

Хмельницький національний університет
Гуманітарно-педагогічний факультет
Кафедра екології та біологічної освіти

ДИПЛОМНА РОБОТА

здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Аналіз сучасного стану управління пластиковими відходами в Україні
та напрями його оптимізації

Галузь знань – 10 «Природничі науки»

Спеціальність – 101 «Екологія»

ДРЕКОЛ. 020034.01.03.00

Виконала: здобувачка 4 курсу, група ЕКОЛ-20-1  Ганна ВІКУЛОВА

Керівник  Ольга ЄФРЕМОВА

Нормоконтролер  Сергій ШЕВЧЕНКО

До захисту допускаю:

Зав. кафедри екології


та біологічної освіти

12 червня 2024 р.  Наталія МІРОНОВА

Хмельницький 2024

Факультет – Гуманітарно-педагогічний
Кафедра – Екології та біологічної освіти
Освітній рівень – перший (бакалаврський)
Галузь знань – 10 «Природничі науки»
Спеціальність – 101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма – «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри екології
та біологічної освіти


Наталія МІРОНОВА
17 квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Вікуловій Ганні Олександрівні

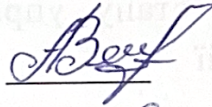
- Тема роботи Аналіз сучасного стану управління пластиковими відходами в Україні та напрями його оптимізації
керівник роботи Єфремова Ольга Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент
Затверджено наказом ректора університету від 15.02.2024 р. № 8
- Строк подання здобувачем роботи на кафедру 12.06.2024 р.
- Вихідні дані до роботи: статистичні дані щодо утворення та утилізації пластикових відходів, нормативні документи, програми, проекти в галузі управління відходами.
- Зміст дипломної роботи 1. Теоретичні аспекти управління пластиковими відходами. 2. Аналіз сучасного стану управління пластиковими відходами в Україні. 3. Напрями оптимізації управління пластиковими відходами в Україні.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	Теоретичні аспекти управління пластиковими відходами	10.05-17.05.2024	виконано
2	Аналіз сучасного стану управління пластиковими відходами в Україні	18.05-26.05.2024	виконано
3	Напрями оптимізації управління пластиковими відходами в Україні	27.05-04.06.2024	виконано
4	Оформлення роботи	05.06-11.06.2024	виконано

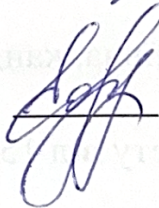
Дата видачі завдання: 10.05.2024 р.

Здобувач



Ганна ВІКУЛОВА

Керівник



Ольга ЄФРЕМОВА

АНОТАЦІЯ

Тема – Аналіз сучасного стану управління пластиковими відходами в Україні та напрями його оптимізації.

Автор – здобувачка ЕКОЛ-20-1 Г.О. Вікулова.

Керівник – доцент, доцент кафедри екології та біологічної освіти, кандидат технічних наук О.О. Єфремова.

Дипломна робота викладена на 51 сторінці, містить 9 рисунків та перелік джерел посилання з 42 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПЛАСТИКОВІ ВІДХОДИ, УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ, СТАН УПРАВЛІННЯ ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ, НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ.

В роботі досліджено і проаналізовано сучасний стан управління пластиковими відходами в Україні та світі. Проаналізовано кількісний та якісний склад таких відходів. Здійснено оцінку можливих шляхів утилізації пластикових відходів задля вирішення проблеми дефіциту полімерної сировини та збереження довкілля. Досліджено основні методи їх переробки та напрями використання отриманих продуктів, проаналізовано основні напрями оптимізації управління пластиковими відходами.

12.06.2024 р.



Г. О. Вікулова

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	5
1 Теоретичні аспекти управління пластиковими відходами.....	7
1.1 Поняття та класифікація відходів, їх вплив на довкілля та здоров'я людини.....	7
1.2 Основні принципи управління та поводження з відходами.....	15
1.3 Законодавча база управління відходами.....	19
2 Аналіз сучасного стану управління пластиковими відходами в Україні.....	22
2.1 Становлення та розвиток системи управління відходами.....	22
2.2 Основні проблеми та виклики в управлінні пластиковими відходами.....	24
2.3 Міжнародний досвід та перспективи впровадження в Україні.....	33
3 Напрями оптимізації управління пластиковими відходами в Україні.....	36
Висновки.....	42
Перелік джерел посилання.....	44

ВСТУП

Широкомасштабне використання пластикових виробів, їх швидкий збут призвело і призводить до утворення колосально великих обсягів однойменних відходів.

Відходи пластикових матеріалів становлять небезпеку повільної дії, адже потрапляючи з тих чи інших причин безпосередньо у навколишнє природне середовище, вони чинять різними шляхами постійний довготривалий руйнівний вплив на екосистеми, що викликає проблему пластикового забруднення.

З огляду на це актуальність теми зумовлюється важливістю встановлення і обґрунтування негативного впливу пластикових відходів на довкілля, зокрема живі організми та здоров'я людей і, відповідно до цього, необхідності вирішення проблеми їх накопичення і подальшого раціонального і свідомого користування продукцією з однойменних матеріалів шляхом запровадження дій комплексного взаємоузгодженого характеру, які будуть зменшувати обсяги утворюваних відходів і формувати концепцію того, що вони є цінним ресурсом, який характеризується потенціалом багатоцільового використання.

Тому враховуючи всеохоплюючий вплив пластикового забруднення, є потрібним обґрунтування нагальності доцільного запровадження екологічно, економічно і соціально ефективної системи управління пластиковими відходами на правовій основі з урахуванням сучасних умов і можливостей, а також оптимальних і перевірених, зокрема зарубіжних, для впровадження практик.

Мета дослідження – провести аналіз сучасного стану управління пластиковими відходами та розробити напрями його оптимізації. Для досягнення мети вирішувалися такі основні завдання:

- вивчити та проаналізувати основні типи пластикових відходів та управління ними;
- проаналізувати сучасний стан управління пластиковими відходами в Україні та світі;
- визначити основні напрями оптимізації управління пластиковими відходами в Україні.

Об'єкт дослідження – система управління пластиковими відходами в Україні.

Предмет дослідження – сучасний стан та напрями оптимізації управління пластиковими відходами.

Методи дослідження. Теоретичною та методологічною основами дослідження є праці вітчизняних та закордонних вчених у сфері управління відходами, в тому числі пластиковими, теоретичні та методологічні розробки щодо поводження з пластиковими відходами. У роботі були використані загальнонаукові теоретичні методи дослідження: зіставлення і порівняння; узагальнення; аналіз.

Практичне значення одержаних результатів. Здійснено аналіз інноваційних підходів до управління пластиковими відходами, на основі чого розроблені рекомендації щодо оптимізації управління пластиковими відходами в Україні.

Апробація результатів дипломної роботи: окремі частини дослідження та одержані узагальнення були висвітлені в матеріалах щорічної Студентської науково-практичної конференції за підсумками науково-дослідної роботи студентів кафедри екології та біологічної освіти (21 травня 2024 року, м. Хмельницький)

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ

1.1 Поняття та класифікація відходів, їх вплив на довкілля та здоров'я людей

Історія виникнення пластику бере свій початок з 1862 року, а саме з Великої лондонської виставки, де металург і винахідник Олександр Паркс уперше представив свою розробку – пластик з целюлози «паркезин» (названий на честь майстра). Целюлоза, з якої був виготовлений цей вид пластику піддавалася деформації під впливом нагрівання, а потім внаслідок охолодження зберігала задану їй форму.

Згодом у 1907 році Лео Хендріком Бакеландом був створений пластик бакеліт, який мав виключно синтетичне походження, завдяки покращенню способів реакції фенолу з формальдегідом. Бакеліт мав ізоляційні властивості, а також характеризувався міцністю і протидією до термічного впливу.

Наступним після «паркезину» і бакеліту на ринку продаж з'явився полівінілхлорид (ПВХ), але особливо у великих масштабах він став розповсюджуватися після того, як стало зрозуміло, що його можна виготовляти з відходів нафтохімічної промисловості, які становлять дешеву сировину.

Окрім цього були винайдені два інші види пластику – поліетилен і поліпропілен, останній отримав великого поширення у 1950-х роках [1].

Отож на той період після створення вищезазначених видів пластику, через визнання його витривалим, зручним й узагалі універсальним матеріалом він починає інтенсивно застосовуватися, приходячи на заміну іншим речам і охоплюючи майже усі галузі діяльності і життя людей.

Пластик – це синтетичний полімерний матеріал, отриманий з сировини нафтохімічної промисловості.

В основі виробництва пластику лежить процес полімеризації, який забезпечується серією хімічних реакцій (синтез мономерів) з природним газом, нафтою і вугіллям, що містять Карбон (С) [1].

Термін розкладання полімерів в загальному складає 450 років до нескінченності, що представлено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Сім типів полімерів за екологічним маркуванням і часові межі їх розкладання у довкіллі

З метою забезпечення утилізації речей одноразового використання існує система позначень для усіх видів пластику. Знаки екологічного маркування, які позначають змогу вторинної переробки виробу або пакування, представлені у вигляді трикутника, утвореного стрілками і кожна з них означає етапи життєвого циклу пластику: виробництво, використання та

утилізацію. На теперішній час існують сім основних видів пластикових матеріалів і відповідно стільки ж екологічних знаків [2].

Пластик, який має знак екологічного маркування з цифрою один являє собою поліетилентерефталат (PET), що є складним поліефіром, який отримують завдяки реакції поліконденсації з терефталевої кислоти та етиленгліколю [3].

Поліетилен високої щільності (HDPE) – непрозорий полімер з восковою поверхнею, який утворюється в результаті полімеризації етилену за високого тиску.

PVC або ПВХ – це полівінілхлорид, який є одним із найпоширеніших пластику і являє собою термопластичний полімер вінілхлориду.

Існують три типи пластику на основі PVC [3]:

- жорсткі вініласти;
- м'які пластикати;
- пластизолі – дисперсії ПВХ.

Поліетилен низької щільності (LDPE) – полімер, отриманий за низького тиску.

Поліпропілен (PP) – різновид пластикового матеріалу в основі якого пропілен, що отримується аналогічно процесу виготовлення попередньо зазначеного полімеру.

Полістирол (PS) – полімер, основним компонентом якого є стирол.

Інші пластикові матеріали або їх комплекс (OTHER) – полікарбонат, полілактид, акрил, акрилонітрил, бутадієн, стирол, скловолокно і нейлон [4].

Вище зазначені типи пластикових матеріалів характеризуються різноманітними ознаками серед яких наступні [2, 3, 4]:

- витривалість і міцність до дії зовнішніх чинників і хімічного впливу (PET, HDPE, PVC, PP, PS);
- жорсткість (PP, PS) або еластичність (LDPE) матеріалу;
- гідрофобність (HDPE, PS) і високий спротив до проведення струму (PS, PET);

– розм'якшення за діапазону температури від 70 °С до 140 °С або здатність зберігати заданий стан за температури від мінус 40 °С до 60 °С.

Ці полімери можуть бути джерелом вивільнення фталатів, формальдегіду, стиролу, бісфенолу А, вінілхлориду та обох або одного з двох важких металів – ртуті і кадмію [5].

HDPE, LDPE та PP розраховані на багаторазове використання, PET і PS тільки на одноразове і вироби з PVC і OTHER переважно на довготривалі.

Сфера використання цих матеріалів дуже широка – різноманітні вироби, тари, деталі, предмети побуту, пакування і багато іншого у харчовій, меблевій, медичній, машинобудування, електротехніки, сільського господарства, морського промислу, текстильній, сантехнічній і виробництві іграшок галузях [6].

Найвищу ступінь переробки мають PET і HDPE, а PVC і OTHER низьку. Здебільшого не придатні до переробки LDPE, PS і PP [2, 4, 6].

Серед основних причин забруднення довкілля пластиком можна виокремити наступні [7]:

– пластик є вигідним і доступним для створення матеріалом – через невелику вартість технології виробництва він виготовляється у неабиякій кількості, тим самим забезпечуючи зростаючі потреби споживачів;

– масштабність розповсюдження використання пластикових речей – чимала кількість речей, що нас оточує зроблена з того або іншого виду пластику, його практичність, для деяких довготривалість у використанні, придатність, зробили його чи не найголовнішим матеріалом;

– збільшення кількості населення – існує взаємозв'язок: чим більш зростаючою є динаміка чисельності населення, тим більше користувачів пластикових виробів і відповідно зростає обсяг утворених однойменних відходів;

– нерозсудливе використання – не раціональне придбання і користування пластиковими виробами (тривалість експлуатації деяких

розрахована на багаторазовість) робить свій внесок у збільшення обсягів утворення відходів полімерів;

– відсутність утилізації – основна більша частина з усіх утворених пластикових відходів (ПВ) не переробляється, щоб отримати, наприклад, інший виріб повторного використання і зменшити виробництво нового пластику, а потрапляє на полігони твердих побутових відходів, а іще у гіршому випадку безпосередньо у навколишнє природне середовище або на несанкціоновані сміттєзвалища, де на останніх двох відсутні відповідні конструкції і загалом усі заходи для недопускання забруднення геосферних оболонок;

– забруднення внаслідок риболовної діяльності або діяльності з одержання або вирощування інших гідробіонтів – внаслідок таких робіт з морського промислу рвуться, пошкоджуються, а потім втрачаються, губляться і залишаються у воді пластикові сітки, та інші відповідні пристрої, які також чинять негативний вплив на водні екосистеми.

На превеликий жаль через масове виробництво пластикових речей, нетривалість користування ними (здебільшого це стосується одноразових пластикових виробів), а у підсумку швидкого їх збуту, поширення забруднення пластиком сягає гнітюче вражаючих масштабів.

За рік у світі виготовляється близько 430 млн т пластику. У свою чергу обсяг утворення відходів цього матеріалу згідно даних світових аналітичних звітів становить приблизно 2,4 млн т, але попри це спостерігається тенденція зі збільшення утричі виробництва пластмас до 2060 року [9].

Пластик, який потрапив у довкілля спричиняє забруднення земельного покриву, водних об'єктів і атмосферного повітря.

Опиняючись на поверхні землі пластик порушує нормальну життєдіяльність живих організмів (перешкоджає перебігу процесу фотосинтезу у представників флори), а також спричиняє загибель рослин і тварин внаслідок виділення у ґрунт шкідливих речовин (різноманітні

добавки, які додаються у сам пластик для надання йому притаманних характеристик) [8].

Забруднення водних об'єктів – річок, водойм, а потім й океанів відбувається через змивання, поширення вітром ПВ з поверхні суші або перенесення потоками води з одного водного об'єкта до іншого і до вод Світового океану, а також через засмічення морським суднами та внаслідок інших робіт в морі.

Обсяг ПВ, які потрапляють в океан становить близько 10 млн. т на рік [10]. Внаслідок надзвичайно великого скупчення цих відходів у Тихому океані утворилася сміттева пляма, розмір якої становить від 700 тис. до 1,5 млн км², і є припущення вона складається з 1,8 трлн частин пластику (80 % складу такої та інших 5 сміттєвих плям – принесені з суші) [9].

Пластик, знаходячись у воді повільно плаває або осідає на дно і також виділяє шкідливі речовини, і утворює мікропластик.

Мікропластик – це забруднювач довкілля, який являє собою частинки полімерів менше 5 мм.

Мікропластик класифікують за двома типами [11]:

– первинний – забруднення відбувається внаслідок використання, експлуатації пластикових продуктів у процесі чого відбувається утворення фрагментів пластику. Первинний мікропластик є у засобах гігієни, косметичних (скраби) і для очищення, також він утворюється під час прання синтетичного одягу, таким чином він стікає у каналізацію, а потім потрапляє у водні об'єкти або від іншої діяльності, у повітря і ґрунти;

– вторинний – будь-який викинутий виріб із пластику, який опинився безпосередньо у навколишньому природному середовищі під дією різноманітних чинників (механічний вплив або певних хімічних речовин, сонячних променів) повільно і поступово розкладається, забруднюючи екосистеми.

Розповсюдження мікропластику залежить від його розміру, маси і щільності, в залежності частинки якого це полімеру. Його токсичність

обумовлюється наявними у ньому пластифікаторами або поглинутими з довкілля хімічними речовинами [11]. Полімерні фрагменти мігрують у довкіллі внаслідок кругообігу речовин або погодних умов, потрапляючи з одного об'єкта до іншого, і по трофічному ланцюгу від одного живого організму до іншого.

Коли мікропластик, тобто чужорідне тіло, потрапляє в організм живих істот може викликати хворобливі стани: окислювальний стрес, запалення, подразнення. Перебування його в організмі може спричинити рак або смерть. У людини мікропластиком можуть бути викликані такі ж стани, і окрім зазначених, іще серцево-судинні захворювання, діабет, нейродегенеративні захворювання тощо [5, 11].

Пластикове сміття, яке плаває на поверхні водного дзеркала морів затуляє його, тим самим створюючи труднощі з доступом кисню для морських істот і перешкоджає потраплянню сонячного світла, яке є вкрай важливим для гідробіонтів – продуцентів в утворенні кисню для інших водних організмів, а внаслідок цього відбувається зниження кількості риби, що в свою чергу впливає на всю екосистему океану. Окрім цього гідробіонти заплутуються у пластикових відходах, а також сприймаючи їх за їжу споживають [8]. Черепахи здатні з'їсти поліетиленовий пакет, плутаючи його з медузою, або риби та молюски також спожити чи профільтрувати через зябра разом з водою мікропластик, внаслідок чого гинуть.

Є зафіксована інформація про те, що близько половини усіх видів морських птахів, 22 % дельфіноподібних, усі види морських черепах і риби містять у організмі (або на тілі) частинки пластику [12].

Частинки пластику також фіксують у донних відкладеннях океану. За відомостями дослідження, які були оприлюднені в журналі *Science Advances*, з 1940-х років обсяг мікропластику у відкладеннях збільшується вдвічі приблизно кожні 15 років. За пробами аналізу, які були взяті у 2010 році було встановлено, що частки пластику знаходяться на кожній ділянці 10 см на 10 см дна, кількістю майже у 40 од [13]. Забруднення настільки

всеохоплююче, що пластикове сміття виявляють навіть у горах, на льодовиках та такому недоступному місці як Маріанська западина у Тихому океані [9].

Забруднення повітряної оболонки пластиком відбувається на кожному етапі його життєвого циклу: від його виготовлення до утилізації або видалення на полігонах чи сміттєзвалищах.

Видобуток, транспортування, перетворення нафтохімічної сировини для виробництва кінцевого продукту – пластику, супроводжується викидами парникових газів (метан, вуглекислий газ). На початкових стадіях з отримання сировини забруднення відбувається внаслідок безпосередніх викидів – витік і спалювання метану, викиди від згоряння палива і використання енергії з метою буріння та окрім цього викиди, які утворюються у процесі робіт з підготовки землі під необхідні конструкції та інші споруди для видобутку. Викиди від етапів перетворення і виготовлення пластику належать до промислових, до яких входять викиди внаслідок спалювання палива (85 % викидів діоксиду вуглецю), потрібного для забезпечення енергоємності чи теплом виробництва і від технологічних процесів (15 %), за якого нафтохімічна сировина переробляється на відповідну продукцію (до прикладу, етилен) [14].

У середньому числове вираження обсягу CO_2 , яке виділяється від пластикових виробів є таким, що на кожен тону пластмаси припадає п'ять тон вуглекислого газу [14].

Іншим джерелом забруднення, яке надходить від ПВ, є їх спалювання, що за викидами у атмосферне повітря від усього життєвого циклу пластику становить найбільший внесок. У результаті спалювання виділяються парникові гази (сприяють підвищенню середньорічної температури на планеті, що викликає зміну клімату), діоксини, важкі метали, альдегіди та інші забруднюючі речовини, і які чинять негативний вплив на здоров'я людей та інші живі організми [5, 14]. Спеціальні очисні установки, якими обладнані сміттєспалювальні заводи або інші об'єкти утилізації ПВ не забезпечують

повне очищення від усіх утворених газів внаслідок згорання. У випадку неконтрольованого спалювання будь-якими особами на відкритій місцевості, небезпека від такої діяльності є надзвичайною, адже не відбувається очищення забруднюючих речовин до норм, за яких можна здійснити організований викид в атмосферне повітря.

1.2 Основні принципи управління та поводження з відходами

Управлінням відходами називають діяльність, яка спрямована на збирання, транспортування, оброблення (у тому числі відновлення і видалення), нагляд за такими операціями і подальший нагляд за об'єктами видалення відходів [15].

Директива 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року про відходи та скасування деяких Директив визначає ієрархію управління відходами (представлена на рисунку 1.3), що являє собою розподіл способів і операцій поводження з відходами таким чином, щоб забезпечувати найліпший стан навколишнього природного середовища [16]. Способи представлені у порядку від найбільш пріоритетного для виконання, до найменш.

Ієрархія розповсюджується на виконання на загальнодержавному рівні, окремих господарств і у деяких випадках домогосподарств [17].

Запобігання утворенню відходів передбачає маніпуляції, які здійснюються до того як певний виріб, речовина, матеріал перейде до групи відходів (наприклад, перепродаж непотрібних речей іншим користувачам, дарування). Ці заходи мають забезпечити зменшення обсягів відходів, повторне використання речей або довготривалість їх життєвого циклу [16, 17].

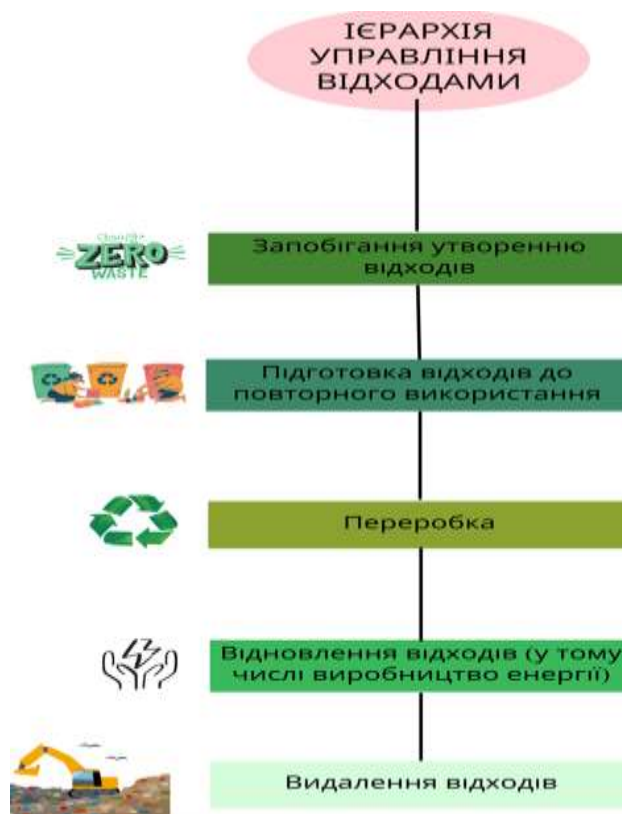


Рисунок 1.3 – Ієрархія управління відходами

Підготовка до повторного використання направлена на мінімізацію експлуатації природних ресурсів. Цей спосіб включає в себе дії з перевірки, очищення чи встановлення, без попереднього оброблення, придатності продукції чи її складових до подальшого застосування [17].

Перероблення – операція, у ході якої здійснюється переробка відходів у корисні продукцію, матеріали, речовини з первинною чи іншою метою (роздільний збір, сортування і надходження на потужності, де ті чи інші відходи використовують в якості сировини) [16, 17]. Шляхом перероблення відходів можна зменшити обсяги їх утворення, виробництво нової продукції і мінімізувати забруднення навколишнього природного середовища.

Відновлення відходів – операція, що передбачає використання відходів з певною корисною метою шляхом заміни ними матеріалів, які мали застосовуватися для здійснення певної функції чи їх підготовка для здійснення цієї функції [15].

Видалення – операція, яка не є відновленням відходів (навіть, коли внаслідок її проведення було використано речовини і енергію) і передбачає їх видалення на полігони, а також спалювання [15]. Ця операція займає останнє місце у ієрархії управління відходами і є найнебажанішою для реалізації. Вона має здійснюватися у крайньому випадку, коли реалізація чотирьох попередніх способів управління є неможливою.

Зазначена ієрархія повноцінно відповідає меті циркулярної економіки. Циркулярна економіка спрямована на зменшення обсягів утворених відходів або повернення їх у виробничий цикл (відходи матеріалів чи енергії мають використовуватися у якості сировини для інших процесів виробництва) [18]. В порівнянні з лінійною циркулярна економіка є набагато кращою та ефективнішою з екологічних і економічних аспектів.

Основні принципи циркулярної економіки створюють систему замкнутого циклу і є такими [16]:

- відновлення ресурсів;
- перероблення вторинної сировини;
- перехід від використання викопного палива до альтернативних відновлювальних джерел енергії.

Циркулярна економіка у сфері пластикових матеріалів направлена на зменшення потреби у первинній сировині й енергії для їх виготовлення, шляхом покращення експлуатаційних та інших властивостей полімерів, забезпечення культури повторного довготривалого використання, ремонту і переробки зі збереженням максимальної їх користі [18].

Утилізація відходів пластикових матеріалів здійснюється за наступними напрямками [6]:

- матеріальним, що включає виробництво з первинної полімерної сировини аналогічних виробів і переробку вторинної сировини з виробництвом з неї інших продуктів;
- сировинним (отримання внаслідок переробки хімічної сировини);

– енергетичним (спалювання в основному з метою отримання теплової енергії).

Розподіляються способи рециклінгу ПВ (межа переробки від чотирьох до п'яти разів) на фізичні (механічний (найбільш застосований в Україні), радіаційний), хімічні (сольволіз: гідроліз, гліколіз, метаноліз) і термічні: піроліз, газифікація, спалювання) [6].

Механічний рециклінг здійснюється шляхом подвійного сортування ПВ і подрібнення (після цих трьох етапів отримується флекс), а потім спіканням і розплавленням отримання агломерату або грануляту. Радіаційний метод – забезпечується за допомогою процесу деструкції молекул полімеру внаслідок впливу іонізуючого випромінювання (нейтронів, бета-частинок, гамма-випромінювання) з утворенням низькомолекулярних продуктів (мономерів) [5].

Хімічна переробка відбувається шляхом сольволізу, який передбачає деполімеризацію (розщеплення) ПВ за допомогою хімічних сполук з отриманням мономерів, олігомерів чи їх комплексу з іншими вуглеводнями. Сольволіз поділяється (залежно від обраного розчинника) на гліколіз, гідроліз і метаноліз. Гідроліз – реакція полімерів з водою у лужному, кислотному і нейтральному середовищі, яка здійснюється в загальному за температури від 120 °С до 300 °С (і може за тиску) з використанням розчинів, кислот і гарячої води чи пари в автоклаві і метилцелозольві. Гліколіз – процес, за якого використовуються гліколі (двоатомні спирти – $C_nH_{2n}(OH)_2$) за діапазону від 210 °С до 250 °С і більше (також додаються каталізатори). У свою чергу метаноліз передбачає розщеплення за допомогою метанолу (за температури більше 150 °С і тиску) у реакторі [5, 6].

Термічна переробка полімерних відходів проводиться за допомогою методу конверсії з використанням процесів піролізу і газифікації, з отриманням газу, синтетичної нафти, коксу, золи, шлаків. Шляхом піролізу ПВ розкладаються у реакторі за температури від 450 °С до 800 °С (для HDPE, LDPE і PP – 450 °С, PC – 320 °С) за відсутності кисню [5, 19]. Газифікація

передбачає деструкцію у газогенераторі за температури від 800 °С до 1500 °С у мало забезпеченому киснем (атмосферним повітрям) і водяною парою середовищі [5]. Спалювання являє собою процес горіння відходів у спеціальних сміттєспалювальних печах за температури від 1000 °С до 1300 °С [5]. Окрім цього є спалювання (більше 900 °С) RDF-палива – суміші попередньо підготовлених ПВ та спресованих брикетів або пелетів [16].

Методи переробки обумовлюється їх перевагами і недоліками: легкість здійснення, відсутність або майже утворення поллютантів, універсальність, але з потребою у великій кількості енергії, отриманням сировини низької якості, наявністю підвищеного радіаційного впливу, ймовірність зменшення теплотворної здатності синтез-газу; отримання різної кінцевої продукції, зменшення обсягів ПВ, але утворення забруднювачів і дуже дорогий процес їх очищення [5]. З утворюваного рециклату виготовляють волокна, преформи, пакувальні стреппінг-стрічки, геосинтетичні сітки і листи, одяг, меблі, вироби сантехнічного призначення, предмети побуту, а продукти термічного рециклінгу використовують для генерації електро- та теплоенергії, у газових двигунах, у нафтохімічній промисловості, у якості дизельного палива, у будівельній, цементній і хімічній галузях [5, 20, 21].

1.3 Законодавча база управління відходами

Основні стандарти у галузі управління відходами (направлені на захист довкілля від негативного антропогенного впливу), що проголошуються у Директивах ЄС, Україна взяла на себе зобов'язання встановити у національному законодавстві. Серед них наступні Директиви [22]:

– Директива 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року про відходи та скасування деяких Директив (інша назва Рамкова Директива);

– Директива Ради № 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 року «Про захоронення відходів»;

– Директива 2010/75/ЄС про промислові викиди.

Окрім вище описаного принципу ієрархії управління відходами Рамкова Директива також встановлює принципи «забруднювач платить» і розширеної відповідальності виробника. Принцип «забруднювач платить» передбачає відповідальність особи за ліквідацію забруднення нею природних ресурсів. Метою другого є встановлення відповідальності виробника за вирішення проблеми з відходами, а у деяких випадках виробника товарів, які після споживання або користування стають відходами. Це дає можливість заохочувати виробників виготовляти більш екологічну продукцію, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище і започаткувати систему вторинної переробки випущених продуктів [22].

Основним законом у екологічному законодавстві України є ЗУ «Про охорону навколишнього природного середовища» (прийнятий від 25.06.1991 р.), що визначає норми діяльності у сфері охорони навколишнього природного середовища. Згідно з ним законодавче регулювання у галузі відходів ґрунтується на Законі України «Про управління відходами» (від 20.06.2023 р.).

ЗУ «Про управління відходами» передбачає правові, організаційні та економічні норми з метою [15]:

- запобігання утворенню відходів та зниження кількості утворених;
- зменшення негативних наслідків від діяльності з управління;
- сприяння підготовці відходів до вторинного використання.

Згідно з Директивою, в ЗУ «Про управління відходами» передбачається ієрархія управління відходами і інші вище зазначені принципи. Також цей закон закріплює два види відходів – небезпечні та ті, що не є небезпечними. На центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, установи й організації покладається впровадження у порядку пріоритетності ієрархії управління відходами [15].

Зокрема стаття 30 цього закону вказує на організацію роздільного збору побутових відходів за затвердженою методикою [15].

Окрім цього у сфері використання пластикових матеріалів діє ЗУ «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України» (01.06.2021 р.), задля зменшення використання пластикових пакетів, обмеження їх поширення з метою поліпшення стану довкілля і благоустрою територій [23].

Згідно з частиною першою статті 2 ЗУ «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України», діє заборона на поширення в об'єктах роздрібною торгівлі, громадського харчування і надання послуг наступних пакетів [23]:

- надтонких пластикових пакетів (товщина стінок більше 15 мкм);
- тонких пакетів (товщина стінки від 15 мкм до 50 мкм);
- оксорозкладних (виготовлених з поліетилену і оксорозкладних домішок).

Зазначена заборона не стосується біорозкладних пластикових пакетів (розкладаються за допомогою мікроорганізмів на складові природного походження). Статтею 3 ЗУ «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України» закріплюється заборона безоплатного розповсюдження пластикових пакетів, статтею 4 вимоги до біорозкладних пластикових пакетів та їх маркування [23]. Наразі діє заборона на усі види пластикових пакетів і за порушення встановлених вимог стягуються штрафи. Також у мережах українських магазинів поліетиленові пакети замінюють на паперові, на ті, які підлягають компостуванню, а також реалізуються багаторазові тканинні сумки.

2 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ УПРАВЛІННЯ ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

2.1 Становлення та розвиток системи управління відходами

Система управління відходами в Україні характеризується наступними аспектами [24]:

- накопичення побутових і промислових відходів, які здійснюють шкідливий вплив на довкілля і здоров'я людей;
- розміщення ТПВ без врахування потенційно небезпечних наслідків;
- низький рівень використання вторинних ресурсоцінних відходів;
- низька ефективність економічних інструментів у галузі поводження з відходами.

Враховуючи вище зазначене з метою ефективності управління з відходами задля захисту довкілля і здоров'я людей запроваджується реформовування системи управління відходами у бік циркулярної економіки та сталого розвитку згідно з ієрархією управління відходами, іншими принципами Рамкової Директиви та іншими європейськими стандартами. Країна встановила собі такий напрямок з початку прийняття ЗУ «Про управління відходами» (рисунок 2.1).

Система управління відходами ґрунтується на законодавчій основі, і на відміну від ЗУ «Про відходи» (втратив свою чинність від 09.07.2023 р.), який передбачав основи лінійної економіки і сфера його дії розповсюджувалася на регулювання поводження з уже утворюваними відходами, ЗУ «Про управління відходами» передбачає ключовим попередження їх утворення, як найефективніше і першочергове завдання, а також зосередження на потенціалі ресурсоцінності відходів.

Адже старі підходи управління відходами без чіткого регулювання здійснення операцій з відходами, окремо встановлених регламентацій

поводження з тим чи іншим видом відходів і урахування сучасних тенденцій і принципів, не можуть забезпечувати досягнення ефективних результатів, зокрема впоратися з значним нагромадженням відходів.



Рисунок 2.1 – Система управління відходами [16]

З огляду на це створення сучасної системи управління відходами можна відобразити у вигляді формули, що представлена на рисунку 2.2 [25].

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Техно-} \\ \text{логічні} \\ \text{інно-} \\ \text{вації} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Європей-} \\ \text{ські} \\ \text{стандарти} \\ \text{управ-} \\ \text{ління} \\ \text{відходами} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Ради-} \\ \text{кальні} \\ \text{сис-} \\ \text{темні} \\ \text{ріше-} \\ \text{ння} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Ефек-} \\ \text{тив-} \\ \text{на} \\ \text{сис-} \\ \text{тема} \end{array} \right\}$$

Рисунок 2.2 – Елементи створення системи управління відходами

Вирішення проблеми накопичення значного обсягу відходів потребує рішучих дій комплексного характеру, якими є втілення конкретної стратегії управління відходами, впровадження відповідальності органів влади за ті чи інші рішення у відповідній галузі, створення організаційно-правової основи для інвестування у сектор переробки, взаємоузгодження міністерств і відомчих структур у процесі втілення стратегії [25].

На теперішній час в управлінні відходами передбачається втілення необхідного ряду дій, серед яких прийняття відповідних законопроектів, актів (у тому числі щодо встановлення вимог до маркування та дизайну упаковки), регіональних планів управління відходами, утворення центрів збору побутових відходів і будівництво комплексів їх відновлення, проведення рекультивациі полігонів промислових і побутових відходів (стосовно них і рекультивациа сміттєзвалищ), здійснення інформаційних заходів з метою екологічної свідомості населення стосовно управління відходами, запровадження системи екологічного менеджменту тощо [26].

2.2 Основні проблеми та виклики в управлінні пластиковими відходами

Джерелами утворення вторинної полімерної сировини є побутовий і промисловий (відходи великотонажних полімерів є найпридатнішими для рециклінгу, і становлять 80 % використання) сектор [21].

Згідно з відомостями Шостого національного повідомлення України з питань зміни клімату вміст відходів полімерних матеріалів у структурі ТПВ у середньому становить 12,9 % [27].

Ключовими галузями використання полімерних матеріалів в Україні є аграрний сектор, меблева галузь, електротехніка, вироби короткотривалого використання, автомобілебудування, будівництво і тара з пакуванням, які становлять найбільшу частку – 27 % (рисунок 2.3).

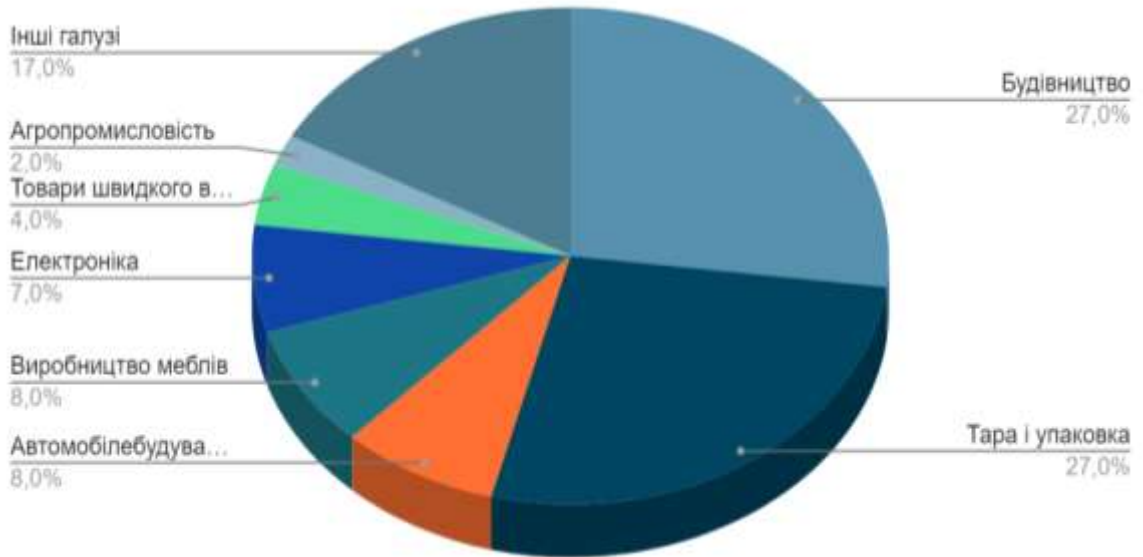


Рисунок 2.3 – Галузі використання пластику у відсотковому вираженні

На період 2018–2019 років здебільшого склад пластикових відходів становили поліетилен, поліетилентерефталат, полівінілхлорид, поліпропілен і полістирол (рисунок 2.4) [27].

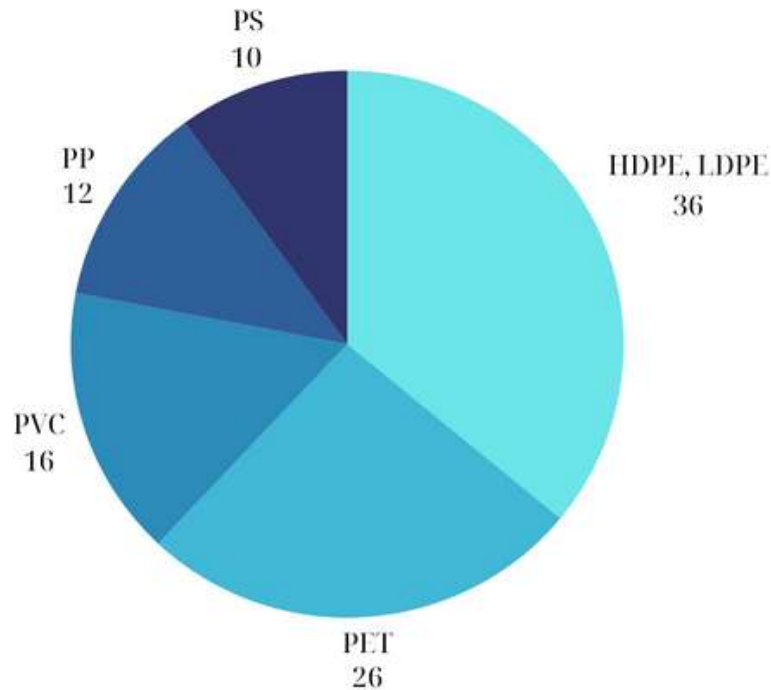


Рисунок 2.4 – Структура пластикових відходів за матеріалами, у %

Збиранням і заготівлею вторинної пластикової сировини на території областей України займаються приблизно 304 суб'єктів господарювання. Найбільша їх кількість локалізована в Закарпатській, Волинській, Київській, Полтавській і Черкаській областях, відповідно 44, 29, 31, 35 і 36 одиниць. Серед цих суб'єктів є пункти прийоми вторинної сировини, публічні акціонерні товариства, товариства з обмеженою відповідальністю, підприємства, фізичні особи підприємці, комунальні установи, управління. Здебільшого полімерні відходи входять до їхньої спеціалізації на ряду з іншими відходами для збирання і заготівлі. Лише окремі суб'єкти ведуть діяльність виключно з пластиком. Основними відходами пластикових матеріалів, з якими проводять відповідні маніпуляції є PET (найпоширеніший), зокрема пляшки і кришечки, стретч-плівка і загалом HDPE і LDPE, а також інші пластмаси. У одиничних випадках збирається поліпропілен і пінопласт [28].

З 1 січня 2018 року в Україні повинно було розпочатися роздільне збирання відходів. Станом на 2021 рік у 1725 населених пунктах запроваджується роздільне збирання побутових відходів. У 28 населених пунктах Запорізької, Волинської, Тернопільської, Хмельницької, Вінницької, Київської, Харківської, Львівської і зокрема у містах Чернівці і Києві, налічується 34 сміттесортувальні станції [29].

Сумарна кількість спеціальних транспортних засобів з вивезення побутових відходів за відомостями на 2023 рік становить більше 3,6 тис. одиниць [29].

Роздільне збирання ТПВ повинно здійснюватися згідно з затвердженою методикою за такими системами [31]:

- контейнерною (зібрані відходи у спеціальні контейнери за графіком транспортуються на об'єкти відновлення чи видалення);
- безконтейнерною (збір здійснюється у пластикові пакети і також здійснюється транспортування за графіком на об'єкти відновлення чи видалення);

- у пунктах роздільного збору ТПВ (у тому числі мобільні, облаштовані транспортними засобами);
- за заявкою споживача.

Існує чотири технологічні схеми роздільного збирання побутових відходів за контейнерною та безконтейнерною системами. За першою схемою встановлюються два – для РС і змішаних відходів (ЗВ), другою схемою – три контейнери/пакети (для конкретного виду РС, загальний для іншої РС і для ЗВ), третьою схемою – чотири (два для конкретних видів РС, загальний для іншої РС і для ЗВ) і четвертою схемою – п'ять (три для конкретних видів РС, для органічних відходів і для ЗВ). Безпосередньо пластикові відходи збираються у контейнер або пластиковий пакет жовтого кольору, який може бути у другій або третій схемах (в залежності від того, для збору якої саме ресурсоцінної сировини (РС) встановлять контейнер) і обов'язково передбачається 4 схемою. Відсортовані відходи, які підлягають підготовці до повторного застосування та переробки не можуть бути видалені за допомогою спалювання чи іншого методу, окрім відходів, що є непридатними для підготовки і переробки [31].

Станом на 2023 тариф на послугу управління ТПВ в країні становить 198,5 грн/м³, для населення – 164 грн/м³ [30].

За відомостями Українського виробничо-екологічного об'єднання «Укрвторма» на 2018 рік кількість підприємств, що спеціалізуються на переробці ПВ становить 39 одиниць, виробнича потужність яких становить 260 тис. т при завантаженості у 170 тис. т [27]. Також переробкою пляшок з поліетилентерефталату займається 19 підприємств (потужність – 77 тис. т, завантаженість – 50 тис. т) [27]. Окрім цього вагома частина підприємств з переробки застосовує PET у технологічному циклі для отримання кінцевого продукту (у тому числі виробник волокна з PET-флексу – «АЛЬФА ФЛЕКС», який розташований у м. Запоріжжя). У Київській області ТОВ «Еко Втор» спеціалізується на переробці PET-пляшок з виготовленням полімерного волокна, обробленні та утилізації стретч-плівки і загалом інших видів

пластику (ТОВ «Центр управління відходами»), виробництві вторинної гранули шляхом переробки поліетиленових відходів (ТОВ «КПД»), відновленням відсортованих РЕТ-пляшок і поліетилену (ФОП, ТОВ «ВЕП ЕКО-ВТОРМА»), переробкою плівки, РЕТ-пляшок та інших пластмас (ТОВ «Вторма ЮА»). У Волинській області на ТОВ «Грін Компані НВ» – переробка РЕТ-пляшок, у Дніпропетровській області – відновлення пластикових відходів (ФОП), утилізація пластикових відходів (ТОВ «Виноградівській завод пластмасових сантехвиробів» на Закарпатті) [21, 28]. Підприємства з переробки здійснюють відповідну плату тим, хто здає до них на переробку ті чи інші відходи пластикових матеріалів (ціна варіюється залежно від виду полімерів та інших характеристик).

В Україні за першу половину 2020 року обсяг виготовлених поліетиленових мішків та пакетів становив 29,4 тис. т, і лише 10 % відповідних відходів було направлено на переробку, інші розміщуються на полігонах і сміттєзвалищах [19]. Один з найбільших підприємств з переробки поліетилену – корпорація «Біосфера», у 2020 році переробила 860 т цього полімеру. Ціна за поліетиленові вироби з вторинної сировини на 20 %, подеколи і на 30 % є меншою у порівнянні з виробами з первинної сировини [27].

Стан вітчизняних підприємств з переробки такий, що вони недовантажені на 35 % полімерними відходами і експлуатуються частково на імпортній пластиковій сировині, при тому що на полігонах й інших місцях видалення знаходяться дуже значний їх обсяг [27]. Дефіцит ресурсоцінної сировини зумовлює її придбання з країн зарубіжжя.

За відомостями на 2021 рік спалювання відходів здійснюється на сміттєспалювальному заводі «Енергія» у місті Києві і за попередній 2020 рік було спалено 1,7 % ТПВ (завдяки чому отримується тепла енергія для деякої житлової забудови), також на Харківщині є сміттєспалювальна установка у м. Люботин і дві у м. Харків (але існує проблема контролю

викидів діоксинів, фуранів і важких металів) [16]. Проте за відомостями на 2022 рік спалювання здійснювалось лише на заводі «Енергія».

Згідно з [32] станом на 2022 рік кількість полігонів і сміттєзвалищ для захоронення відходів становить 5735 одиниць. Характерними ознаками місць чи об'єктів розміщення відходів у країні є невідповідність санітарним і екологічним нормам або повна відсутність контролю за відходами у випадку несанкціонованого їх розміщення і від загальної кількості об'єктів видалення, 693 об'єкти не відповідають нормам безпеки [32]. За відсутності належного облаштування об'єктів видалення спеціальними спорудами/конструкціями для запобігання забруднення навколишнього середовища, пластикові відходи потрапляючи туди, будуть забруднювати ґрунт, викликаючи ризик забруднення також і підземних вод.

За даними Державної служби статистики України за 2017, 2018, 2019 і 2020 роки було утворено відповідно 48,6 тис. т, 47,2 тис. т, 50,3 тис. т і 40,8 тис. т пластикових відходів (рисунок 2.5) [33].



Рисунок 2.5 – Показники стану сфери пластикових відходів, тис. т

Обсяг утилізованих відходів характеризувався зростаючою динамікою і з максимальним показником за 2018 рік у 15,6 тис. т (сумарно 59,8 тис. т). За період цих чотирьох років обсяги видалених відходів становили у середньому 2,8 тис. т і зросли до 2020 року, але обсяг уже накопичених на 2020 рік складав значний показник у 110,4 тис. т. Операція зі спалення за обсягом відходів становить найменшу частину від інших і у середньому складає 0,5 тис. т. Обсяг наявних відходів у місцях тимчасового зберігання збільшився від 2019 до 2020 року і складав показник у 10,7 тис. т [33].

У загальному стан управління ПВ від попередніх років до вище зазначених, характеризувався переважно зниженням обсягів утворення однойменних відходів. Такі операції як спалення (в поодиноких випадках з отриманням енергії) і видалення характеризувалися найменшими показниками. Проте з огляду на те, що в Україні переважаючим методом поводження з відходами є їх видалення і за відсутності змін у системі управління відходами, тому що зокрема фактично низький рівень рециклінгу, обсяг накопичених відходів дуже вагомий і ймовірно й надалі буде мати зростаючу динаміку.

У здійсненні оцінки стану сфери відходів існують складнощі з точністю числових показників, у зв'язку з їх похибками у статистичній звітності, внаслідок переведення застосованих одних одиниць в інші (за масою і об'ємом).

Відповідно до Стратегії Україною до 2030 року передбачається переробка до 65 % ТПВ і їх розміщення на полігонах не більше 10 %, а також виробництво полімерного пакування, яке повноцінно підлягає рециклінгу [2]. В свою чергу на теперішній час за найактуальнішими відомостями фактична частка переробки складає лише 8,75 %, щоправда, вона характеризується тенденцією до помірної зростаючої динаміки [30]. Фактичний обсяг видалення відходів становить більше 90 %. Це дає зрозуміти стан з реалізацією і розвитком галузі переробки ПВ у розрізі ТПВ. Зокрема Стратегією передбачається, до прикладу, досягнення 60 % повторного використання і

переробки відходів пластикового пакування до 2030 року, а в загальному переробка відходів полімерних матеріалів фактично становить від 10 % до 12 % (180 тис. т, при тому що існуючі потужності розраховані на 338 тис. т) [2, 27].

Стан зі сферою заготівлі вторинної сировини і її переробки можна розглянути у розрізі ТПВ. За 2022 рік в країні було зібрано 7420830 т відходів, в порівнянні цим, обсяг вторинної сировини і подальші дії для підготовки до переробки становлять незначну частину (рисунок 2.6) [32].

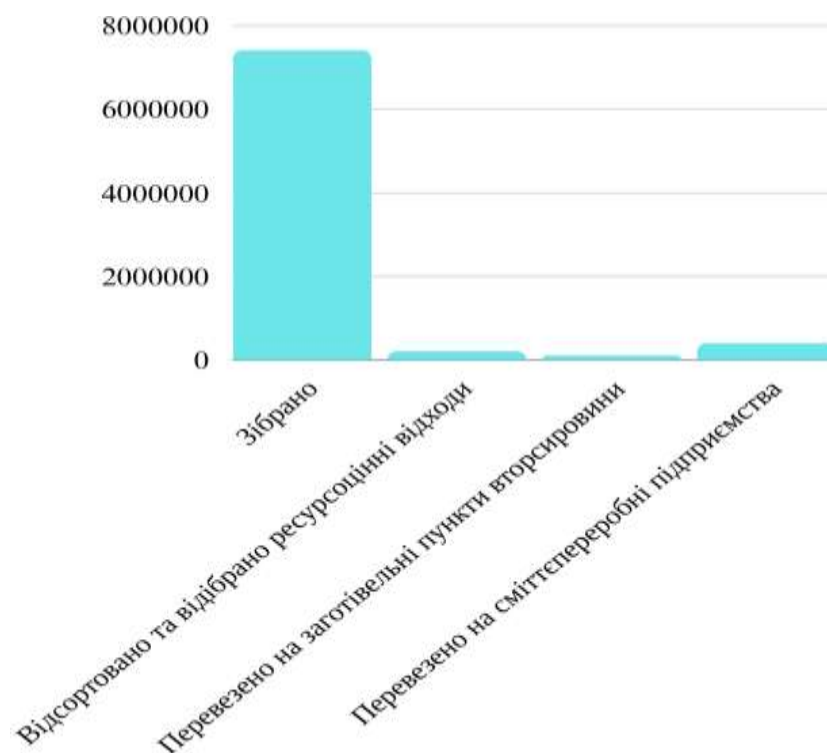


Рисунок 2.6 – Показники стану сферу ТПВ, т

Обсяги відсортованої ресурсоцінної сировини становили лише 219415 т (найбільший внесок зробили м. Київ і Кіровоградська область, а загалом у цьому були задіяні не всі області, а лише десять, що може свідчити про низький рівень роздільного збирання відходів або його відсутність, а також про проблему обліку/підрахунку відомостей щодо їх обсягів і загального стану з відходами) [32]. Обсяги перевезених відходів на заготівельні пункти склав 111571 т (найбільше у м. Київ, на Миколаївщині і Дніпропетровщині, в

загальному 22 області), а перевезені на підприємства з рециклінгу – 409936 т (вищі показники припадають на Вінницьку область, Івану-Франківську та м. Київ, в загальному 11 областей) [32]. Згідно з наведеними числовими показниками обсяг перевезених вторинних ресурсів на заготівельні пункти є меншим в порівнянні з тим скільки було відсортовано, що, можливо, може свідчити про їх втрату під час транспортування або інші причини, але обсяг перевезених на сміттєпереробні підприємства у підсумку є вищим.

Низький рівень переробки і робота відповідних підприємств не на повну потужність характеризуються наступними причинами [27]:

- рециклінг є дорожчим ніж видалення, що зумовлює зниження економічного стимулювання підприємств (середній тариф у країні на захоронення 1 м³ ТПВ становить 51 грн, для населення 47 грн) [30];
- відсутність обізнаності і розуміння серед населення важливості потреби у роздільному збиранні сміття (як наслідок нестача вторинної сировини, а наявна незадовільної якості);
- невідповідним чином розвинута інфраструктура збирання і транспортування відходів;
- неспроможність розпізнати деякі полімерні вироби через відсутність знаків екологічного маркування;
- відходи з комбінованих пластикових матеріалів або з однойменним напленням унеможливають рециклінг.

З огляду на вище зазначене в забезпеченні управління є важливою правова основа, а тому потрібне прийняття секторальних законів відповідних до ЗУ «Про управління відходами» (перші кроки було здійснено з прийняттям законопроєкту «Про упаковку і відходи упаковки», а також здійснено доопрацювання законопроєкту «Про заходи щодо запобігання і зменшення негативного впливу пластикових виробів на навколишнє природне середовище», а також внесення змін до Податкового кодексу України для реалізації принципів «забруднювач платить» (передбачається збільшення податку на захоронення ТПВ зі встановленням знижувальних для оброблених

відходів, які не становлять небезпеки і збільшуваних, наприклад, для змішаних ТПВ, які мають бути підготовлені для використання у якості вторинної сировини і не видалятися на полігон, коефіцієнтів) і розширеної відповідальності виробника [34]. Місцеві органи влади мають забезпечувати інфраструктуру роздільного збору відходів для якої потрібне значне фінансування, а витрати на це мають компенсуватися виробниками продукції, яка стала відходами. Також ініціативу з забезпечення сортування відходів часто проявляють активісти і волонтери.

2.3 Міжнародний досвід та перспективи впровадження в Україні

Управління в певних країнах зарубіжжя в порівнянні з вітчизняним характеризується максимальним використанням ПВ як вторинної сировини або з іншою користю та мінімальним їх видаленням на полігони або сміттєзвалища.

Серед таких країн ЄС, наприклад, як Данія, Бельгія Словенія і ряду інших країн переважаючим є спалювання відходів з отриманням енергії, рециклінг і майже відсутність захоронення на полігонах, а Швейцарія взагалі не здійснює видалення (рисунок 2.7).

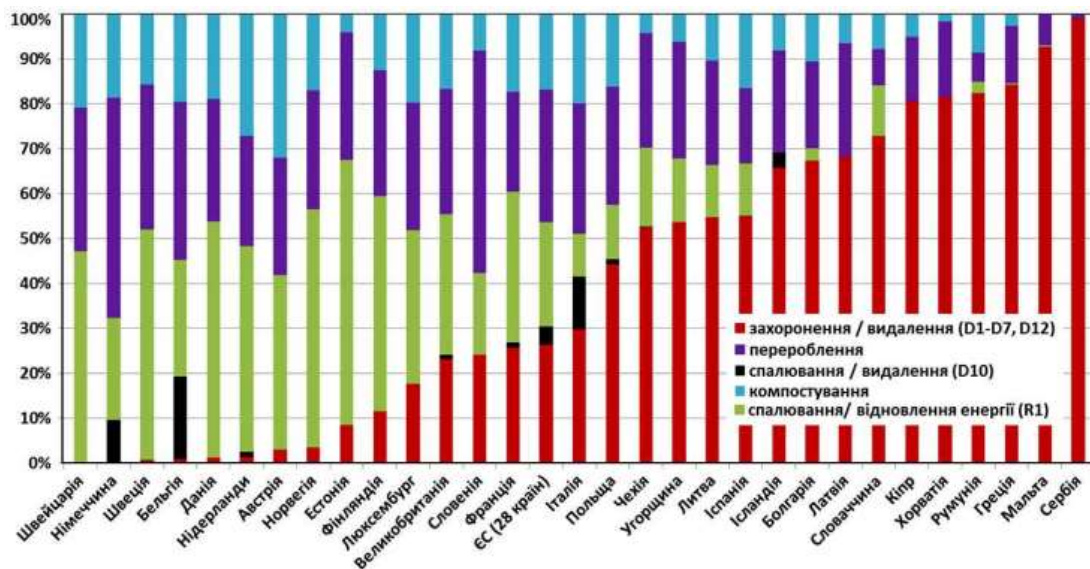


Рисунок 2.7 – Управління відходами в європейських країнах [35]

Великих здобутків в управлінні ПВ досягли країни ЄС, у них найвищий у середньому 30 % рівень рециклінгу пластикових відходів [18]. Зокрема, наприклад, в Англії показник рециклінгу PET-пляшок становить 70 %, у Німеччині – до 85 % і в Швеції – у межах 95 % (вони ж майже не видаляють відходи на полігонах – усього до 1 %) [2, 6]. Швеція дотримується ієрархії управління відходами, видаляє на полігони тільки ті відходи, які не підлягають рециклінгу (захоронення має високу вартість), а також спалює відходи з отриманням великої кількості енергії. У Німеччині система роздільного збору відходів є дуже ретельною і всеохоплюючою з обов'язковим інформуванням населення про все, що стосується належного сортування, також в цій же країні розробили метод ідентифікації і розділення різних видів пластику за допомогою сенсорів [35]. З метою зменшення використання одноразових виробів у Європі існують магазини, де покупці можуть взяти той чи інший продукт в свою багаторазову ємність, адже для цього існують спеціальні апарати для видачі [35]. Японськими вченими було створено технологію перетворення деяких ПВ у паливо (також захоронення відходів у цій країні становить також 1 %) [2, 36]. У Швейцарії існують штрафи за викидання несортованих відходів: якщо людина відмовляється дотримуватися роздільного збору, то повинна заплатити за кожен кілограм утворених нею відходів, пакет з якими позначається наліпкою, що засвідчує оплату, а у випадку викидання цього пакета без наліпки, стягується штраф. Ще одним прикладом є існування в цій країні поліції, яку називають смітцевою, що серйозно слідкує за належним збутом відходів, тому що у випадку їх виявлення у не відповідному місці, вони ідентифікують і оштрафують порушника на високу суму [35].

У країнах Північно-західної Європи діє заборона чи обмеження на видалення ПВ, у зв'язку з чим більший їх утворений обсяг спалюється [18].

127 країн ООН вносять виправлення до законодавства, що стосуються обмеження використання одноразових полімерів (штрафи у США за

використання пластикових пакетів замість паперових, у Німеччині план відмови від пластикової продукції з метою зниження темпів виробництва приблизно удвічі). У 23 країнах ЄС і островів Тихого океану діють виплати користувачам за повернення полімерної продукції. Крім того уже чотири роки діє ухвалений Європарламентом закон про заборону використання одноразових пластикових виробів [36].

В Україні впроваджуються деякі закордонні практики з управління відходами, зокрема облаштування системи дегазації полігонів та виробництво електроенергії з отриманого газу. Також створення на законодавчому рівні більш радикальних і неухильних до обов'язкового виконання вимог буде основою для результативних змін у системі управління відходами, задля поступового наближення до пріоритетних високих показників у відповідній сфері в першу чергу країн ЄС.

3 НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

З метою створення умов для покращення життя населення, шляхом запровадження системного підходу до поводження з відходами на державному і регіональному рівні, мінімізації обсягів утворення відходів і підвищення обсягів їх перероблення і повторного використання в Україні від 08.11.2017 року була прийнята Національна стратегія управління відходами до 2030 року (далі Стратегія). Стратегія встановлює основні напрями державного регулювання у галузі поводження з відходами з урахуванням європейських підходів з питань управління відходами, що ґрунтуються на положеннях (вказані ті Директиви, які стосуються полімерних відходів) [24]:

- Рамкової Директиви;
- Директиви Ради №1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 р. «Про захоронення відходів»;
- Директиви 94/62/ЄС Європейського парламенту та Ради від 20 грудня 1994 р. «Про упаковку та відходи упаковки»;
- Директиви №2006/21/ЄС Європейського парламенту та Ради від 15 березня 2006 р. «Про управління відходами видобувних підприємств, та якою вносяться зміни до Директиви 2004/35/ЄС».

Покрокову реалізацію Стратегії визначає Національний план управління відходами до 2030 року (від 20.02.2019 р.), який передбачає наступні загальні питання [26]:

- підпорядкування національного законодавства до вимог європейського законодавства;
- запровадження економічних механізмів для покращення управління відходами;
- поліпшення інституційної структури у галузі управління відходами;

- закріплення кадрової забезпеченості у галузі управління;
- реформування системи інформаційного забезпечення галузі управління;
- підвищення інформативності населення щодо управління відходами.

В Україні впроваджується здійснення управління відходами на наступних рівнях планування – від вибору напрямку, заходів, шляхів впровадження на початкових рівнях (національний, регіональний) до конкретних дій на місцевому рівні, також на рівні підприємств, організацій і установ. Місцева і регіональна влада є відповідальною за належне поводження з відходами, утворюваними на їх території.

Регіональний план управління відходами являє собою сукупність взаємоузгоджених завдань і заходів, які призначені для здійснення сталого управління відходами в тому чи іншому регіоні на основі аналізу фактичного стану галузі управління та уже створених моделей, а місцевий план створюється і затверджується згідно з регіональним у період одного року після встановлення чинності останнього. Елементом Національного плану управління відходами може бути Національна програма запобігання утворенню відходів, якою передбачаються цільові показники запобігання, заходи з запобігання, організаційно-економічні механізми і показники оцінки прогресу реалізації заходів з запобігання. У процесі створення плану Стратегії управління відходами з метою досягнення ефективності останнього, є дуже значущими врахування характерних особливостей того чи іншого населеного пункту, взаємозв'язок з громадою, консультації і допомога з боку фахівців у галузі управління [15, 16].

Окрім цього з метою забезпечення стимулювання дотримання принципу ієрархії управління відходами, доцільними для застосування можуть бути наступні економічні механізми [38]:

- правило «плати за те, що викидаєш» (передбачає стягування платні з утворювача відходів за їх утворені обсяги);

- повернення депозитних внесків з метою стимулювання роздільного збору вжитої продукції;
- забезпечення відповідного інвестування в інфраструктуру управління відходами;
- поступове скасування субсидій, які не можуть співіснувати з ієрархією;
- економічне стимулювання для регіональних і місцевих органів влади;
- надання пільг підприємствам, які здійснюють рециклінг ресурсоцінної сировини.

Альтернативою в управлінні відходами та ресурсами є ідеологія «Zero Waste» (нуль відходів), в основі якої збереження ресурсів, шляхом відповідального виробництва, споживання, а також інших дій, що передбачають довготривале використання певних продуктів і отримання їх максимальної користі, а також відновлення (виключаючи спалювання та негативний інший вплив на довкілля і здоров'я людей) і в Україні впровадження цієї ідеології наразі локально, але існує. Позитивними аспектами концепції є зниження витрат на вивезення відходів, підвищення прибутку за продаж ресурсоцінної сировини, зниження витрат на забезпечення функціонування сміттєспалювальних підприємств, створення робочих місць, належний роздільний збір відходів [39]. Також від проекту благодійності «Япомога» в таких містах як Київ, Львів, Чернівці і Черкаси (планується поширити їх на всю країну) були встановлені бокси, які мають комплексну мету – збір пластикових пляшок, які направляються на переробку, і допомога тваринам, літнім людям, дітям з особливими потребами (людина, яка здала у бокс пляшку може обрати кому хоче допомогти, натиснувши відповідну кнопку на боксі).

Окрім цього у країні зростає кількість проектів з рециклінгу ПВ, зокрема переробка поліетиленових, поліпропіленових відходів тощо, і

неліквідної продукції у тротуарну плитку та інші вироби, черепицю і паливо [36].

Серед методів рециклінгу із ефективним використанням ПВ у якості вторинної сировини, існує метод додавання суміші із рециклату HDPE-пакетів, стаканчиків і PET-пляшок у асфальтобетонну суміш (це дозволяє поліпшити якісні характеристики асфальтових доріг і збільшити період їх використання) [19].

Розвитку сфери рециклінгу ПВ можуть сприяти удосконалення процесів підготовки ресурсоцінної сировини до переробки, а також її здійснення зі змішаними і забрудненими ПВ, прагнення до застосування вторинного поліетиленового пакування у харчовій сфері, використання вторинної сировини у комплексі матеріалів і заміна штучних пластикових матеріалів на альтернативні натурального походження [40].

У сфері інформаційного забезпечення управління відходами Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України було створено та введено в дію бета-версію інформаційної системи управління відходами, що являє собою електронну базу даних на Єдиній екологічній платформі «ЕкоСистема» з інформацією про відходи, виробників продукції, організації розширеної відповідальності виробника і суб'єктів господарювання у галузі оброблення відходів. Діяльність системи направлена відстежування операцій з поводження кожною тонною відходів, контроль і відкритість руху відходів (зادля забезпечення відповідності фактично здійсненої операції до прописаної у документах) і введення в дію європейських підходів [40, 41].

Окрім цього українськими розробниками було створено мобільний додаток «Сортуй», який надає інформацію про те, як сортувати той чи інший вид відходів, зокрема там вказано про різноманітні відходи, виготовлені з полімерних матеріалів.

Також в Україні функціонує Національна мапа пунктів прийому вторинної сировини, яка надає інформацію про розташування, графік роботи

пунктів прийому сировини і інших місць збору відходів (відходи пластикових матеріалів є одними з головних серед відходів, які приймають) в тому чи іншому населеному пункті.

Рекомендованими заходами з оптимізації управління ПВ є наступні:

- створення всеохоплюючої національної мережі роздільного збору відходів (що становить основу для забезпечення майбутньої переробки ПВ), шляхом включення цього завдання як одного з найпріоритетніших для виконання до місцевих планів управління відходами і його поступової реалізації для усіх населених пунктів;

- повне законодавче закріплення (і чітко регламентоване для виконання) принципів «забруднювач платить» і розширеної відповідальності виробника, задля стимулювання запобігання утворенню відходів, культури повторного використання останніх і забезпечення додаткового фінансування управління відходами;

- приведення стану полігонів до європейських стандартів, закриття тих, які не можуть надалі експлуатуватися, а також будівництво нових з належним обслуговуванням і контролем, з метою покращення стану довкілля і його охорони, зосередження на збільшенні заготівлі вторинної сировини і зниженні застосування практики видалення відходів, що сприятиме зменшенню нагромадження останніх;

- використання успішних міжнародних практик управління відходами на етапах поводження з ними, особливо, результативного економічного заохочення і стимулювання (штрафи, повернення коштів, наприклад, за певну здану використану пластикову тару);

- включення до навчального процесу закладів усіх рівнів освіти (особливо дошкільної і для молодших класів шкіл, щоб формувати екологічно свідоме покоління) періодичного проведення заходів з формування культури належного поводження з відходами, зокрема поінформованості стосовно видів відходів і сортування, шляхом проведення ігор, квестів, залучення інтерактивних, ЗМІ та інших засобів передачі інформації, літератури,

екскурсій на об'єкти управління відходами та інші громадські об'єднання у цій сфері, залучення до участі у акціях до Всесвітнього дня охорони довкілля і інших свят екологічного календаря, а також в загальному для населення.

ВИСНОВКИ

Пластик надає людству широкий асортимент товарів вироблених з нього для задоволення тих чи інших потреб, але в першу чергу нерозважливе їх використання, особливо одноразових, створило глобальне забруднення ПВ шляхом поширення з однієї геосферної оболонки до іншої, а небезпечне ураження відходами цього матеріалу, зумовлюване зокрема токсичністю, циркулюючи в процесі обігу речовин і переходячи по трофічних ланцюгах призводить до загибелі живих організмів (деградації екосистем) і негативного впливу на людину.

Запобігання утворенню ПВ є найпріоритетнішим заходом в боротьбі з накопиченням однойменних відходів, адже набагато ефективніше якомога довше продовжити термін користування тої чи іншої продукції ніж потім вирішувати проблему її збуту. На ряду з цим переробка залишається також екологічно і економічно ефективним методом рішення проблеми відходів.

Навіть не очікуючи, наприклад, на якісь зміни в управлінні ПВ на державному рівні, кожна людина може почати впроваджувати їх з себе. Шляхом повторного використання певних речей можна значно знизити ймовірність їх переходу до категорії відходів, тим самим відвертаючи збільшення їх нагромадження. Окрім цього дуже великий внесок у попередження і зменшення утворення ПВ і спричиненого ними забруднення є використання багаторазових виробів, адже на теперішній час існує різноманітний асортимент екологічних товарів призначених для постійного застосування, у тому числі тари із альтернативних матеріалів і сумки, та інша продукція.

В Україні управління ПВ на теперішній час становить не повноцінно сформовану структуру, зокрема часто з локальною заготівлею вторинної сировини і її переробкою, а також переважаючим видаленням, тому для її оптимізації необхідне створення/удосконалення законодавства у галузі

управління з чіткими нормами і вимогами (зокрема розроблення і запровадження законодавчих документів саме стосовно полімерних матеріалів) із застосуванням ефективних економічних механізмів, а також з запровадженням принципів Рамкової Директиви, перейняття ефективних практик країн зарубіжжя, використання креативних багатоцільових проєктів з сортування відходів, нововведення з їх переробки і конкретного розподілу і виконання функцій ланок управління. На цій основі початковою головною ланкою має бути всеохоплюючий роздільний збір відходів (ефективність якого значно залежить від усвідомлення його доцільності і необхідності населенням, державою і підприємствами), відкритість і достовірність транспортування на сортувальні станції, а згодом на об'єкти рециклінгу (тим самим забезпечуючи зниження показників видалення), тому що без належної інфраструктури не можна ефективно здійснювати управління. Ці дії мають наближати систему управління ПВ до розвитку і закріплення на національному рівні.

Загалом створення і ефективність реалізації системи управління передбачає взаємодію і взаємоузгодженість дій верств населення і органів влади.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Катербоу О. Історія: ривок уперед [Електронний ресурс] / О. Катербоу, О. Сперанська., перек. Н. Сліпенко. – Київ : Фонд імені Гайнріха Бьоля, 2020. – Режим доступу: <https://ua.boell.org/uk/2020/07/03/istoriya-rivok-upered-u-trokh-literakh> (дата звернення: 11.05.2024).

2. Михайлова Є. О. Пластикове забруднення – одна з головних екологічних проблем людства [Електронний ресурс] / Є. О. Михайлова // Комунальне господарство міст – 2020. – Том 4. – № 157. – С. 109–121. – Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/16137> (дата звернення: 13.05.2024).

3. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Інжиніринг пакувань та пакувального обладнання» спеціальності 131 «Прикладна механіка» та «Інжиніринг обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / І. О. Мікульонок. 2-ге вид., переробл. та доповн. – Електрон. текст. дані (7,21 Мб). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 292 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/items/c46b0032-d3ac-45ef-8396-0ecb2a8ec050> (дата звернення: 13.05.2024).

4. Pandey P. Plastic waste management for sustainable environment: techniques and approaches [Electronic resource] / P. Pandey, M. Dhiman, A. Kansal, S. Prasanna Subudhi // Journal Waste Disposal & Sustainable Energy, – 2023. – № 2. – 207 p. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/369055088_Plastic_waste_management_for_sustainable_environment_techniques_and_approaches (date of appeal: 14.05.2024).

5. Михайлова Є. О. Аналіз методів перероблення пластикових відходів [Електронний ресурс] / Є. О. Михайлова, Д. М. Дейнека,

Г. М. Панчева // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях : зб. наук. пр. – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – № 1 (7). – С. 80-89. – Режим доступу: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/3ee2e7a4-d709-491a-8fd0-3c9e842f5f75> (дата звернення: 14.05.2024).

6. Сучасний стан поводження з полімерними відходами [Електронний ресурс] / О. О. Єфремова [та ін.] // Вісник Хмельницького національного університету. – 2022 (313). – № 5. – С. 26-31. – Режим доступу: <http://journals.khnu.km.ua/vestnik/?p=14824> (дата звернення: 14.05.2024).

7. Топ-8 причин забруднення пластиком [Електронний ресурс] / Довкілля вперед, 2023. – Режим доступу: https://uk.environmentgo.com/causes-of-plastic-pollution/#_Top_8_Causes_of_Plastic_Pollution (дата звернення: 15.05.2024).

8. Охрей А. Чим небезпечний пластик для довкілля? [Електронний ресурс] / А. Охрей. – Київ : Інтернет-магазин екотоварів Ecogrizzly, 2020. – Режим доступу : <https://ecogrizzly.shop/dangerous-plastic/> (дата звернення: 15.05.2024).

9. Белоусова К. У світі відзначають день навколишнього середовища: цікаві факти [Електронний ресурс] / К. Белоусова. – Київ : медіаплатформа Екополітика, 2023. – Режим доступу: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/u-sviti-vidznachajut-den-navkolishnogo-seredovishha-cikavi-fakti/> (дата звернення: 16.05.2024).

10. Arkin C. Plastic atlas [Electronic resource] : atlas / C. Arkin, D. Azoulay, A. Caterbow [and other] // Heinrich Böll Foundation and Break Free From Plastic, Berlin, Germany, – 2019. – Access mode: <https://www.boell.de/en/plasticatlas> (date of appeal: 16.05.2024).

11. Microplastics [Electronic resource] : Wasser 3.0 – Access mode: <https://wasserdreinull.de/en/knowledge/microplastics/> (date of appeal: 18.05.2024).

12. Пластикова епідемія: рух за знищення планети. Чи можливо запобігти наближенню екологічної катастрофи? [Електронний ресурс] /

Журнал «ECOBUSINESS. Екологія підприємства», 2019. – Режим доступу: <https://ecolog-ua.com/news/plastykova-epidemiya-ruh-na-znyshchennya-planety-chy-mozhlyvo-shche-zapobigty-nablyzhennyu> (дата звернення: 14.05.2024).

13. Забруднення пластиком увійшло у викопну історію [Електронний ресурс] : Responsible Future : інформаційний простір сталого розвитку, 2019. – Режим доступу: <https://responsiblefuture.com.ua/zabrudnennya-plastikom-uvijshlo-u-vikopnu-istoriyu/> (дата звернення: 18.05.2024).

14. Мартиненко А. Пластик і клімат який зв'язок [Електронний ресурс] / А. Мартиненко; за ред. Д. Попфалуші. – ГС «Український Альянс Нуль Відходів», 2022. – 20 с. – Режим доступу: https://zerowaste.org.ua/2022/12/15/plastyc_i_klimat/ (дата звернення: 18.05.2024).

15. «Про управління відходами» [Електронний ресурс] : закон : [схвалено постановою Верховної Ради України від 20.06.2022 № 2849-ІХ] // Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 18.05.2024).

16. Практичні аспекти управління відходами в Україні [Електронний ресурс] : посібник / М. О. Барінов, І. Л. Олексівець, Д. В. Родная [та ін.] – Київ : «Поліграф плюс», 2021. – 118 с. – Режим доступу: http://ukrecoalliance.com.ua/wp-content/uploads/2021/11/Posibnyk_praktychni-aspekty-upravlinnia-vidkhodamy-v-Ukraini.pdf (дата звернення: 23.05.2024).

17. Тевкун Т. Ієрархія управління відходами. Що це таке і як впровадити в Україні [Електронний ресурс] : публікація / Т. Тевкун. – Львів : МБО «Екологія-Право-Людина», 2019. – Режим доступу: <https://epl.org.ua/eco-analytics/iyerarhiya-povodzhennya-z-vidhodamy-shho-tse-take-i-yak-vprovadyty-v-ukrayini/> (дата звернення: 23.05.2024).

18. Захарчук Д. В. Шляхи використання пластику в циркулярній економіці [Електронний ресурс] / Д. В. Захарчук, І. В. Хаджинов. // Вісник студентського наукового товариства ДонНУ імені Василя Стуса. – 2021. Том 2.

– № 13. С. 218–219. – Режим доступу: <https://jvestnik-sss.donnu.edu.ua/article/view/11277> (дата звернення: 24.05.2024).

19. Шилович Т. Б. Аналіз проблем утилізації поліетилену в Україні та шляхи подолання у світі [Електронний ресурс] / Т. Б. Шилович, І. В. Омельчук // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Сер.: «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження», Київ : НТУ «КПІ», – 2021. – № 1 (20). – С. 74–77. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/9aaed3e2-a347-4b6b-9741-99aeff0b1ac/content> (дата звернення: 30.05.2024).

20. Сталінська І. В. Поводження з побутовими відходами: конспект лекцій для студентів 1 та 2 курсу всіх форм навчання спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища [Електронний ресурс] / І. В. Сталінська, О. В. Хандогіна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 84 с. – Режим доступу: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/1138588/mod_resource/content/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B7%20%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D0%BC%D0%B8.pdf (дата звернення: 30.05.2024).

21. Ковальов М. Поводження з пластиковими відходами в Україні: потенціал переробки є [Електронний ресурс] / М. Ковальов, Ю. Мащенко, О. Гайденко // Онлайн-журнал GrowHow.in.ua, 2024. – Режим доступу: <https://www.growhow.in.ua/povodzhennia-z-plastykovymy-vidkhodamy-v-ukraini-potentsial-pererobky-ie/> (дата звернення: 30.05.2024).

22. Тимощук Л. Європейські стандарти у галузі поводження з відходами [Електронний ресурс] / Л. Тимощук. – Львів : МБО «Екологія-Право-Людина», 2019. – Режим доступу: <https://epi.org.ua/eco-analytics/yevropejski-standarty-u-galuzi-povodzhennya-z-vidhodamy/#> (дата звернення: 30.05.2024).

23. Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України : закон : [схвалено постановою Верховної Ради України від 01.06.2021 № 1489-IX] // Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1489-20#Text> (дата звернення: 31.05.2024).

24. Про схвалення Національної стратегії управління відходами до 2030 року [Електронний ресурс] : розпорядження : [схвалено постановою Верховної Ради України від 20.02.2019 № 117-р] // Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text> (дата звернення: 31.05.2024).

25. Колодійчук І. А. Формування ефективної системи управління відходами в Україні [Електронний ресурс] / І. А. Колодійчук // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. – 2018. – Вип. 4. – С. 86–87 –
Режим доступу: [https://ird.gov.ua/sep/sep20184\(132\)/sep20184\(132\)_085_KolodiychukI.pdf](https://ird.gov.ua/sep/sep20184(132)/sep20184(132)_085_KolodiychukI.pdf) (дата звернення: 01.06.2024).

26. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року : розпорядження : [схвалено постановою Верховної Ради України від 20.02.2019 № 117-р] // Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text> (дата звернення: 01.06.2024).

27. Сафранов Т. А. Відходи пластикових матеріалів: оцінка утворення і поводження в регіонах північно-західного причорномор'я [Електронний ресурс] / Т. А. Сафранов, В. Ю. Приходько, В. І. Михайленко. // Український гідрометеорологічний журнал. – 2023. – № 31. С. 122–124. – Режим доступу: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/11849/> (дата звернення: 02.06.2024).

28. Екологічні паспорти [Електронний ресурс] : Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/ekologichni-pasporty/> (дата звернення: 03.06.2024).

29. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році [Електронний ресурс] : Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/natsionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-prirodnogo-seredovyshha-v-ukrayini/> (дата звернення: 03.06.2024).

30. Стан сфери управління побутовими відходами в Україні за 2023 рік [Електронний ресурс] : Офіційний сайт Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua> (дата звернення: 03.06.2024).

31. Про затвердження методики роздільного збирання побутових відходів [Електронний ресурс] : наказ : [схвалено постановою Верховної Ради України від 13.12.2023 № 1130] // Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0168-24#n16> (дата звернення: 05.06.2024).

32. Аналіз стану сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2022 рік (додатки 1, 2 і 4) [Електронний ресурс] : Офіційний сайт Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/34323.html> (дата звернення: 06.06.2024).

33. Утворення та поводження з відходами I-IV класів небезпеки за категоріями матеріалів [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 06.06.2024).

34. Кречик А. С. Правове регулювання національної системи управління відходами в Україні: імплементація до європейських стандартів [Електронний ресурс] / А. С. Кречик, О. В. Кривець, О. О. Савчук // Юридичний науковий електронний журнал с 2023. – № 10. – С. 260–261. – Режим доступу: http://lsej.org.ua/10_2023/60.pdf (дата звернення: 06.06.2024).

35. Кращі європейські практики управління відходами [Електронний ресурс] / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич,

за заг. ред. О. Кравченко. – Львів : Видавництво «Компанія «Манускрипт»», 2019. – 64 с. – Режим доступу: https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2019/07/Krashchi_ES_praktuku_NET.pdf (дата звернення: 06.06.2024).

36. Коломієць Т. М. Полімерні відходи: проблеми накопичення та вторинної переробки [Електронний ресурс] / Т. М. Коломієць, Т. А. Караваєв, Т. Г. Глушкова. // Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. – 2021. – № 26. – С. 89–92. – Режим доступу: <http://journals-lute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech/article/view/919/872> (дата звернення: 07.06.2024).

37. Савчук О. О. Проблеми використання та утилізації пластикових відходів в Україні [Електронний ресурс] / О. О. Савчук, О. О. Бойко // Журнал Право та інновації. – 2019. – № 1 (25). – С. 72–73. – Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/ea6b9362-246b-4381-92d6-a60e096885e0/content> (дата звернення: 07.06.2024).

38. Директива Європейського парламенту і Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року про відходи та про скасування деяких директив [Електронний ресурс] : засіб документування : [поточна редакція від 05.07.2018] // Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#n583 (дата звернення: 07.06.2024).

39. Мартиненко А. Міф про безпечне сміттєспалювання [Електронний ресурс] / А. Мартиненко. – ГС «Український Альянс Нуль Відходів», 2023. – 74 с. – Режим доступу: <https://zerowaste.org.ua/2023/04/10/mif-pro-smittyespalyuvannya/> (дата звернення: 08.06.2024).

40. Переробка полімерних відходів: сучасний стан і перспективи розвитку [Електронний ресурс] : збірник наукових праць VIII-ого Міжнародного з'їзду екологів. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 473 с. – Режим доступу:

http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9347/1/EI%20Hadr_Y_%20Berlinsky%20N_Slizhe%20M_VIII_z'izd_ekologiv_Vinnytsya_2021.pdf (дата звернення: 08.06.2024).

41. Про затвердження Порядку створення та адміністрування інформаційної системи управління відходами : постанова : [схвалено постановою Верховної Ради України від 05.12.2023 № 1279] // Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1279-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення: 08.06.2024).

42. Офіційно запускаємо інформаційну систему управління відходами в Україні [Електронний ресурс] : Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/ofitsijno-zapuskayemo-informatsijnu-systemu-upravlinnya-vidhodamy-v-ukrayini/> (дата звернення: 08.06.2024).