

### **2.3. Управління відходами у глобалізованому світі: виклики та перспективи (О. В. Шebаніна, А. І. Бурковська, А. С. Полторак, А. В. Бурковська, А. Л. Сухорукова)**

Промисловий розвиток глобалізованого світу, що сприяє економічному, соціальному та технологічному розвитку, має суттєвий недолік – постійне зростання відходів, які супроводжують процеси виробництва і споживання продукції. Експоненційні темпи зростання кількості населення планети також сприяють створенню додаткового негативного антропогенного ефекту на біосферу через її забруднення продуктами життєдіяльності.

Зі швидким розвитком індустріалізації та урбанізації екологічні проблеми, що постійно загострюються, потребують розумної стратегії моніторингу їхньої динаміки в різних регіонах і країнах. Останнім часом увага до екологічної стійкості зростає як до одного з головних елементів сталого розвитку для досягнення Цілей сталого розвитку ООН, що знаходить відображення в наукових працях зарубіжних і вітчизняних вчених.

Так, О. Житкевич, А. Азарова та І. Нікіфорова вивчають підходи до регулювання процесів викидів вуглецю у процесі виробничо-господарської діяльності вітчизняних підприємств. Ученими (Житкевич та ін., 2022) запропоновано адміністративно-економічний інструментарій впливу на виробників із метою скорочення викидів в атмосферу та збільшення бюджетних надходжень для їхнього подальшого спрямування на розв'язання екологічних проблем, пов'язаних із розміщенням відходів.

С. Бьотчер і М. Мюллер (Böttcher et al., 2013) досліджують наслідки забруднення довкілля виробничими відходами та пропонують заходи щодо скорочення обсягу таких відходів через цілісний підхід до оброблення, розроблення, впровадження, моніторингу та вдосконалення стратегії поводження з виробничими відходами на місцевому та центральному рівнях у межах управління ними.

Б. Дода, С. Геноллі та Д. Гровер розглядають питання корпоративної соціальної відповідальності в контексті зменшення кількості викидів унаслідок господарської діяльності підприємств. Дослідження (Doda et al., 2016) проведено для розроблення протоколу якості та визначення методу припинення відходів для піролізної олії для шин у межах стратегії кругової економіки та внутрішніх стимулів у побутових відходах.

С. Босе, К. Мінік і С. Шамс пропонують ідею стратегії циклічної економіки в управлінні харчовими відходами для оптимізації виробництва енергії за допомогою анаеробного зброджування та, як наслідок, зменшення викидів вуглецю. У своєму дослідженні автори (Bose et al., 2021) подали результати, які підтримують перенаправлення фракції харчових відходів на процеси анаеробного зброджування, що є частиною топологічних дій для досягнення цілей щодо екологічного перероблення відходів і зниження парникового ефекту від створення звалищ.

У дослідженні Дж. Нгуєн і Дж. Ши (Nguyen et al., 2021) запропоновано політику екологічно стійкого поводження з відходами в організаціях та устано-

вах, зокрема фінансові, що дозволить скоротити обсяги оброблення та утилізації відходів. А. Полторак, О. Христенко, А. Сухорукова, Т. Мороз, О. Шарін досліджили вплив рівня фінансової незалежності та добробуту домогосподарств на їхню поведінку щодо утворення, сортування та утилізації побутових відходів за сучасного технологічного-економічного укладу. Ученими (Poltorak et al., 2022) акцентовано увагу на важливості управління утворенням відходів, заохочення повторного їхнього використання, підтримання біологічного відновлення та перероблення, створення обізнаності про використання відходів, які не підлягають переробленню, і гарантування, що оброблення та утилізація відходів не матиме негативних наслідків для здоров'я населення та безпеки довкілля.

Вплив відходів сільськогосподарського виробництва на довкілля та пропонують заходи зменшення негативного ефекту від нього вивчають А. І. Бурковська, О. В. Шебаніна, Т. І. Лункіна, А. В. Бурковська. Учені (Burkovska et al., 2021; Lunkina et al., 2020) досліджують проблеми формування соціально відповідального підходу до господарювання серед сільськогосподарських виробників через механізми державної підтримки.

Джерела відходів переважно класифікують як побутові, комерційні, промислові, муніципальні та сільськогосподарські (Bobrovska et al., 2022). Згідно з попередніми дослідженнями (Knoke et al., 2020), виробництво твердих побутових відходів (ТПВ) може сягнути 2,6 млрд т на рік до 2025 року внаслідок збільшення населення, урбанізації, індустріалізації та економічного розвитку. Розглянемо більш детально статистику утворення побутових відходів у всьому світі в розрізі провідних країн світу (рис. 2.11).

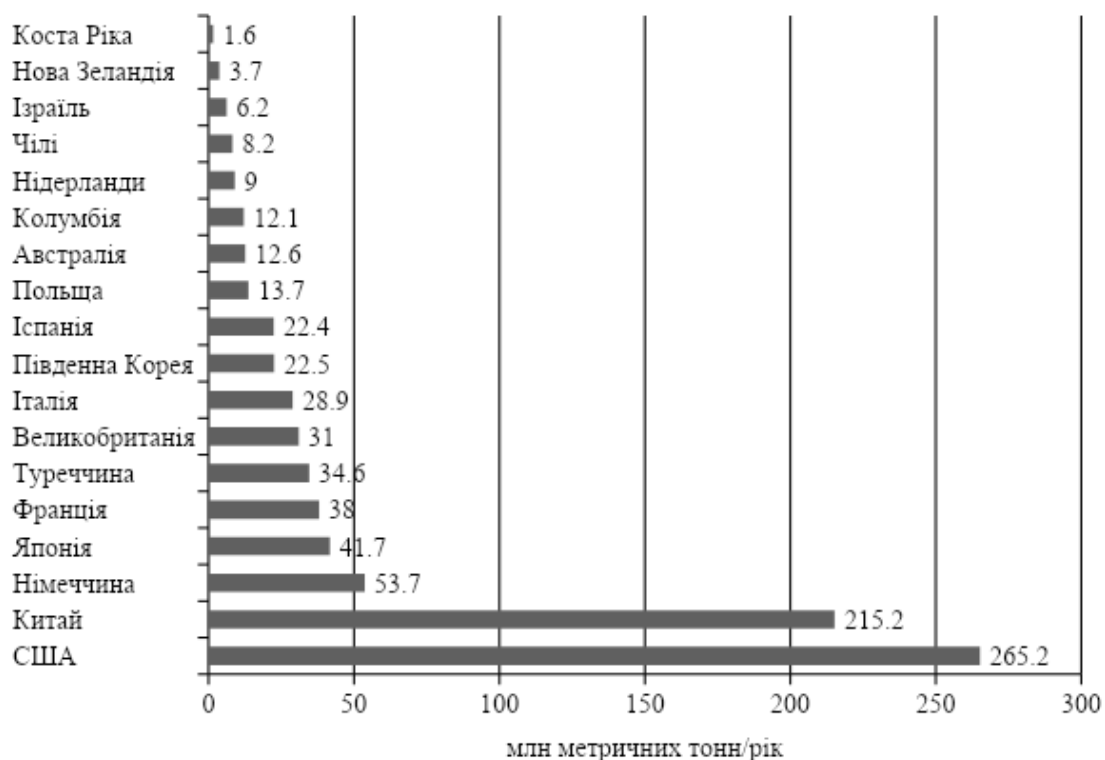


Рисунок 2.11 – Утворення побутових відходів у всьому світі станом на 2021 рік за вибраними країнами, млн метричних тонн (побудовано на основі Statista, 2021a)

Отже, США та Китай є найбільшими виробниками побутових відходів у світі, утворюючи понад 200 млн т відходів на рік.

Водночас міські відходи складаються переважно з різноманітних предметів повсякденного вжитку, таких як залишки їжі, побутова техніка, одяг, пластикова упаковка. Найшвидший потік відходів – електронні відходи, особливо в країнах, що розвиваються. У 2019 році обсяг електронних відходів у всьому світі досяг 54 мільйонів метричних тонн і, як очікується, зростатиме далі (Statista, 2021a).

Після збирання призначеною компанією відходи, зазвичай, транспортуються на місця для захоронення, перероблення, компостування або відновлення. Хоча темпи перероблення відходів покращуються, захоронення все ще залишається найпоширенішою формою утилізації та перероблення відходів у всьому світі.

Оскільки утворення відходів у всьому світі і далі зростає, багато звалищ зросли до астрономічних розмірів, як, наприклад, одне з найбільших звалищ у світі – Судоквон у Південній Кореї, на яке щодня скидається близько 20 тис. тонн сміття.

Досліджуючи проблеми викидів за регіонами світу, важливо звернути увагу не лише на абсолютні показники кількості утворених відходів, але й на співвідношення між кількістю розміщених відходів і кількістю населення окремих регіонів і країн світу, що характеризує потенціал генерації відходів (рис. 2.12).

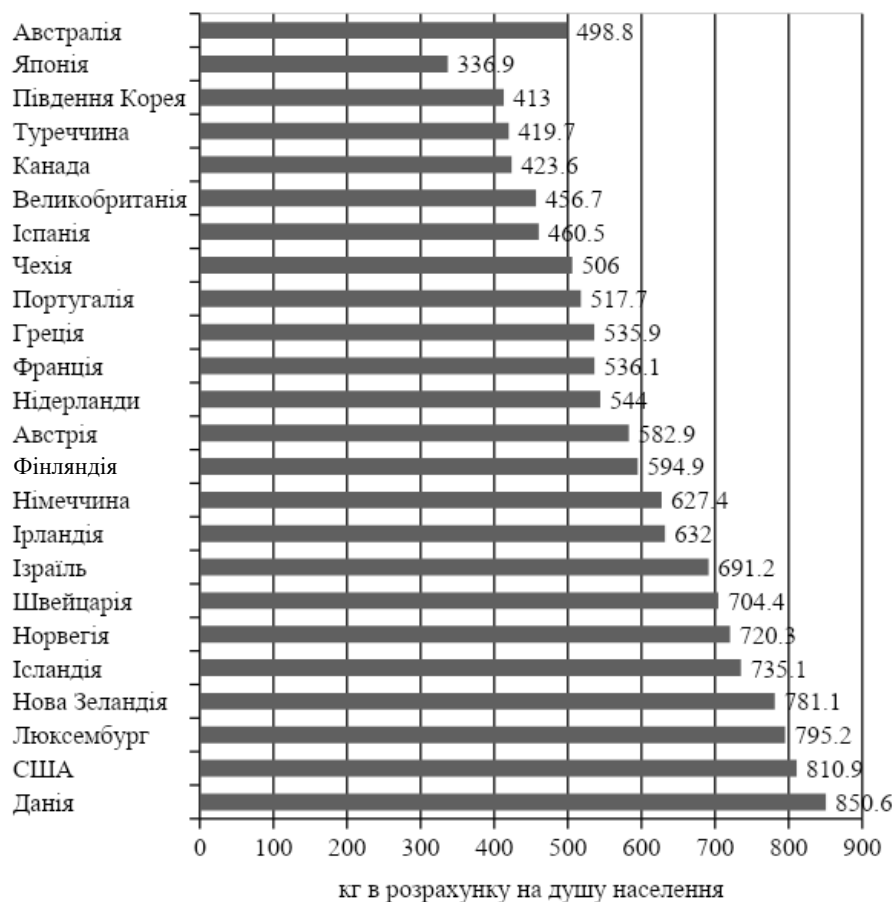


Рисунок 2.12 – Утворення побутових відходів на душу населення в усьому світі станом на 2020 рік, за вибраними країнами, кг/рік (побудовано на основі Statista, 2020d)

Так, у 2020 році в Данії утворення міських відходів на душу населення становило 850,6 кг/рік. Це зробило скандинавську країну одним із найбільших у світі виробників муніципальних відходів на душу населення. Водночас у Сполучених Штатах, що є лідерами за загальним обсягом утворення побутових відходів у всьому світі, утворювалося в середньому 811 кг сміття на душу населення на рік.

Найкращі показники щодо обсягу утворення побутових відходів на душу населення демонструють Японія, Південна Корея, Туреччина і Канада, де впродовж року населення в середньому утворює не більше ніж 450 кг побутових відходів у розрахунку на одну особу (Statista, 2020d), проте проблема утилізації відходів, що регулярно утворюються по всьому світу, набуває значної актуальності.

Утворення відходів і їхня утилізація є проблемами, які стають усе більш помітними на екологічній арені як з погляду політики, так і в контексті економічного розвитку територій. Утворення відходів усе ще зростає пропорційно зростанню прибутку, а економічні та екологічні витрати, пов'язані із захороненням, також зростають. Утворення відходів є неоднорідним за різними сферами народного господарства (рис. 2.13).

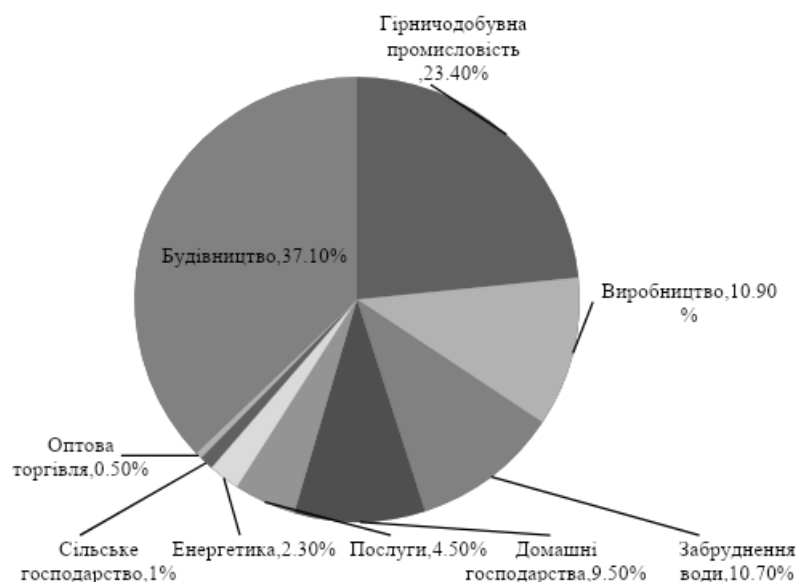


Рисунок 2.13 – Розподіл загального обсягу утворення відходів у Європейському Союзі (ЄС-27) у 2020 році за видами економічної діяльності та домогосподарствами (побудовано авторами на основі Statista, 2020b)

Отже, необхідно прискорити процес переходу на екологічні технології всіх головних сфер виробництва за допомогою впровадження політики сталого розвитку на всіх етапах виробництва та утилізації відходів.

У 2020 році будівництво становило 37 % від загального обсягу утворення відходів у Європейському Союзі. Другим за величиною джерелом загальних відходів у ЄС у 2020 році були гірничодобувна промисловість і кар'єри, а домогосподарства створили 9,5 % від загального обсягу відходів. Отже, необхідно вирішувати питання виникнення з відходами за допомогою використання ефек-

тивних рішень і перетворення цієї екологічної проблеми на економічний ресурс за допомогою впровадження наукових підходів і схем.

З прогресом глобальної індустріалізації та урбанізації різноманітні ресурси вилучаються з природного середовища за допомогою промислових процесів. Такі ресурси поступово накопичуються в містах у різноманітних продуктах і матеріалах. Міста дедалі більше перетворюються на зони концентрації ресурсів, унаслідок чого з'явилася концепція міського видобутку корисних копалин. Усі ресурси міського сміття, які можна переробити та повторно використати, вважаються «міським видобутком» (Bobrovska et al., 2022). Завдяки високому виходу та великій кількості органічних речовин, паперу, картону, металу, пластику, скла та інших відходів твердим міським відходам приділяють значну увагу в контексті міського видобутку. Використання відходів для їхнього подальшого перероблення здатне генерувати значний прибуток компаній, що спеціалізуються на цьому (рис. 2.14).

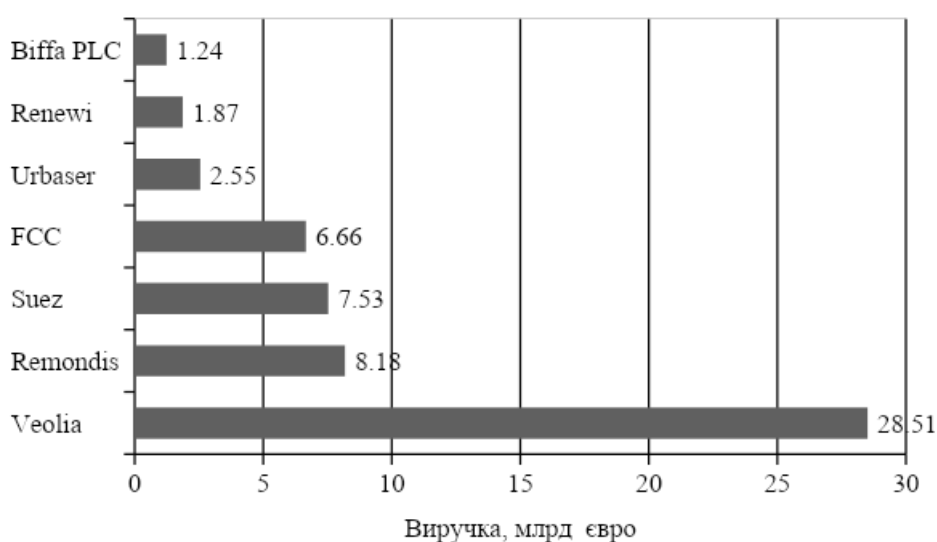


Рисунок 2.14 – Дохід вибраних великих компаній з утилізації відходів у Європі у 2021 фінансовому році, у млрд євро (побудовано на основі Statista, 2021b)

Як бачимо з рисунка 2.14, найбільшими компаніями з утилізації відходів у Європі є Veolia та Remondis, які звітують про доходи 28,51 та 8,18 мільярдів євро у 2021 році відповідно. Французька транснаціональна компанія Veolia також входить до найбільших компаній з утилізації відходів у всьому світі.

Зайнятість у секторі утилізації відходів була нестабільною із 2008 року внаслідок рецесії з різними результатами в різних країнах. Близько половини робочих місць у секторі утилізації відходів на сьогодні припадає на перероблення та виробництво нових матеріалів, але збирання та сортування побутових відходів залишаються найбільшими сферами стабільної зайнятості в цьому секторі. У Європейському Союзі загалом кількість зайнятих у секторі утилізації відходів і далі зростає до майже 1 мільйона, з яких приблизно 200 тис. працівників задіяні в державному секторі, ще 200 тис. працівників працюють у транснаціональних компаніях, водночас як решта, 600 тис. працівників, належать до

штату місцевих і національних приватних операторів з утилізації відходів (Statista, 2020c). Збільшення зайнятості в цьому секторі могло б сприяти створенню більш ефективної системи збирання відходів, що сприятиме підвищенню можливості перероблення відходів.

Країною з найбільшою кількістю підприємств зі збирання відходів у Європейському Союзі (ЄС-27) у 2020 році була Чехія, де таких компаній нараховується понад 5000. Це більш ніж удвічі більше, ніж у Польщі, яка посідає друге місце в рейтингу (рис. 2.15). Провідною компанією з утилізації відходів у Чехії є FCC Environment CEE, яка також входить до найбільших компаній з утилізації відходів у Європі. Усі перераховані компанії беруть активну участь у процесах управління відходами як державного, так і приватного сектору.

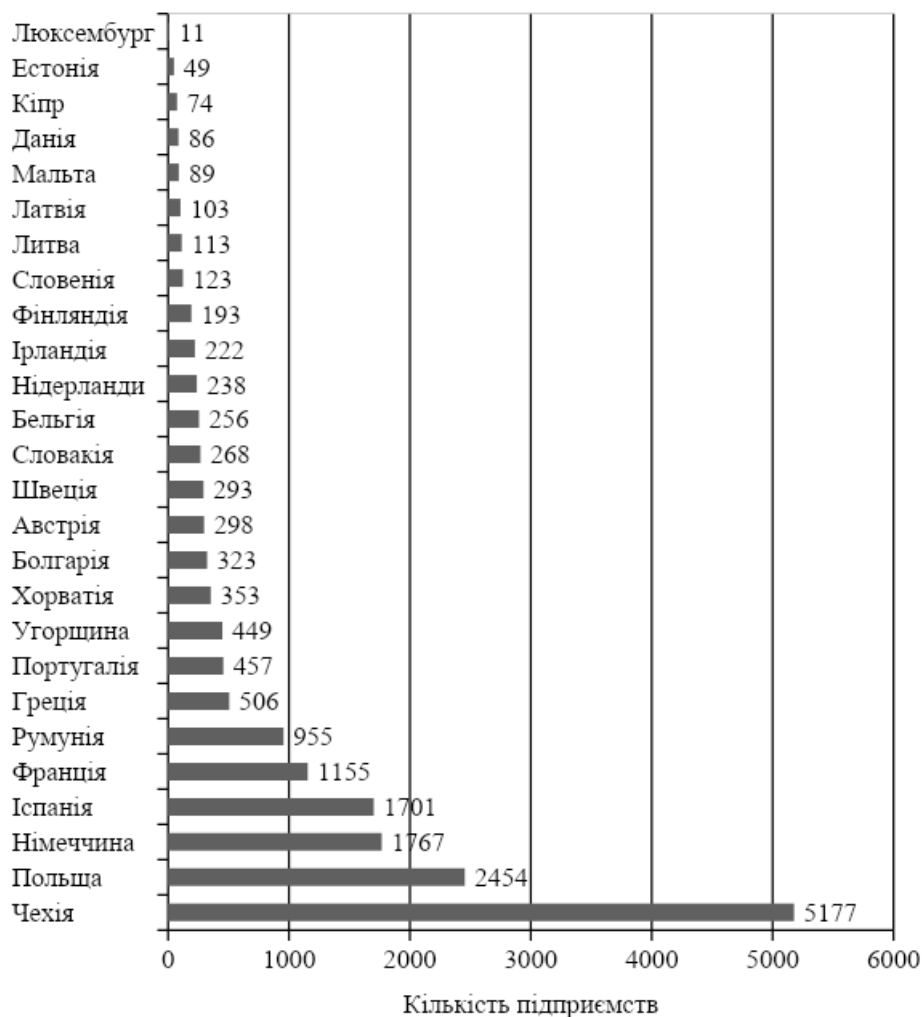


Рисунок 2.15 – Кількість підприємств у секторі збирання відходів у Європейському Союзі (ЄС-27) у 2020 році за країнами (побудовано на основі Statista, 2020c)

Управління відходами містить у собі всі дії та заходи, необхідні для управління відходами від їхнього виникнення до остаточної утилізації. Це містить, серед іншого, збирання, транспортування, оброблення та утилізацію відходів, а також моніторинг і регулювання. Цей процес також охоплює законода-

вчу та нормативну базу, яка стосується поводження з відходами, зокрема інструкції щодо перероблення тощо (Nguyen та ін., 2021).

Правильне поводження з відходами не тільки дозволяє скоротити подальше накопичення відходів, але й зменшує вплив та інтенсивність шкідливих парникових газів, таких як вуглекислий газ, монооксид вуглецю та метан, що часто виділяються з накопичених відходів на звалищах (Nguyen та ін., 2021). Ефективне управління відходами зменшує залежність громадян від сміттєзвалищ, а також значно зменшує численні чинники, які негативно впливають на довкілля.

Управляючи відходами, людство не може повністю позбутися сміття, проте, застосовуючи екологічні методи зменшення та повторного використання відходів, можливо досягти суттєвого покращання поточної ситуації.

Процес перетворення відходів на енергію містить виробництво енергії внаслідок спалювання залишкових відходів, які не підлягають повторному переробленню. Ця стратегія допомагає у виробництві чистої енергії, пом'якшенні викидів газів і наслідків зміни клімату, оскільки за такого підходу під час утилізації відходів метан не виробляється, на відміну від звичайного розміщення відходів на звалищах (Amount, 2020). Сучасні потужності, які використовуються в процесі перетворення відходів на енергію, призначені для відновлення цінності відходів після перероблення за допомогою відновлення чистої енергії, що дозволяє зменшити викиди.

Багато країн розробили передові технології утилізації відходів, перейшовши від захоронення та спалювання відходів до створення стратегічних проєктів, які ґрунтуються на наукових засадах перероблення, зменшення кількості відходів, захисту природних ресурсів, збереження навколишнього середовища та створення нових робочих місць (рис. 2.16).



Рисунок 2.16 – Розподіл загального обсягу перероблення відходів у Європейському Союзі (ЄС-27) у 2020 році за типом утилізації (побудовано на основі Statista, 2020a)

Як бачимо з рисунка 2.16, у 2020 році приблизно 60 % від загального обсягу відходів, утворених у Європейському Союзі, було утилізовано в процесі перероблення, причому перероблення становила 39 %. У 2020 році на спалювання припадає 0,5 %, а на захоронення та інші способи утилізації – майже 40 % від загальної кількості перероблених відходів (Statista, 2020a). Будівництво становить найбільшу частку від загального обсягу утворення відходів у ЄС, за ним йдуть гірничодобувна промисловість і розроблення кар’єрів.

Розподіл загального обсягу перероблення відходів у країнах Європейського Союзу є досить диверсифікованим за типом утилізації в розрізі окремих країн (рис. 2.17). Найбільш бажаним та екологічно прийнятним способом утилізації відходів вважається їхнє перероблення, проте, на жаль, деякі країни мають лише невелику частку перероблення в загальній структурі утилізації відходів, тоді як менш екологічно прийнятні методи, такі як спалювання та вивезення відходів на полігони, усе ще є досить поширеними.

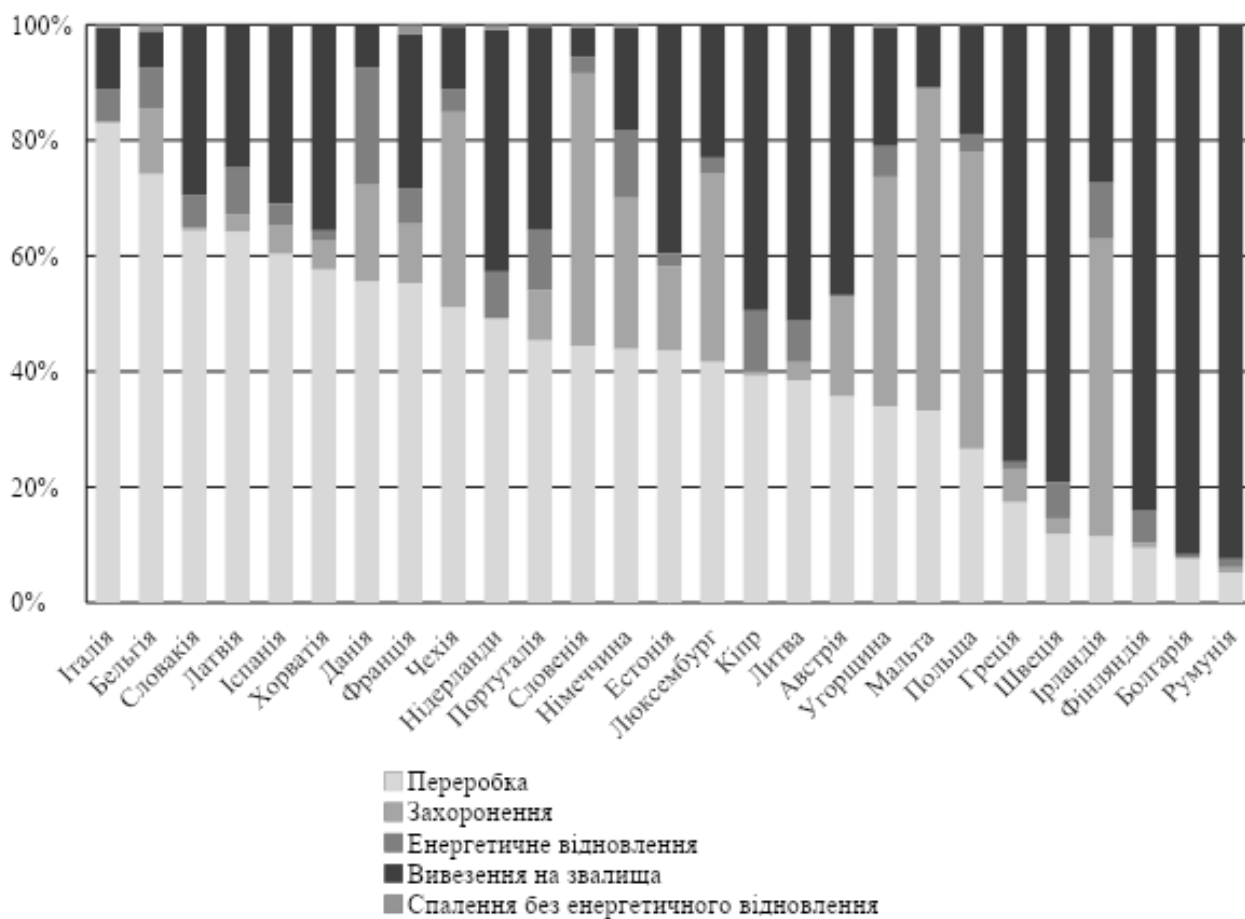


Рисунок 2.17 – Розподіл загального обсягу перероблення відходів у країнах Європейського Союзу (ЄС-27) у 2020 році за типом утилізації в розрізі окремих країн (побудовано на основі Statista, 2019a)

Перероблення є не лише найбільш екологічним, але й найбільш економічно доцільним способом утилізації відходів, оскільки воно дозволяє перетворити відходи на новий тип корисного продукту за допомогою потужності промисло-



вого оброблення. Зазвичай перероблені матеріали містять алюміній, скло, папір і пластик. Для збереження планети потрібно повторно використовувати відходи, а не викидати їх на звалища. Єдиним недоліком перероблення можна назвати високу вартість технологій, необхідних для її налагодження.

Як бачимо з рисунка 2.17, методи поводження з відходами в Європейському Союзі значно відрізняються залежно від країни-члена. У 2020 році Італія мала найвищий рівень перероблення – 83,1 %, за нею йшла Бельгія. Тим часом такі країни, як Румунія, Болгарія та Фінляндія, значною мірою покладаються на захоронення відходів для їхнього перероблення. Загалом у 2020 році приблизно 60 % від загального обсягу відходів ЄС було перероблено під час операцій з утилізації.

За прогнозами (Statista, 2023), у період до 2050 року щорічне утворення твердих побутових відходів у всьому світі буде зростати (рис. 2.18), проте темпи цього зростання залежатимуть від рівня доходів групи суб'єктів, що генерують утворення цих відходів.

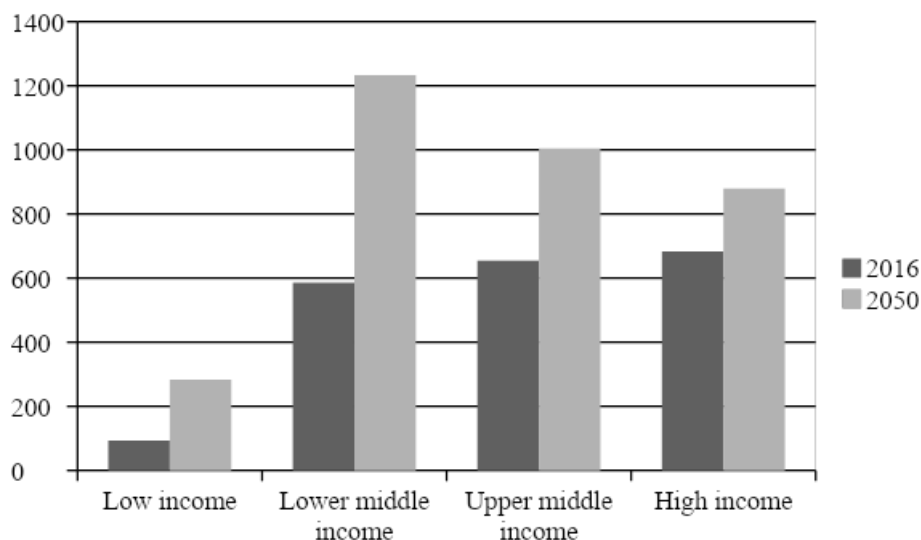


Рисунок 2.18 – Прогнозоване щорічне утворення твердих побутових відходів у всьому світі у 2016 і 2050 роках за групами доходів, у мільйонах метричних тонн (побудовано на основі Statista, 2023)

Ця статистика (рис. 2.18) відображає утворення твердих побутових відходів у всьому світі у 2016 році із прогнозом на 2050 рік за групами доходу. За прогнозами, у 2050 році регіони з низьким рівнем доходу вироблятимуть приблизно 283 млн т твердих побутових відходів, що перевищує поточний рівень (93 млн т) більше ніж утричі. Крім того, прогнозоване щорічне утворення твердих побутових відходів домогосподарствами із середнім доходом (нижнього порогу) демонструє збільшення майже вдвічі, порівняно із поточним рівнем. Водночас прогнозоване зростання утворення твердих побутових відходів домогосподарствами, що належать до груп із середніми доходами (верхній поріг) і високими доходами, є відносно помірним – 35 % і 28 % відповідно. Отже, запровадження зваженої регуляторної політики у сфері екологізації виробництва

та забезпечення ефективного перероблення його відходів покликане забезпечити безпечність життєвого середовища майбутніх поколінь і вимагає уваги урядів країн всього світу як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективах.

#### **2.4. Трансформація економіки країни в напрямку циркулярної економіки: міжнародний досвід підприємницьких структур (Г. О. Кришталь, П. В. Кухта, С. Ф. Таран, Є. В. Панін)**

Нині вся світова економіка характеризується лінійною моделлю ресурсоспоживання. Ця модель споживання також характерна і для національних економік, які керовані виключно ринковими процесами, так і відрізняються вищим ступенем державного втручання.

Усі чинні моделі ресурсоспоживання засновані на надмірній експлуатації природних ресурсів (які, зі свого боку, суперечать принципам циркулярної економіки), що витягуються з екосистем і переробляються в продукти, котрі використовують здебільшого протягом короткого періоду часу, а потім знову повертаються в навколишнє середовище у вигляді відходів.

Така система нераціонального використання природних ресурсів, що є на земній кулі в обмеженій кількості, не може бути стійкою в довгостроковій перспективі, особливо з урахуванням масштабів споживання та марнотратності, що можна спостерігати в умовах сьогодення.

Циркулярна економіка – це модель, яка побудована, навпаки, за прикладом замкнутих кругообігів речовин у природі і спрямована на максимальне збереження цінності товарів, придатності сировини на момент закінчення етапу їхнього використання. Перехід до такої системи обіцяє не лише екологічні, а й економічні переваги завдяки:

- створенню нових робочих місць;
- економії витрат;
- запобіганню забруднення навколишнього середовища;
- економії витрат на створення очисних споруд.

Перехід до моделі економіки замкнутого циклу набуває глобального характеру, і переваги впровадження цієї концепції стають дедалі очевидними.

Розширення масштабів циркулярної економіки на глобальному рівні потребує поєднання бізнес-моделей, технологічних досягнень та інновацій, а також спільних зусиль зацікавлених сторін, зокрема представників бізнесу, держави, інвесторів, благодійників і небайдужого населення кожної окремої країни, яке готове боротися за екологічно чисте довкілля та економне використання природних ресурсів.

З поняттям циркулярної економіки міцно пов'язане ім'я Еллен Маккартур. У 2005 році вона встановила світовий рекорд одиночного навколосвітнього плавання (Ellen MacArthur et al., 2014). У 2010 році, завершивши спортивну кар'єру, заснувала благодійний фонд свого імені та зосередилася на питаннях використання ресурсів та енергії в глобальній економіці.