочі місця (планується задіяти понад 100 працівників виробництва та створити 200 робочих місць сервісної підтримки проєкту), підвищити рівень працевлаштування населення громади.
7. Суттєво збільшити надходження до бюджету громади податків ЕСВ, земельного податку, ПДФО, військового збору.

Висновки і перспективи подальших розробок. Узагальнюючи результати проведеного дослідження автори прийшли до наступних висновків.

Варіант фінансування з місцевого бюджету громади м. Одеса створить непосильне навантаження на фінансування програм соціально-економічного розвитку Одеської громади (додатково понад 100 млн. дол.).

В умовах воєнного стану фінансування будівництва сучасного комплексу енергетичної утилізації побутових відходів у м. Одесі доцільно забезпечити у форматі приватного інвестування з регулюванням його з боку громади у межах інвестиційного договору.

При цьому економіка інвестора дозволить оптимізувати терміни реалізації проєкту, оскільки є можливість максимально скоротити терміни окупності проєкту.

Інвестор показав позитивний, інженерний, технологічний та фінансовий досвід реалізації аналогічних проєктів в Україні.

Крім того, суттєвою перевагою приватного інвестування є і те, що інвестор бере на себе відповідальність за вчасне, якісне та в повному обсязі впровадження проєкту.

Для досягнення цілей та підвищення ефективності можливостей реалізації проєкту в інвестиційному договорі між громадою та інвестором відповідно, мають бути детально та конкретно прописані умови реалізації та функціонування створюваного комплексу енергетичної утилізації ТПВ в місті Одесі.

Таким чином, застосування методики визначення для міста Одеси оптимального способу фінансування будівництва комплексу по поводженню з твердими побутовими відходами та в результаті реалізації цього проєкту ТОВ «КЛІАР ЕНЕРДЖІ ГРУП» буде можливість створити реальне стабільне енергозабезпечення м. Одеси внутрішнім джерелом електрогенерації, який одночасно радикально поліпшить стан екологічного довкілля. Органи місцевого самоврядування отримають потужний інструмент як відповідального відношення до твердих побутових відходів так і моніторингу відновлювання енергетики міста Одеси.

Література

1. Програма поводження з твердими побутовими відходами у Східноукраїнському національному університеті імені Володимира Даля на 2022–2028 роки. URL: <https://snu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/04/PROGRAMA-povodzhennya-z-TPV-v-SNU-im-V-Dalya.pdf> (дата звернення: 25.11.2024).
2. Петрук В. Г., Мудрак О. В. *Про стан організації інтегрованого управління та поводження з твердими побутовими відходами у м. Вінниці та Вінницькій області*. Зведений звіт ЄС. Вінниця. 2006. 91 с.
3. Петрук В. Г. та ін. *Управління та поводження з відходами. Тверді побутові відходи*. Вінниця : ВНТУ. 2015. 100 с.
4. Хоменко І. О. *Методологічні основи кластеризації транспортної галузі* : монографія. Київ : ВД «Кондор», 2015. 300 с.
5. Попова Ю. М., Свистун Л. А., Панасенко Д. І. Публічне управління твердими побутовими відходами: іноземний досвід. *Modern Economics*. 2019. № 15. С. 153–158. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V15\(2019\)-22](https://doi.org/10.31521/modecon.V15(2019)-22).
6. *Переробка сміття в Україні: обладнання для екологічної безпеки держави* / Компанія «Консорт» : сайт. URL: <https://konsort.com.ua/pererobka-smitty-a-v-ukrayini/?srsltid=AfmBOoo-5NraD7ZtfLlA4ob7pIqC9UIF-PgTbSuTI8MN5E8yVsSUJag0> (дата звернення: 27.11.2024).

7. Стручок В., Мудра Д. *Дослідження проекту національного плану управління відходами в Україні до 2030 року щодо проведення інфраструктурних заходів з перероблення твердих побутових відходів*. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/28196/2/XXI_NK_2019_Struchok_V-Research_of_the_project_145-147.pdf (дата звернення: 28.11.2024).
8. *Про управління відходами*: Закон України № 2320-IX від 20.06.2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#n802> (дата звернення: 29.11.2024).
9. *Проекти зі сміттєпереробки в Україні* / Консалтингова компанія «Сейл Прайс Компані» : сайт. URL: http://www.saleprice.com.ua/ua/publications/waste_processing_projects.html (дата звернення: 29.11.2024).

References

1. *Program for solid waste management at the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University for 2022–2028* [Programa povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy u Skhidnoukrainskomu natsionalnomu universyteti imeni Volodymyra Dalia na 2022–2028 roky]. Retrieved from: <https://snu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/04/PROGRAMA-povodzhennya-z-TPV-v-SNU-im-V-Dalya.pdf> [in Ukrainian]
2. Petruk, V. G., & Mudrak, O. V. (2006). *On the state of integrated management organization and solid household waste management in the Vinnytsia city and Vinnytsia region. Consolidated EU report* [Pro stan orhanizatsii intehrovanoho upravlinnia ta povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy u m. Vinnytsi ta Vinnytskii oblasti], Vinnytsia, 91 s. [in Ukrainian]
3. Petruk, V. G. et al. (2015). *Waste management and handling. Solid household waste* [Upravlinnia ta povodzhennia z vidkhodamy. Tverdi pobutovi vidkhody], VNTU, Vinnytsia, 100 s. [in Ukrainian]
4. Khomenko, I. O. (2015). *Methodological foundations of clustering the transport industry: monograph* [Metodolohichni osnovy klasteryzatsii transportnoi haluzi: monohrafiia], Condor Publishing House, Kyiv, 300 s. [in Ukrainian]
5. Popova, Yu. M., Svystun, L. A., & Panasenko, D. I. (2019). *Public management of solid household waste: foreign experience* [Publichne upravlinnia tverdymy pobutovymy vidkhodamy: inozemnyi dosvid], *Modern Economics*, No. 15, s. 153–158. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V15\(2019\)-22](https://doi.org/10.31521/modecon.V15(2019)-22) [in Ukrainian]
6. *Waste processing in Ukraine: equipment for the environmental safety of the state* [Pererobka smittia v Ukraini: obladnannia dlia ekolohichnoi bezpeky derzhavy], Kompaniia «Konsort»: sait. Retrieved from: <https://konsort.com.ua/pererobka-smittia-v-ukrayini/?srsrtid=AfmBOoo-5NraD7ZtflLA4ob7pIqC9UIF-PgTbSuTI8MN5E8yVsSUJag0> [in Ukrainian]
7. Struchok, V., & Mudra, D. *Research on the draft national waste management plan in Ukraine until 2030 regarding the implementation of infrastructure measures for the processing of solid household waste* [Doslidzhennia proektu natsionalnogo planu upravlinnia vidkhodamy v Ukraini do 2030 roku shchodo provedennia infrastrukturykh zakhodiv z pereroblennia tverdikh pobutovykh vidkhodiv]. Retrieved from: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/28196/2/XXI_NK_2019_Struchok_V-Research_of_the_project_145-147.pdf [in Ukrainian]
8. *On waste management*: Law of Ukraine, No. 2320-IX, 20.06.2022 [Pro upravlinnia vidkhodamy: Zakon Ukrainy, No. 2320-IX, 20.06.2022]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#n802> [in Ukrainian]
9. *Waste processing projects in Ukraine* [Proekty zi smittiepererobky v Ukraini], Consulting Company «Sale Price Company»: website. Retrieved from: http://www.saleprice.com.ua/ua/publications/waste_processing_projects.html [in Ukrainian]