

УДК 330.131.5:502.174:005.932

Аліна Петрівна КОДЖЕБАШ

здобувач, Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України,
м. Одеса, e-mail: alinakod130@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8161-632X>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Коджебаш, А. П. *Ефективність транспортно-логістичної системи управління відходами в контексті розвитку циркулярної економіки*. Вісник соціально-економічних досліджень : зб. наук. праць / За ред. : М. І. Зверякова (голов. ред.) та ін. Одеса : Одеський національний економічний університет. 2019. № 1 (69). С. 97–106.

Анотація. У статті розглядаються питання поступового перетворення традиційної лінійної економіки на економіку замкненого циклу, що потребують урахування ролі транспортної логістики в системі управління відходами – посередника та універсального засобу приведення в дію реальних механізмів управління відходами на принципах інноваційності та відповідальності на шляху до сталого розвитку. Мета дослідження полягає в обґрунтуванні та розробці пропозицій щодо вдосконалення підходів до аналізу економіко-екологічної ефективності транспортно-логістичної системи управління відходами у контексті розвитку економіки замкненого циклу. Проведене порівняння статистичних даних (за структурою відходів, обсягом їх утворення за галузями тощо) свідчить про існування певних проблемних питань у галузі поводження з відходами в Україні та інших країнах світу. Подальшого розвитку набув організаційно-економічний зміст поняття транспортно-логістичної системи поводження з відходами як сукупності організаційно-економічних, екологічних та інших складових і чинників переміщення відходів із пунктів їх утворення, збору чи сортування в місце призначення за оптимальною за критеріями максимізації доходу, обсягу вантажу, економії часу, витрат і мінімізації шкоди довкіллю схемою маршрутів. Обґрунтовано вектори економіко-екологічного розвитку транспортно-логістичної системи на площині ефективності відповідального поводження з відходами, в основу визначення якої покладено принципи екологічної сталості та збалансованості, соціальної відповідальності та замкненості економічного циклу виробництва, споживання та утворення відходів. Запропоновано підхід щодо застосування транспортної задачі в сфері управління відходами з урахуванням сумарних величин попиту та пропозиції на них, а також класифікацію збитків, пов'язаних із транспортуванням у сфері поводження з відходами.

Ключові слова: поводження з відходами; економіко-екологічна ефективність; вектор розвитку; транспортна задача; логістика; екологічні збитки.

Алина Петровна КОДЖЕБАШ

соискатель, Институт проблем рынка и экономико-экологических исследований НАН Украины,
г. Одесса, e-mail: alinakod130@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8161-632X>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Коджебаш, А. П. *Эффективность транспортно-логистической системы управления отходами в контексте развития циркулярной экономики*. Вестник социально-экономических исследований : сб. науч. трудов / Под ред. : М. И. Зверякова (глав. ред.) и др. Одесса : Одесский национальный экономический университет. 2019. № 1 (69). С. 97–106.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы постепенного превращения традиционной линейной экономики в экономику замкнутого цикла, требующих учета роли транспортной логистики в системе управления отходами – посредника и универсального средства приведения в действие реальных механизмов управления отходами на принципах инновационности и ответственности на пути к устойчивому развитию. Цель исследования заключается в обосновании и разработке предложений по совершенствованию подходов к анализу экономико-экологической эффективности транспортно-логистической системы управления отходами в контексте развития экономики замкнутого цикла. Проведенное сравнение статистических данных (о структуре отходов, объеме их образования по отраслям и др.) свидетельствует о существовании определенных проблемных вопросов в области обращения с отходами в Украине и других странах мира. Дальнейшее развитие получило организационно-экономическое содержание понятия транспортно-логистической системы обращения с отходами, как совокупности организационно-экономических, экологических и других составляющих, и факторов перемещения отходов из пунктов их образования, сбора или

сортировки в место назначения по оптимальной по критериям максимизации дохода, объема груза, экономии времени, затрат и минимизации ущерба окружающей среде схеме маршрутов. Обоснованы векторы экономико-экологического развития транспортно-логистической системы на основе эффективности ответственного обращения с отходами, в основу определения которой положены принципы экологической устойчивости и сбалансированности, социальной ответственности и замкнутости экономического цикла производства, потребления и образования отходов. Предложен подход к применению транспортной задачи в области управления отходами с учетом суммарных величин спроса и предложения на них, а также классификация ущерба, связанного с транспортировкой в сфере обращения с отходами.

Ключевые слова: обращение с отходами; экономико-экологическая эффективность; вектор развития; транспортная задача; логистика; экологический ущерб.

Alina KODZHEBASH

Postgraduate Student, Institute of Market Problems and Economic & Ecological Research of the National Academy of Sciences of Ukraine, Odessa, e-mail: alinakod130@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8161-632X>

EFFICIENCY OF TRANSPORT AND LOGISTIC WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE CONTEXT OF CIRCULAR ECONOMY DEVELOPMENT

Kodzhebash, A. (2019). *Efficiency of transport and logistic waste management system in the context of circular economy development*. Ed.: M. Zvieriakov (ed.-in-ch.) and others [Efektivnist transportno-lohistychnykh protsesiv upravlinnia vidkhodamy v konteksti rozvytku tsyrukuliarnoi ekonomiky; za red.: M. I. Zvieriakova (gol. red.) ta in.], Socio-economic research bulletin, Visnyk social'no-ekonomichnich doslidzen' (ISSN 2313-4569), Odessa National Economic University, Odessa, No. 1 (69), pp. 97–106.

Abstract. The article considers the issues of gradual transformation of the traditional linear economy to circular economy, which require taking into account the role of transport logistics in the waste management system – an intermediary and universal means of activating the real waste management mechanisms based on the innovation and responsibility principles towards sustainable development. The purpose of research is to substantiate and develop proposals for improving approaches to analysis of economic and environmental efficiency of the transport and logistics waste management system in the context of closed-cycle economy development. The comparison of statistical data that was conducted (about the structure of waste, the volume of waste formation by industry, etc.) testifies to the existence of certain problematic issues in the field of waste management in Ukraine and other countries of the world. The organizational and economic content of transport and logistics waste management system concept was further developed, as a combination of organizational, economic, environmental and other components and factors of waste transportation from the points of their formation, collection or sorting in the destination according to the optimal route scheme, which meets the criteria of maximizing income and cargo volume, saving time, costs and minimizing environmental damage. The vectors of economic and environmental development of the transport and logistics system on the efficiency plane of responsible waste management, based on the principles of environmental sustainability and balancing, social responsibility and circularity of production, consumption and waste generation economic cycle, are substantiated. An approach to the transportation task application in the waste management field is proposed, taking into account the total values of supply and demand for them, and also the damage classification, which associated with transportation in the waste management sphere.

Keywords: waste management; economic and ecological efficiency; development vector; transport task; logistics; environmental damage.

JEL classification: O130; Q300; R400; C440

DOI: [https://doi.org/10.33987/vsed.1\(69\).2019.97-106](https://doi.org/10.33987/vsed.1(69).2019.97-106)

Постановка проблеми у загальному вигляді. Циркулярна (замкненого циклу) економіка як наукова ідея та один із провідних векторів розвитку суспільства не є надбанням виключно останніх новітніх досліджень у галузі економіки природокористування чи екологічної економіки. Фактично, з самого початку зародження економіко-екологічних поглядів на природу взаємовідносин довкілля та людей з їх техногенною діяльністю (виникнення прообразу сталого розвитку – лейтмотиву сьогоденного етапу еволюції соціуму), логічною та водночас революційною була думка про те, що необхідно повертати природі те, що ми в неї, а отже й у самих себе та у наших майбутніх поколінь забираємо.

Йдеться про природні ресурси, які в процесі їх залучення до виробництва та споживання перетворюються на відходи, що потім, як, наприклад, в Україні, транспортуються на полігони чи звалища – кінцевий пункт їх життєвого циклу. Звісно, що жодна сучасна країна не може продовжувати таку хижацьку політику, а тому необхідні суттєві зміни, зокрема, у рамках осмислення та запуску моделі циркулярної економіки. За цих умов її поєднання з організаційно-економічними новаціями в транспортній логістиці, дозволить і в найближчі роки не тільки скоротити рівень утворення відходів і забруднення довкілля, але й, реалізуючи поетапний сценарій відповідального поводження з відходами, одержати позитивні показники економіко-екологічної ефективності.

Аналіз досліджень і публікацій останніх років. Економіка замкненого циклу може працювати ефективно за умови її забезпечення інституційними та адміністративними інструментами, що відображено у працях Б. В. Буркинського, А. І. Мартієнко та Н. І. Хумарової [1; 2]. При прийнятті управлінських рішень у сфері природокористування, економіки вторинних ресурсів варто ураховувати конфліктну складову за допомогою методів економіко-математичного моделювання, – роботи М. Петрушенка, Л. Гриценко, К. Дахер [3; 4]. Особливості управління відходами в рамках циркулярної економіки докладно викладені у дослідницькому звіті Європейського Парламенту [5], а також наведені в працях, авторами яких є: Н. Ферронато (N. Ferronato), Е. К. Рада (E. C. Rada), М. А. Горітті Портілло (M. A. Gorrity Portillo) та ін. [6] – при проведенні порівняльного аналізу ситуації з відходами в регіонах, що розвиваються; З. Аллам (Z. Allam) і Д. С. Джонс (D. S. Jones) [7] – при обґрунтуванні застосування пластикових відходів у будівництві житла; Б. Б. Айантойнбо (B. B. Ayantoinbo) та О. О. Адепойю, (O. O. Adepoju) [8] – при вивченні чинників ефективності логістики відходів у мегаполісі.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Водночас питання поступового перетворення традиційної лінійної економіки на економіку замкненого циклу та врахування при цьому ролі транспорту в системі управління відходами, а також пошук нових можливостей транспортної логістики потребують подальшого вивчення та більшої уваги з боку як науковців, так і осіб, які приймають управлінські рішення. Саме транспортна логістика може стати тим незаангажованим «посередником» і водночас універсальним засобом приведення в дію реальних механізмів управління відходами на принципах інноваційності та відповідальності на шляху до сталого розвитку, чистого довкілля, здорового населення та естетичних ландшафтів.

Постановка завдання. Виходячи з вищезазначеного, мета дослідження, відображеного у статті, полягає в обґрунтуванні та розробці пропозицій щодо вдосконалення теоретико-методичних підходів до аналізу економіко-екологічної ефективності транспортно-логістичної системи управління відходами в контексті становлення та розвитку економіки замкненого циклу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Статистичні дані, що свідчать про існування певних проблемних питань у галузі поводження з відходами в Україні та інших країнах світу (наведені нижче у табл. 1–4 дані – за 2016 рік) підтверджують побоювання світової спільноти щодо можливих реальних загроз у майбутньому.

Розвиток української сфери поводження з відходами за позицією уряду [9] ґрунтується на принципах економіки замкненого циклу та стандартах ЄС [10; 11]. При цьому Україна станом на 2019 рік знаходиться чи не в найгіршій економічній ситуації серед усіх країн Європи, має шанс відразу перейти до етапу формування циркулярної моделі економіки. Тобто не варто повторювати увесь шлях Європейського Союзу, економіка якого й наразі значною мірою є лінійною, що призводить до негативних впливів на довкілля та здоров'я людей, які можна було б відвернути, а також до неефективного використання природних ресурсів і надмірної залежності від ресурсів за межами Європи [11, с.7]. При цьому сьома програма дій ЄС з навколишнього середовища (7 EAP [12]) закликає об'єднану Європу та кожену країну до створення взаємопов'язаної ресурсно-ефективної та низько-вуглецевої економіки.

Таблиця 1

Склад (структура) відходів в Україні та деяких інших країнах, %
(складено автором за даними [13])

Показник	Країна				
	Україна	Естонія	Аргентина	Зімбабве	Японія
Харчові відходи, %	37,00	36,70	38,74	36,00	36,00
Скло, %	5,00	8,30	3,16	5,00	5,00
Метал, %	4,00	2,60	1,84	6,00	4,00
Папір, %	25,00	17,50	13,96	27,00	33,00
Пластик, %	7,00	18,60	14,61	23,00	11,00
Інші відходи, %	22,00	15,90	15,36	3,00	6,00

Таблиця 2

Утворення відходів за галузями в Україні та деяких інших країнах
(складено автором за даними [13])

Показник	Країна				
	Україна	Малайзія	Іспанія	Іран	Алжир
Всього, тонн/рік	15 050 327	13 723 342	20 361 483	17 653 936	12 378 740
Всього (прогноз 2030), тонн/рік	17 542 697	18 235 817	21 226 169	21 303 899	16 319 973
Всього (прогноз 2050), тонн/рік	19 940 299	23 733 545	21 829 247	25 597 026	21 171 891
Агрокультурні відходи, тонн/рік	8 600 000	42 000 000	8 058 640	16 049 000	–
Відходи будівництва та знесення, тонн/рік	1 400 000	–	52 155 411	80 000 000	11 000 000
Електронні відходи, тонн/рік	277 000	280 000	1 202 597	630 000	252 000
Промислові відходи, тонн/рік	587 000	831 835	–	30 000 000	2 547 000

Таблиця 3

Утворення відходів на душу населення в Україні та деяких інших країнах
(складено автором за даними [13])

Показник	Країна				
	Україна	Словаччина	ПАР	Японія	Коста-Ріка
На душу населення, кг/ос./доба	0,93	0,91	0,98	0,95	0,86
На душу населення (прогноз 2030), кг/ос./доба	1,17	1,03	1,15	1,01	0,98
На душу населення (прогноз 2050), кг/ос./доба	1,50	1,18	1,39	1,09	1,13
Покриття збору відходів, % населення	75,86	–	–	99,90	90,40

У роботі [14] обґрунтовано чинники, які сприяють розвитку важливої підсистеми управління відходами, що складається із транспортно-логістичних процесів і операцій та спрямована на посилення мотивованості учасників галузі. Ураховуючи також погляди, викладені в джерелі [15], пропонуємо під транспортно-логістичною системою поведінки з відходами розуміти сукупність взаємопов'язаних організаційно-економічних, інноваційно-технологічних, управлінських та екологічних складових (підсистем і матеріальних та

інформаційних потоків) і чинників переміщення відходів із пунктів їх утворення, збору чи сортування в місце призначення (підприємство, організацію-посередник, полігон тощо) за оптимальною за критеріями максимізації доходу, обсягу вантажу, економії часу, витрат і мінімізації шкоди довікллю схемою маршрутів. Напрями (вектори) її економіко-екологічного розвитку схематично відображені на рис. 1.

Таблиця 4

Переробка та утилізація відходів в Україні та деяких інших країнах

(складено автором за даними [13])

Показник	Країна				
	Україна	Австралія	Канада	Катар	Румунія
Спалювання, %	2,73	9,77	3,00	4,00	2,37
Захоронення, %	94,07	48,87	72,33	93,00	71,96
Рециклінг, %	3,20	42,10	20,59	3,00	5,67

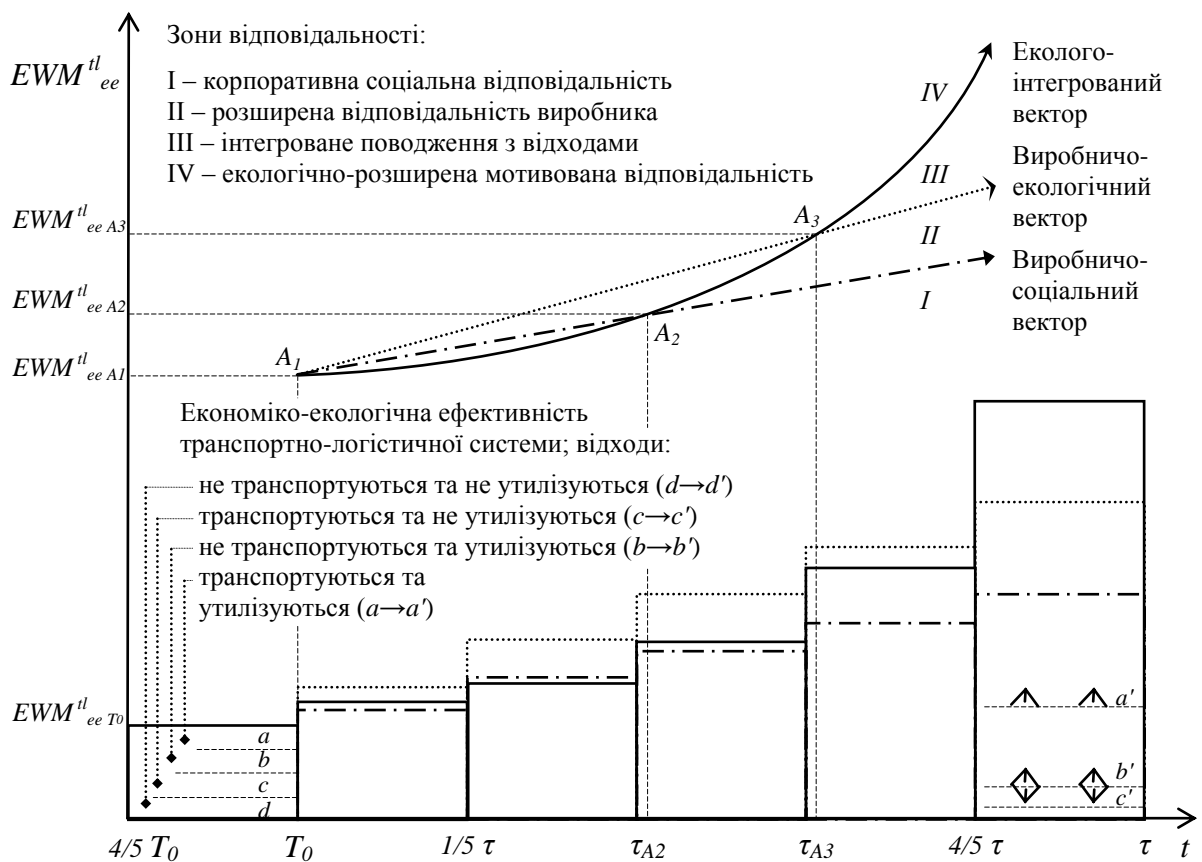


Рис. 1. Вектори економіко-екологічного розвитку транспортно-логістичної системи на площині ефективності відповідального поведіння з відходами (розроблено автором)

На рис. 1 в узагальненому вигляді представлено перспективи розвитку галузі поведіння з відходами залежності від зони відповідальності за їх утворення й управління ними та підходів щодо застосування транспортно-логістичної системи. Кожен зі знайдених трьох векторів розвитку має свої переваги та недоліки з урахуванням часового фактора. З орієнтацією на потреби майбутніх поколінь доцільно вже на початковому етапі прийняття стратегічних управлінських рішень обрати еколого-інтегрований вектор розвитку, що знаходиться на «перетині» зон відповідальності III й IV, відповідно: інтегрованого поведіння з відходами та екологічно-розширеної мотивованої відповідальності.

В основу визначення економіко-екологічної ефективності досліджуваної системи (формула 1) покладено принципи екологічної сталості та збалансованості, соціальної

відповідальності та замкненості економічного циклу виробництва, споживання та утворення відходів, описані в роботах [1–3; 5; 10–12], а також рекомендації щодо побудови економіко-математичної моделі в роботі [4].

Отже,

$$EWM_{ee_{T_0+\tau}}^{tl} = \frac{\sum_{w=a}^d \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij}^w (\Delta E_{ij}^w + \Delta C_{ij}^w + \Delta D_{ij}^w + \Delta S_{ij}^w)}{\sum_{k=1}^v (I_g + I_d + I_f)_k \cdot \mu_k \cdot (1+r)^{-\tau}} \geq EWM_{ee_{T_0}}^{tl}, \quad (1)$$

де EWM_{ee}^{tl} – економіко-екологічна ефективність транспортно-логістичної системи поводження з відходами (з індексами: $T_0+\tau$ – у періоді реалізації проекту; T_0 – у базовому періоді);

w_{ij}^w – маса відходів i ($i=1, \dots, n$), що транспортується (використовується) за пунктом призначення (напрямом) j ($j=1, \dots, m$); верхній індекс w – один із чотирьох режимів управління відходами (від a до d) за критеріями транспортування/не транспортування, утилізація/не утилізація;

ΔE_{ij}^w – різниця між можливим ефектом і можливим зниженням ефекту в інших галузях (наприклад, в енергетиці), що виникає внаслідок транспортно-логістичних операцій із відходами i за напрямом j ;

ΔC_{ij}^w – різниця між можливою економією витрат споживача (за умови утилізації відходів i за напрямом j , зокрема, на знешкодження та зберігання відходів, які б утворилися при виробництві замінюваної відходами первинної сировини) та додатковими витратами споживача, зокрема, транспортними витратами, що пов'язані з утилізацією відходів тощо;

ΔD_{ij}^w – різниця між попередженими у результаті транспортно-логістичних операцій із відходами i за напрямом j екологічними збитками, які були б завдані у результаті неутилізації відходів і залишковими збитками, що завдані невикористаною часткою відходу i за варіантом j ;

ΔS_{ij}^w – різниця між одержаним соціальним (більш широко – соціально-психологічним, естетичним, морально-етичним тощо) ефектом, попередженими соціальними збитками внаслідок упровадження транспортно-логістичних операцій у сфері поводження з відходами та залишковими соціальними збитками (наприклад, естетичні збитки, погіршення ментального здоров'я людей унаслідок споглядання, усвідомлення та переживання деградації ландшафту), завданими невикористаною часткою відходу i , варіант j ;

I_g – сумарні державні інвестиції в сферу поводження з відходами (цільові державні інвестиції; наприклад, кошти, акумульовані внаслідок штрафування у сфері поводження з відходами, «повернені» в цю сферу);

I_d – сумарні внутрішні інвестиції в сферу поводження з відходами, як від юридичних, так і від фізичних осіб;

I_f – сумарні іноземні інвестиції в сферу поводження з відходами (у тому числі гранти міжнародних організацій, інвестування приватного капіталу тощо);

k ($k=1, \dots, v$) – напрями інвестування в сферу поводження з відходами;

μ_k – відсоток інвестицій у транспортно-логістичну систему в сфері поводження з відходами;

τ – кількість років інвестиційного проекту, спрямованого на розвиток транспортно-логістичної системи в галузі поводження з відходами;

r – норма дохідності проекту.

Традиційно поряд з емпіричними та експертними методами додатковий ефект надають економіко-математичні методи, зокрема, з метою розвитку викладеного вище підходу (формула 1) – методи лінійного та нелінійного програмування, обґрунтування та прийняття управлінських рішень. Згідно з класичним підходом щодо застосування транспортної задачі до

вирішення важливих питань соціально-економічного розвитку [16], у сфері поводження з відходами вона традиційно полягає в обґрунтуванні найбільш економічного плану перевезення різномірних відходів із пунктів їх утворення (знаходження) в пункти призначення (використання, захоронення тощо). Акцентуючи увагу на тому, що ми розглядаємо складне економіко-екологічне питання, що може бути відображене лише у відкритій транспортній моделі (на противагу замкненій), формалізація задачі полягає в такому [16, с.9–13]:

- наявні m пунктів утворення відходів (W_1, \dots, W_m) і n пунктів їх призначення (W^D_1, \dots, W^D_n);
- обсяги утворення відходів за кожним пунктом – W_i (завдання дещо ускладнюється, якщо враховувати за кожним пунктом різновиди відходів), а також обсяги відходів, які приймають пункти призначення – W^D_j ; при цьому одиниці вимірювання (тонни, фури, штуки тощо) мають співпадати;
- обсяги відходів, які транспортуються із пункту W_i в пункт W^D_j – w_{ij} ;
- транспортні витрати в їх широкому (прямому економічному та/чи умовному) розумінні (собівартість, відстань, тариф, час, витрати палива тощо) – c_{ij} , пов'язані з перевезенням відходів із пункту W_i в пункт W^D_j ;
- сумарна пропозиція кількості утворених відходів (певних видів, правильно відсортованих тощо) може не відповідати попиту на них; завдяки правильній організації перевезень можна задовольнити потребу (або необхідність утилізації чи захоронення) у відходах найбільш важливих пунктів їх призначення при мінімізації сумарних транспортних витрат.

Отже, транспортну задачу в сфері поводження з відходами можна записати таким чином:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} \cdot w_{ij} + \sum_{j=1}^n d_j^w \cdot w_j^{nt} \rightarrow \min, \quad (2)$$

за умови:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n w_{ij} \leq w_i \\ \sum_{i=1}^m w_{ij} \leq w_j^D \\ w_j^{nt} = w_j^D - \sum_{i=1}^m w_{ij} \\ 0 \leq w_{ij} \leq w_{ij}^l \end{array} \right. \quad (3)$$

де d_j^w – величина збитків, які виникають у результаті незадоволення запитів пункту W^D_j на одну одиницю відходів;

w_j^{nt} – різниця між потребами пункту W^D_j та поставками відходів у цей пункт;

w_{ij}^l – гранична кількість відходів, яка може бути транспортована за комунікацією $W_i W^D_j$ протягом певного часу.

При цьому збитки, пов'язані з транспортуванням і складуванням (логістикою) відходів (а також більш широко, охоплюючи релевантні проблеми відходів взаємозв'язки типу «транспорт – довкілля»), варто класифікувати за такими критеріями:

- засіб вирішення проблеми / проблема, яку треба вирішувати: транспорт як засіб вирішення проблеми з відходами (попереджені екологічні збитки); транспорт як джерело утворення відходів і забруднення (прямі екологічні збитки);
- вид транспорту та його основний вплив на компоненти довкілля: автотранспорт – повітря, ґрунт; морський і річковий транспорт – водні ресурси, пляжі та інші рекреаційні ресурси тощо (прямі екологічні збитки; при цьому ситуаційна взаємозамінність видів транспорту може попередити частину екологічних збитків);

- винуватці збитків і ті, хто компенсує збитки, з урахуванням їх інтерналізації: визначення винуватців екологічних збитків і контроль за виконання ними штрафних санкцій;
- рівень транспортно-логістичної системи у сфері поводження з відходами: міжнародний, міжрегіональний, національний, регіональний, локальний;
- аспекти, що визначають характер збитків: економічні, екологічні, соціальні збитки, пов'язані з транспортуванням відходів;
- фактор часу: одноразові, перманентні; циклічно повторювані збитки, пов'язані з транспортуванням відходів;
- якість наданих послуг щодо транспортування відходів і управління ними: витрати, пов'язані з контролем виконання, забезпеченням гнучкості роботи, відповідного рівня надання транспортних та інших послуг тощо.

Висновки і перспективи подальших розробок. У результаті проведеного аналізу чинників розвитку транспортно-логістичної системи управління відходами можна зробити такі висновки: порівняння статистичних даних (структура відходів, обсяг утворення відходів за галузями, переробка та утилізація відходів) свідчить про існування певних проблемних питань у галузі поводження з відходами в Україні та інших країнах світу. Подальшого розвитку набув організаційно-економічний зміст поняття транспортно-логістичної системи поводження з відходами. Обґрунтовано вектори економіко-екологічного розвитку транспортно-логістичної системи на площині ефективності відповідального поводження з відходами, в основу визначення якої покладено принципи екологічної сталості та збалансованості, соціальної відповідальності та замкненості економічного циклу виробництва, споживання та утворення відходів. Запропоновано підхід щодо застосування транспортної задачі в сфері управління відходами з урахуванням сумарних величин попиту та пропозиції на них, а також класифікацію збитків, прямо та/чи опосередковано пов'язаних із транспортуванням у сфері поводження з відходами.

Перспективи подальших розробок пов'язані з розширенням підходів до застосування задачі транспортного типу залежно від виду відповідальності та формалізації цільової функції «мінімізація витрат / максимізація результату» управління відходами, а також розробкою організаційно-економічного мотиваційного інструментарію як складової транспортно-логістичної системи відповідального поводження з відходами в Україні.

Література

1. Буркинський Б. В., Мартієнко А. І., Хумарова Н. І. *Інституційні аспекти адміністрування сфери природокористування в Україні*. Економіка України. 2016. № 1. С. 72–83.
2. Martienko A., Khumarova N. *Improvement of the administration system in the field of natural resources use*. Economics. Ecology. Socium. 2017. № 1 (1). Pp. 71–81.
3. Петрушенко М. М. *Економічні ігри проти природи : модель прийняття рішень у сфері управління екологічними конфліктами*. Бізнес Інформ. 2012. № 4. С. 130–132.
4. Hrytsenko L., Petrushenko M., Daher K. *The necessity of socio-ecological modification of two-tier economic model of secondary resources management in Ukraine*. Socio-Economic Challenges, 2017. No. 1. Pp. 68–76. DOI: <https://doi.org/10.21272/sec.2017.1-08>.
5. *Towards a circular economy – waste management in the EU* / European Parliamentary Research Service. Brussels : STOA, 2017. 134 p. DOI: <https://doi.org/10.2861/978568>.
6. Ferronato N., Rada E. C., Gorrity Portillo M. A., Cioca L. I., Ragazzi M., Torretta V. *Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization*. Journal of environmental management. 2019. No. 230. Pp. 366–378. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.095>.
7. Allam Z., Jones D. S. *Towards a circular economy: A case study of waste conversion into housing units in Cotonou, Benin*. Urban Science. 2018. No. 2 (118). 19 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/urbansci2040118>.
8. Ayantoyinbo B. B., Adepoju O. O. *Analysis of solid waste management logistics and its attendant challenges in Lagos Metropolis*. Logistics. 2018. No. 2 (2). 11 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics2020011>.

9. Уряд схвалив Нацплан управління відходами до 2030 року, – Геннадій Зубко / Урядовий портал, 20 лютого 2019. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/uryad-shvaliv-nacplan-upravlinnya-vidhodami-do-2030-roku-gennadij-zubko> (дата звернення: 12.02.2019).
10. *New EU environmental standards for waste treatment* / European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law. URL: <https://www.impel.eu/new-eu-environmental-standards-for-waste-treatment> (дата звернення: 12.02.2019).
11. *Circular economy. Closing the loop. An ambitious EU circular economy package* / European Commission. URL: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm (дата звернення: 10.02.2019).
12. *Environmental Action Programme to 2020* / European Commission. URL: <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/index.htm> (дата звернення: 08.02.2019).
13. *What a waste 2.0 : A global snapshot of solid waste management to 2050* / The World Bank. URL: <http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste> (дата звернення: 17.01.2019).
14. Kodzhebash A., Krivencev A. *Transport and logistic components of waste management strategies in the context of implementing resource-saving and environmental policy*. Economics. Ecology. Socium. 2018. No. 2 (4). Pp. 91–102. DOI: <https://doi.org/10.31520/2616-7107/2018.2.4>.
15. *Транспортна логістика* / Вікіпедія : вільна енциклопедія : сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Транспортна_логістика (дата звернення: 15.01.2019).
16. Гольштейн Е. Г., Юдин Д. Б. *Задачи линейного программирования транспортного типа*. Москва : Наука, 1969. 382 с.

References

1. Burkinsky, B. V., Martiyenko, A. I., Khumarova, N. I. (2016). *Institutional aspects of administration of the sphere of nature management in Ukraine* [Instytutsiini aspekty administruvannya sfery pryrodokorystuvannya v Ukraini], *Ekonomika Ukrainy*, No. 1, s. 72–83 [in Ukrainian]
2. Martienko, A., Khumarova, N. (2017). *Improvement of the administration system in the field of natural resources use*, *Economics. Ecology. Socium*, No. 1 (1), pp. 71–81.
3. Petrushenko, M. M. (2012). *Economic games against nature: the model of decision making in the field of environmental conflict management* [Ekonomichni ihry proty pryrody: model pryinniattia rishen u sferi upravlinnia ekolohichnymy konfliktamy], *Biznes Inform*, No. 4, pp. 130–132 [in Ukrainian]
4. Hrytsenko, L., Petrushenko, M., Daher, K. (2017). *The necessity of socio-ecological modification of two-tier economic model of secondary resources management in Ukraine*, *Socio-Economic Challenges*, No. 1, pp. 68–76. DOI: <https://doi.org/10.21272/sec.2017.1-08>.
5. *Towards a circular economy – waste management in the EU* (2017). European Parliamentary Research Service, STOA, Brussels, 134 p. DOI: <https://doi.org/10.2861/978568>.
6. Ferronato, N., Rada, E. C., Gorrity Portillo, M. A., Cioca, L. I., Ragazzi, M., Torretta, V. (2019). *Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization*, *Journal of environmental management*, No. 230, pp. 366–378. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.095>.
7. Allam, Z., Jones, D. S. (2018). *Towards a circular economy: A case study of waste conversion into housing units in Cotonou, Benin*, *Urban Science*, No. 2 (118), 19 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/urbansci2040118>.
8. Ayantoyinbo, B. B., Adepoju, O. O. (2018). *Analysis of solid waste management logistics and its attendant challenges in Lagos Metropolis*, *Logistics*, No. 2 (2), 11 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics2020011>.
9. *The government approved the National Waste Management Plan until 2030, – Hennady Zubko* [Uriad skhvalyv Natsplan upravlinnia vidkhodamy do 2030 roku, – Hennadii Zubko], Uriadovyi portal, available at: <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/uryad-shvaliv-nacplan-upravlinnya-vidhodami-do-2030-roku-gennadij-zubko> [in Ukrainian]
10. *New EU environmental standards for waste treatment*, European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law, available at: <https://www.impel.eu/new-eu-environmental-standards-for-waste-treatment>.
11. *Circular economy. Closing the loop. An ambitious EU circular economy package*, European Commission, available at: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm.
12. *Environmental Action Programme to 2020*, European Commission, available at: <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/index.htm>.

13. *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. Datatopics, The World Bank, available at: <http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste>.
14. Kodzhebash, A., Krivencev, A. (2018). *Transport and logistic components of waste management strategies in the context of implementing resource-saving and environmental policy* // *Economics. Ecology. Socium*, No. 2 (4), pp. 91–102. DOI: <https://doi.org/10.31520/2616-7107/2018.2.4>.
15. *Transport logistics* [Transportna lohistyka: sait], Wikipedia, available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Транспортна_логістика [in Ukrainian]
16. Golshtein, Ye. G., Yudin, D. B. (1969). *Linear programming of transport type tasks* [Zadachi lineynogo programmirovaniya transportnogo tipa], Nauka, Moskva, 382 s. [in Russian]