

Роман ЗВАРИЧ

доктор економічних наук, професор, Західноукраїнський національний університет,
Тернопіль, Україна, r.zvarych@wunu.edu.ua
ORCID ID: 0000-0003-3741-2642

Ігор РІВІЛІС

виконавчий віце-президент, головний операційний директор, "M3 Technology LLC", Матаван,
Нью-Джерсі, США, аспірант, Західноукраїнський національний університет, Тернопіль,
Україна, igor@rivilis.com
ORCID ID: 0000-0003-3764-2843

УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Вступ. Процес утилізації відходів корелює зі зростанням операційних витрат, зокрема, пов'язаних зі збором, транспортуванням і переробкою відходів. Основними факторами, що впливають на зростання витрат, є ціни на паливо, вартість робочої сили та витрати на технічне обслуговування. Як наслідок, процес управління відходами відбувається в складних і не стабільних умовах, що відображається на утилізації відходів, їх переробці та захисті навколишнього середовища. Це актуалізує наукове дослідження управління відходами в системі екологічного менеджменту, адже пасивна реакція на проблему загрожує високими витратами у виробничому циклі в майбутніх періодах.

Мета – проаналізувати складові елементи управління відходами, дослідити структуру утворення відходів та джерела їх походження, окреслити пропозиції щодо можливості комбінації стратегій управління відходами в системі екологічного менеджменту.

Результати. Доведено, що процес управління відходами містить такі складові елементи, як стратегічне планування; запобігання забрудненню навколишнього середовища та збереження ресурсів; вибір найкращого варіанта запобігання з урахуванням законодавства; мінімізація кількості та токсичності утворення відходів; оцінка ефектів і наслідків; ухвалення рішень. Досліджено структуру утворення відходів та джерела їх походження через поділ на відновлювальні і невідновлювальні матеріали, вуглецево-нейтральну біомасу та невідновлювану біомасу. Окреслено пропозиції для організацій щодо можливості комбінації стратегій управління відходами в системі екологічного менеджменту.

Перспективи. Предметом подальших наукових досліджень є оцінка проблеми приросту електронних відходів в системі управління відходами в країнах, що розвиваються. Ця проблема буде актуальною, адже компанії з переробки відходів у розвинутих країнах стикаються із суворими режимами регулювання навколишнього середовища та зростаючою вартістю утилізації відходів, а тому експорт е-відходів в країни, що розвиваються, є більш економічно вигідним, ніж переробка у власних країнах, що й посилює наявну проблему.

Ключові слова: відходи-в-енергію, вуглецево-нейтральна біомаса, екологічний менеджмент, переробка відходів, повторне використання, управління відходами, циркулярна економіка.

Рис.: 2, бібл.: 17.

Roman ZVARYCH

*Dr. Sc. (Economics), Prof., West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
r.zvarych@wunu.edu.ua
ORCID ID: 0000-0003-3741-2642*

Igor RIVILIS

*Executive Vice President, Chief Operating Officer, M3 Technology, LLC, postgraduate student,
West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine, igor@rivilis.com
ORCID ID: 0000-0003-3764-2843*

WASTE MANAGEMENT IN THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM

Introduction. *The process of waste disposal today is associated with increasing operational costs, including the costs associated with the collection, transportation and processing of waste. The main factors contributing to these high costs are fuel prices, labor costs and maintenance costs. As a result, the waste management process operates in complex and unstable conditions, which is reflected in waste disposal, recycling and environmental protection. This actualizes the scientific study of waste management in the environmental management system, because a passive reaction to the problem threatens with high costs in the production cycle in future periods.*

The purpose of the article is to analyse the structural elements of waste management, research into the structure of waste generation and sources of their origin, outline the proposals for the possibility of combining waste management strategies in the environmental management system.

Results. *The constituent elements of waste management are considered, in particular, strategic planning; prevention of environmental pollution and conservation of resources; minimization of the amount and toxicity of waste generation; choosing the best prevention option, taking into account the legislation; assessment of effects and consequences; decision-making. The structure of waste generation and sources of their origin were studied through the division into renewable and non-renewable materials, carbon-neutral biomass and non-renewable biomass. Proposals for organizations regarding the possibility of combining waste management strategies in the environmental management system are outlined.*

Prospects. *The subject of further scientific research is the problem the electronic waste growth in the system of waste management in developing countries. This problem will be relevant, because waste processing companies in developed countries are faced with strict regimes of environmental regulation and the growing cost of waste disposal, and therefore the export of e-waste to developing countries is more economically profitable than processing in their own countries, which exacerbates the existing problem.*

Keywords: *carbon-neutral biomass, circular economy, environmental management, recycling, reuse, waste management, waste-to-energy.*

JEL Classification: Q54.

Постановка проблеми. Неефективне поводження з відходами, від неіснуючих систем збору відходів до неефективної їх утилізації, призводить до забруднення повітря, води та ґрунту, поширення інфекцій та хвороб. Ця проблема доволі актуальна для країн, що розвиваються, та країн з низьким рівнем доходів. Накопичення сміття забруднює екосистеми, а небезпечні речовини з електронних відходів або промислового сміття завдають шкоди здоров'ю міських жителів і навколишньому середовищу. Усе вищезазначене актуалізує проблему поводження з відходами на глобальному рівні та потребує розробки інтегрованих систем управління твердими відходами. Окрім цього, суб'єкти економічної діяльності не достатньо зосереджені на належному поводженні зі спеціальними відходами (електроніка, сільськогосподарська біомаса, пластик) у країнах, що розвиваються. Тому проблемним є процес оптимізації управління твердими відходами шляхом залучення всіх зацікавлених сторін до процесу, зокрема через пілотні проєкти на місцевому рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми управління відходами в системі екологічного менеджменту є предметом дослідження як українських, так і зарубіжних вчених. Зокрема, Ш. Хан, Р. Анджум, С. Раза, Н. Базай, М. Іхтішам [1] зауважують, що тверді побутові відходи є відображенням культури, яка їх породжує, і негативно впливають на здоров'я людей і навколишнє середовище. Вчені дійшли висновку, що світ стрімко урбанізується, і ці зміни накладають на міста тягар належного управління сміттям як на соціальному, так і на екологічному рівнях.

Схожого висновку дійшли А. Хан, Е. Лопес-Мальдонадо, Н. Хан, Л. Вільяреал-Гомес, Ф. Мунші, А. Альсабхан, К. Первін [2], які довели, що утворення твердих відходів стрімко зросло через зростання населення

в усьому світі, урбанізацію та індустріалізацію. Науковці встановили, що поводження з твердими побутовими відходами є серйозним викликом для суспільства, яке породжує локальні проблеми з глобальними наслідками, зокрема погане управління може прискорити шкідливі екологічні та соціально-економічні проблеми. Натомість стратегії управління твердими відходами є позитивними практиками, які позитивно впливають на досягнення цілей сталого розвитку.

Методи утилізації органічних відходів, зокрема захоронення, не тільки виснажують ресурси, а й створюють екологічні проблеми. Ш. Харола, М. Рам, Н. Гоял, С. Мангла, О. Наутіял, А. Рават, Ю. Казанджоглу, Д. Пант [3] визначили бар'єри для рішень щодо управління органічними відходами з точки зору суб'єкта та встановили їх причинно-наслідкові зв'язки для подолання проблеми управління органічними відходами. В дослідженні визначено ключові проблеми управління органічними відходами та аргументовано, що заохочення і посилення увага до відходів є ефективним підходом до вирішення проблеми, а плата за вивезення відходів, екологічна поведінка та зобов'язання впливають на рішення споживача і домогосподарств.

Концепцію системи управління побутовими відходами у своєму дослідженні запропонували К. Ванг, Дж. Цінь, Ч. Ксю, К. Ран, Ч. Лью, Б. Чень [4]. Зокрема, автори використали класифікатор відходів на основі глибокого навчання та техніку хмарних обчислень для реалізації високоточної їх класифікації на початку збирання. Щоб полегшити подальшу утилізацію відходів, було запропоновано поділити їх на шість категорій: пластик, скло, папір, картон, метал, тканину та інші відходи, придатні для переробки. Для реалізації завдання класифікації сміття було застосовано спіральні

нейронні мережі глибокого навчання (CNN). Згідно з дослідженням, центр поведінки з відходами може планувати розгортання та технічне обслуговування адаптивного обладнання, збір відходів і плани маршруту транспортних засобів, що є невід'ємною частиною успішної системи поведінки з міськими відходами.

Ефективне поведінки з відходами, які будуть використовуватися як ресурс у майбутньому і відіграють важливу роль у досягненні екологічної стійкості та переході до циркулярної економіки, досліджували М. Танвір, С. Хан, М. Умар [5]. Авторами було визначено такі категорії: електронні відходи, перехід до економіки замкнутого циклу, пластикові відходи, утилізація відходів на біологічній основі, оцінка життєвого циклу та вплив на довкілля, а також утилізація відходів від будівництва. Науковці обґрунтували практичні рекомендації для політиків, фахівців і практиків щодо управління відходами та технологічних інновацій в контексті циркулярного переходу.

Водночас згадані дослідження недовістатньо розкривають процес управління відходами в системі екологічного менеджменту, що й обумовлює актуальність нашого наукового дослідження, особливо в умовах євроінтеграції до повоєнного відновлення економіки України.

Метою статті є аналіз складових елементів управління відходами, дослідження структури утворення відходів та джерел їх походження, окреслення пропозицій щодо можливості комбінації стратегій управління відходами в системі екологічного менеджменту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Теорія поведінки з відходами є науковим обґрунтуванням концепції управління ними. Інакше кажучи, це – концептуальний підхід до управління відходами, що містить набір концептів і пропонує методо-

логію управління ними. Теорія поведінки з відходами базується на гіпотезі, що стале управління ними значною мірою залежить від визначення категорії “відходи”. Поняття “відходи” пов’язане з людиною і її життєдіяльністю. Населення, домогосподарства та економіка залежать від постійних потоків повітря, води, продовольства, сировини та викопного палива. Відходи постійно утворюються або викидаються в повітря, скидаються на/в землю. Найближчим за значенням до традиційного використання ресурсів та утворення відходів є поняття “технічна неефективність”, яке означає, що керівникам організації не вдається мінімізувати витрати або максимізувати випуск, оскільки вони використовують не найкращу доступну технологію [6].

Великим потенціалом посилення економічної конкурентоспроможності є раціональне використання енергії та ресурсів, саме тому управління відходами впливає на глобальний розвиток. Політика утилізації відходів фокусується на збереженні ресурсів і процесі утилізації. Дискусійними залишаються питання щодо регулювання вторинних матеріалів, що підлягають переробці. Зокрема, відходи включають будь-яку речовину чи об’єкт, які власник викидає або змушений позбутися (ЄС, 1991), але це не радіоактивні матеріали, призначені для захоронення (ОЕСР, 1994), а речовини або предмети, які утилізують, або призначені для утилізації відповідно до положень національного законодавства (ООН ЮНЕП, 1989). Інакше кажучи, відходи – це непотрібні витрати, які є результатом неефективної практики, системи або контролю (Маккінні) [7].

Концептуальний підхід до трактування поняття “відходи” вказує, що саме буде в основі дослідження. При цьому варто звернути увагу на те, що маркування речовини як відходу, навіть тоді, коли існує потенціал

її повторного використання або переробки, зумовлює фактичне накопичення.

Директива Європейської Ради щодо відходів визначає управління ними як: збирання, транспортування та утилізацію, зокрема нагляд за місцями утилізації та подальший їх контроль. Тобто поведження з відходами – це не лише процес утилізації непотрібних матеріалів, а й управління ними. У такому сенсі термін “управління” вказує на маніпулювання діяльністю і на те, що управління відходами охоплює більше стадій, ніж утилізацію відходів. Безумовно, основою сталого управління відходами є мінімізація та зменшення відходів (Філіпс, 2002) [7]. Проте процес управління відходами також містить такі елементи (рис. 1): стратегічне планування; запобігання забрудненню навколишнього середовища та збереження ресурсів; мінімізація кількості та токсичності утворення відходів; вибір найкращого варіанта запобігання з урахуванням законодавства; оцінка ефектів і наслідків; ухвалення рішень.

Аналізуючи розвиток світової економіки, варто зауважити, що загальний видобуток сировини глобально зріс і досяг

100 млрд тонн (+300% з 1970 р.; +200% з 2000 р.). Таке зростання з 1970 р. відбулося не лише через подвоєння населення світу, оскільки показник використання матеріалів на душу населення зріс лише в 1,7 раза (так, попит на первинні матеріали в 1970 р. становив 7,4 тонни на людину, тоді як тепер становить 12 тонн). Окрім цього, варто звернути увагу й на те, що показник зростання попиту на матеріали на людину розподілений між країнами не рівномірно. Зокрема, приріст рівня використання матеріалів випереджає темпи зростання населення в країнах з високим рівнем доходу і поступається темпам в країнах з низьким рівнем доходу. Як результат, видобуток і споживання матеріалів зростають динамічними темпами, і вони не сповільняться найближчим часом, а досягнуть до 2060 р. 190 млрд тонн.

За останнє десятиліття суттєво зросло виробництво відходів. Так, якщо в 2016 р. було утворено 2 млрд тонн твердих побутових відходів, то до 2050 р. цей показник зросте до 3,5 млрд тонн. В такому випадку у 2050 р. виробництво відходів буде на 70% вище, ніж у 2020 р. [8]. Доволі показовою



Рис. 1. Складові елементи управління відходами*

* Побудовано авторами.

є структура утворення відходів з господарської діяльності та діяльності домогосподарств в ЄС за 2020 р. (рис. 2). Особливо загрозна ситуація в країнах з низьким рівнем доходу, де до 2050 р. очікується збільшення загальної кількості відходів утричі за рахунок збільшенням рівня виробництва і споживання [9]. Як наслідок, це створить виклики для влади усіх рівнів, адже 90% ресурсів Землі, погляду циркулярної економіки, витрачається даремно. Сучасний світ лише на 8,6% циркулярний, а в економіку циклічно повертається до 0,5 трлн тонн первинних матеріалів на рік [10].

Вторинні матеріали, які повертаються в економіку, називають циркулярними вхідними ресурсами, і вони становлять лише 7,2% усіх матеріальних вхідних ресурсів. Циркулярні вхідні ресурси становлять частку вторинних матеріалів, які повертаються в економіку з відходів. Лише за останні п'ять років циркулярний глобальний обіг скоротився з 9,1% до 7,2% від загального обсягу матеріальних витрат. Це відбулося через збільшення видобутку первинної сировини та збільшення використання матеріалів на дороги,

будинки й товари тривалого користування. Це означає, що глобальна економіка не може досягти достатньої циклічності, й створити замкнутий цикл споживання. Тобто, без значного скорочення використання матеріалів рівень циркулярності буде падати.

Частка відновлюваних матеріалів, залучених в економіку, складається з таких ресурсів, як: вуглецево-нейтральна біомаса (21,2%) та невідновлювана біомаса (3,8%). Разом вони становлять приблизно 25% усіх матеріальних витрат. Використання біомаси за останні п'ятдесят років зросло в 2,7 раза і становить 25 млрд тонн на рік або 27% від загального споживання матеріалів. Біомаса охоплює все, що походить із землі – від продовольчих і кормових культур до натуральних волокон і виробів з деревини. Хоча вона вважається відновлюваною, все ж певна її частина є невідновлювана через дисбаланс у вуглецевому циклі. Способи культивування біомаси нестабільні, а зміни земельної системи пов'язані з вирубкою лісів, виснаженням ґрунту та осушенням заболочених угідь. Тобто усі вони завдали шкоди біорізноманіттю, зокрема рослинам, що поглина-

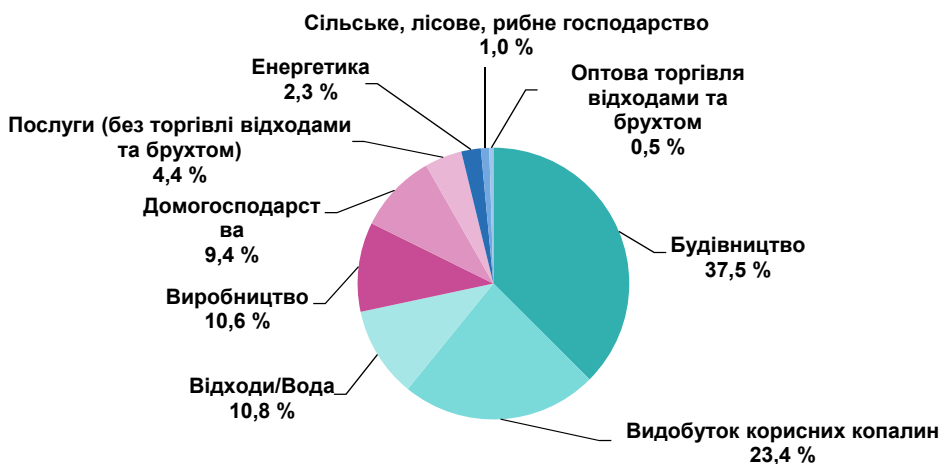


Рис. 2. Структура відходів з господарської діяльності та діяльності домогосподарств у ЄС в 2020 р.*

* Побудовано на основі Eurostat.

ють вуглець, а тому призвели до збільшення викидів. Хоча вуглецевий нейтралітет є необхідною умовою для того, щоб біомаса вважалася стійкою, інші поживні речовини, такі як азот і фосфор, також повинні бути циркулярними і повертатися в економіку або навколишнє середовище.

До невідновлюваних матеріалів належать метали та мінерали, які становлять 15% від загального обсягу виробництва світової економіки. Обсяг металевих руд за останні п'ятдесят років зріс у 3,5 рази і становить 9,4 млрд тонн або 10% від загального видобутку. Таке зростання пояснюється розширенням антропогенного середовища та виробничих секторів, а також переходом до чистої енергії (необхідний процес є матеріаломісткий для металів). Видобуток металів, а також неметалічних корисних копалин призвів до втрати біорізноманіття, забруднення води, повітря і ґрунту та утворення токсичних відходів. В п'ять разів зріс за останні 50 років видобуток неметалічних корисних копалин, що становить 42,8 млрд тонн або 50% від загального видобутку сировини. Така тенденція зумовлена зростанням населення, будівельним бумом, створенням та обслуговуванням інфраструктури.

Якщо брати до уваги виключно носії енергії, що працюють на викопному паливі, то такі матеріали становлять 14,6% від загального обсягу виробництва у світовій економіці. Викопне паливо, яке використовують для споживання енергії, має значний вплив на навколишнє середовище і за своєю суттю не є циркулярним (під час спалювання), оскільки воно збільшує викиди в атмосферу. За останні 50 років споживання викопного палива зросло приблизно в 2,6 рази і становить 15,5 млрд тонн на рік. Це пов'язано зі зменшенням його ваги, порівняно з важкими матеріалами. Однак світова економіка й надалі використовує викопне паливо, зокрема, у будівництві й енергоживленні будівель,

промислових підприємств, перевезенні людей і вантажів, виробництві синтетичних добрив, інших важливих товарів, що призводить до стрімкого збільшення викидів парникових газів (ПГ) і зміни клімату [11].

Сучасні інфраструктурні фонди, що складаються з циклічних, невідновлюваних і відновлюваних матеріалів, охоплюють 38% від загального обсягу матеріальних ресурсів у світовій економіці. У ХХ столітті інфраструктурні фонди зросли в 23 рази. Зокрема, у 2019 р. приблизно 43,6 млрд тонн матеріалів було витрачено на інфраструктуру, і майже 12 млрд тонн було виведено із інфраструктурних фондів у формі відходів, що вийшли з експлуатації. Отож, чисте збільшення інфраструктурних фондів становило 38,2 млрд тонн. Беручи до уваги велике навантаження на інфраструктурні об'єкти в країнах, що розвиваються, можна спрогнозувати, що відходи з інфраструктурних фондів, які вийшли з експлуатації, в майбутньому будуть зростати більш динамічними темпами.

Країни світу намагаються реагувати на поточні виклики. Так, муніципалітети в країнах з низьким рівнем доходу витрачають в середньому 20% бюджету на поводження з відходами, але понад 90% все ще спалюють або викидають. Проблеми утилізації відходів залишаються актуальними і для європейських країн, де значною мірою використовують утилізацію та рекуперацію енергії замість переробки та інших циркулярних практик [12]. За прогнозами, витрати на управління твердими відходами зростуть у всіх регіонах світу – з 250 млрд дол. США у 2021 р. до 350 млрд дол. США у 2025 р. В країнах з високим рівнем доходу операційні витрати на інтегроване управління відходами, включаючи збір, транспортування, обробку та утилізацію, становлять 100 дол. США на тонну. Країни з низьким рівнем доходу витрачають на операції з утилізації відходів близько 35 дол. США на тонну [12].

Галузь переробки відходів – це глобальний бізнес з міжнародними ринками та розгалуженими мережами постачання і транспортування [13]. Однак сектор поводження з відходами – це наполеглива робота понад двох мільйонів неофіційних збирачів відходів, зокрема в країнах з низьким і середнім рівнем доходу. Цей неформальний сектор стикається з особливими проблемами, і потребує державної підтримки, оскільки він сприяє наданню екологічно важливих послуг з утилізації відходів для громад. Існують приклади державної політики, які використовують та формалізують неофіційний сектор утилізації відходів, що є допустимо, але потребує особливої інклюзії для забезпечення людей стабільними засобами існування.

Бізнес може комбінувати стратегії управління відходами в процесі формування найоптимальнішої системи управління відходами. Найбільш ефективні стратегії управління відходами орієнтуються на сталість, проте альтернативами для утилізації залишаються їх зменшення, повторне використання та переробка. Переробка підходить для утилізації неорганічних відходів, таких як пластик, скло та метали. Такі органічні відходи, як папір і продукти харчування, також піддаються переробці, проте компостування є найкращим методом їх утилізації, оскільки перетворює органічні відходи на добриво. Відходи-в-енергію (WtE) – це процес перетворення відходів, що не підлягають вторинній переробці, на тепло, електроенергію чи паливо за допомогою таких відновлюваних джерел енергії, як анаеробне зброджування та плазмова газифікація. Якщо анаеробне зброджування передбачає біологічну переробку екскрементів в біогаз, то для плазмової газифікації використовується заповнена плазмою ємність, що працює при високих температурах і низьких рівнях кисню, для перетво-

рення небезпечних відходів у синтетичний газ. Іншим варіантом утилізації небезпечних відходів є біоремедіація, обробка забруднень, токсинів і забруднюючих речовин через мікроорганізми [14].

Система управління відходами “5R” охоплює набір принципів, спрямованих на зменшення впливу відходів на навколишнє середовище: 1) відмова (refuse) від непотрібних речей, таких як одноразовий пластик або зайва упаковка; 2) зменшення (reduce) використання ресурсів і збільшення свідомого споживання; 3) повторне використання (reuse) предметів або використання товарів тривалого користування, які мають довший термін служби; 4) перепрофілювання (repurpose), тобто надання предметам нового призначення або використання предметів довгого терміну служби; 5) переробка (recycle) використаних матеріалів в нові продукти, зменшення потреби в сировині та зниження загального впливу на навколишнє середовище. Загалом, такі принципи спрямовані на відповідальне поводження з відходами та заохочення окремих осіб і підприємств бути більш уважними до своїх звичок споживання та утилізації [15].

На особливу увагу заслуговує аудит відходів, або оцінка системи управління відходами організації, від утворення до утилізації. Поширеними підходами до проведення аудиту відходів є перевірка записів, обхід об'єктів і сортування відходів. Перевірка записів передбачає перегляд транспортування та утилізації відходів, а також контрактів із підприємствами з переробки. Обхід об'єктів фокусується на виявленні аудиторами діяльності, яка створює відходи, шляхом спостереження та опитування працівників. Сортування відходів охоплює фізичний збір та зважування зразків відходів організації за певний день або за зміну певного відділу. Ефективність проведення

аудиту відходів залежить від таємниці дати його проведення, зобов'язання організації відповідально реагувати на результати та постаудиторської перевірки.

Висновки. Підсумовуючи усе вищезазначене, можна зробити відповідні висновки і узагальнення.

1. Найкращою альтернативою утилізації відходів є запобігання їх утворенню. Саме тому запобігання утворенню відходів є метою усіх стратегій управління. Різні технології можуть бути використані на етапах виробництва, використання або після-використання протягом життєвого циклу продукту, щоб зменшити або запобігти забрудненню довкілля. Деякі репрезентативні стратегії охоплюють екологічно свідомі методи виробництва і, зокрема використання: менш небезпечних або шкідливих матеріалів у виробництві; сучасних систем нагляду за зберіганням небезпечних матеріалів; інноваційних методів хімічної нейтралізації та технологій економії прісної води.

2. Загалом процес управління відходами містить п'ять основних етапів: запобігання утворенню відходів; підготовка до повторного використання; переробка; інше використання (наприклад, відновлювальна енергія); захоронення. Запобігання утворенню відходів є найпростішим і найбажанішим способом управління ними, і це перший крок в ієрархії управління відходами [16]. Організації варто діяти відповідно до Директив ЄС із запобігання утворенню відходів та вдаватися до таких способів запобігання, як: зменшення їх кількості; зменшення шкідливого впливу на довкілля та здоров'я людини; зниження вмісту шкідливих речовин у матеріалах і виробках.

3. В Україні ухвалено Національну стратегію поводження з відходами до 2030 р. [17]. Вона передбачає створення мережі центрів впровадження чистого виробництва/технологій для мінімізації обсягів утворення

відходів; ухвалення нормативно-правових актів щодо запровадження екодизайну споживчих товарів, який більш пристосований до повторного використання або утилізації, шляхом обробки чи скорочення використання первинної сировини. Україна має запровадити економічні механізми стимулювання зменшення кількості утворених відходів, таких як: податок/заборона на виробництво поліетиленових пакетів, пластикових одноразових контейнерів і посуду; преференції виробникам екологічно чистої упаковки для споживчих товарів; фінансова підтримка інноваційних розробок у сфері дизайну упаковки продукції.

4. Громадяни та бізнес мають бути екологічно свідомі й зорієнтовані на економію ресурсів, повторне використання речей, зменшення споживання. Так, місцеві громади мають активно працювати над розробкою власних стратегій запобігання утворенню відходів та приваблювати екологічно свідомий бізнес на свою територію. Екологічна свідомість споживачів може впливати на попит товарів і послуг і в такий спосіб знижувати обсяг відходів. Так, споживачі можуть віддавати перевагу продуктам в упаковці/тарі, яка придатна для вторинної переробки чи повторного використання (скло), паперовим пакетам, еко-сумкам, користованій техніці. Отже, усі суб'єкти економічних відносин повинні запобігти утворенню відходів, що зроби́ть країну чистішою, а націю здоровішою.

Список використаних джерел

1. Khan Sh., Anjum R., Raza S., Bazai N., Ihtisham M. *Technologies for municipal solid waste management: Current status, challenges and future perspectives*. *Chemosphere*. 2022. Vol. 288. Part 1. 132403. URL : <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132403>.
2. Khan A., López-Maldonado E., Khan N., Villarreal-Gómez L., Munshi F., Alsabhan A.,

Perveen K. Current solid waste management strategies and energy recovery in developing countries. *Chemosphere*. 2022. Vol. 291. Part 3. 133088. URL : <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133088>.

3. Kharola Sh., Ram M., Goyal N., Mangla S., Nautiyal O., Rawat A., Kazancoglu Y., Pant D. Barriers to organic waste management in a circular economy. *Journal of Cleaner Production*. 2022. Vol. 362. 132282. URL : <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132282>.

4. Wang C., Qin J., Qu Ch., Ran X., Liu Ch., Chen B. A smart municipal waste management system based on deep-learning and Internet of Things. *Waste Management*. 2021. Vol. 135. P. 20–29. URL : <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.08.028>.

5. Tanveer M., Khan S., Umar M. Waste management and green technology: future trends in circular economy leading towards environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29. P. 80161–80178. URL : <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23238-8>.

6. Zvorych R., Rivilis I. Social responsibility of business as sustainable development approach in management. *AGORA International Journal of Economical Sciences*. 2023. No. 1. P. 154–161. URL : <https://univagora.ro/jour/index.php/aijes/article/view/5773/1969>.

7. Pongracz E. Re-defining the Concepts of Waste and Waste Management: Evolving the Theory of Waste Management. Doctoral Dissertation. University of Oulu, Department of Process and Environmental Engineering, Oulu, Finland. 2002. URL : <http://herkules.oulu.fi/isbn9514268210/>.

8. World Bank Press Release. Global Waste to Grow by 70 Percent by 2050 Unless Urgent Action is Taken: World Bank Report. N° 2018/037, 2018. URL : <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unlessurgent-action-is-taken-world-bank-report>.

9. The World Bank. Bridging the Gap in Solid Waste Management Governance Requirements for

Results. 2021. URL : <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35703>.

10. Circle Economy. The Circularity Gap Report. 2022. URL : <https://www.circularity-gap.world/2022#Download-thereport>.

11. Зварич П., Гомотюк В., Пієніс І., Дейнека Ю. Соціальна відповідальність бізнесу як інструмент міжнародного корпоративного менеджменту в умовах кризи. *Вісник економіки*. 2022. Вип. 2. С. 142–156. URL : <https://doi.org/10.35774/visnyk2022.02.142>.

12. Silpa K., Yao C., Bhada-Tata P., Van Woerden F. What a Waste 2.0: a Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. 2018. URL : <https://oc.worldbank.org/system/files/What%20a%20Waste%202.0%20Overview.pdf>.

13. Hoornweg D., Bhada-Tata P. What a waste: a Global Review of Solid Waste Management. 2012. URL : <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>.

14. Waste Management System: a Guide. SafetyCulture. 2023. URL : <https://safetyculture.com/topics/waste-management-system/>.

15. Reznikova N., Zvorych R., Zvorych I., Shnyrkov O. Global circular e-chain in overcoming the global waste. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*. 2019. Vol. 6. Iss. 4. P. 641–647. URL : https://www.procedia-esem.eu/pdf/issues/2019/no4/72_Reznikova_19.pdf.

16. Waste Management Strategies. Lumenlearning. 2020. URL : <https://courses.lumenlearning.com/suny-monroe-environmentalbiology/chapter/15-2-waste-management-strategies/>.

17. Melen'Zabramna O. Stages of Waste Management. *Environment, People, Law*. 2018. URL : <https://epl.org.ua/en/environment/5-shodynok-upravlinnya-vidhodamy-1-shodynka-poperedzheniya-utvorennya-vidhodiv/>.

References

1. Khan, Sh., Anjum, R., Raza, S., Bazai, N., Ihtisham, M. (2022). Technologies for municipal solid waste management: Current status, challenges and future perspectives. *Chemosphere*,

- 288, 132403 (Part 1). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132403>.
2. Khan, A., López-Maldonado, E., Khan, N., Villarreal-Gómez, L., Munshi, F., Alsabhan, A., Perveen, K. (2022). Current solid waste management strategies and energy recovery in developing countries. *Chemosphere*, 291, 133088 (Part 3). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133088>.
3. Kharola, Sh., Ram, M., Goyal, N., Mangla, S., Nautiyal, O., Rawat, A., Kazancoglu, Y., Pant, D. (2022). Barriers to organic waste management in a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 362, 132282. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132282>.
4. Wang, C., Qin, J., Qu, Ch., Ran, X., Liu, Ch., Chen, B. (2021). A smart municipal waste management system based on deep-learning and Internet of Things. *Waste Management*, 135, 20–29. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.08.028>.
5. Tanveer, M., Khan, S., Umar, M. (2022). Waste management and green technology: future trends in circular economy leading towards environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 80161–80178 Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23238-8>.
6. Zvarych, R., Rivillis, I. (2023). Social responsibility of business as sustainable development approach in management. *AGORA International Journal of Economical Sciences*, 1, 154–161. Available at: <https://univagora.ro/jour/index.php/aijes/article/view/5773/1969>.
7. Pongracz, E. (2002). Re-defining the Concepts of Waste and Waste Management: Evolving the Theory of Waste Management. Doctoral Dissertation. University of Oulu, Department of Process and Environmental Engineering, Oulu, Finland. Available at: <http://herkules.oulu.fi/isbn9514268210/>.
8. World Bank Press Release. (2018). Global Waste to Grow by 70 Percent by 2050 Unless Urgent Action is Taken: World Bank Report. N 2018/037. Available at: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>.
9. The World Bank. (2021). Bridging the Gap in Solid Waste Management Governance Requirements for Results. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35703>.
10. Circle Economy. (2022). The Circularity Gap Report. Available at: <https://www.circularity-gap.world/2022#Download-thereport>.
11. Zvarych, R., Homotiuk, V., Rivillis, I., Deyneka, Yu. (2022). Sotsialna vidpovidalnist biznesu yak instrument mizhnarodnoho korporativnoho menedzhmentu v umovakh kryzy [Risk management of digital transformation under pandemic]. *Visnyk ekonomiky – Bulletin of Economics*, 2022, 2, 142–156. Available at: <https://doi.org/10.35774/visnyk2022.02.142>.
12. Silpa, K., Yao, C., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: a Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Available at: <https://olc.worldbank.org/system/files/What%20a%20Waste%202.0%20Overview.pdf>.
13. Hoornweg, D., Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: a Global Review of Solid Waste Management. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>.
14. Waste Management System: a Guide. (2023). SafetyCulture. Available at: <https://safetyculture.com/topics/waste-management-system/>.
15. Reznikova, N., Zvarych, R., Zvarych, I., Shnyrkov, O. (2019). Global circular e-chain in overcoming the global waste. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 6, 641–647 (Iss. 4). Available at: https://www.procedia-esem.eu/pdf/issues/2019/no4/72_Reznikova_19.pdf.
16. Waste Management Strategies. (2020). Lumenlearning. Available at: <https://courses.lumenlearning.com/suny-monroe-environmentalbiology/chapter/15-2-waste-management-strategies/>.
17. Melen'-Zabramna, O. (2018). Stages of Waste Management. *Environment, People, Law*. Available at: <https://epl.org.ua/en/environment/5-shodynok-upravlinnya-vidhodamy-1-shodynka-poperedzhennya-utvorennya-vidhodiv/>.