

Міністерство освіти і науки України

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Факультет економічних наук

Кафедра фінансів

Кваліфікаційна робота

освітній ступінь - бакалавр

на тему: **«МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТІВ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ»**

Виконав: студент 4-го року навчання,
Спеціальності
072 Фінанси, банківська справа та
страхування

Галичанський Назар Володимирович

Керівник: Новік А.Ю.
кандидат економічних наук, PhD

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота захищена
з оцінкою « _____ »
Секретар ЕК _____ Донкоглова Н.А.
« ____ » _____ 2022 р.

Київ 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ.....	5
1.1 Сутність та визначення поняття циркулярної економіки	5
1.2 Переваги циркулярної економіки	8
1.3 Основні стратегії впровадження циркулярної економіки	9
1.4 Бар'єри для впровадження циркулярної економіки та шляхи їх подолання.	15
1.5 Методи оцінки та основні індикатори рівня впровадження циркулярної економіки	18
РОЗДІЛ 2 ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ	23
2.1 Регуляторні заходи Європейського Союзу щодо впровадження циркулярної економіки	23
2.2 Аналіз успішних практик впровадження циркулярної економіки в країнах Європейського Союзу	27
РОЗДІЛ 3 ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ.....	35
3.1 Сучасний стан впровадження циркулярної економіки в Україні	35
3.2 Законодавча регулювання концепцій циркулярної економіки в Україні.....	39
3.3 Оцінка економічних ефектів від впровадження циркулярної економіки в Україні	43
3.4 Рекомендації щодо подальшого впровадження циркулярної економіки в Україні	49
ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54

ВСТУП

Сьогодні суспільство та економіка прагнуть покращити стан довкілля та зменшити довгостроковий негативний вплив людства, що зафіксовано у Цілях сталого розвитку до 2030 року - ключових напрямках розвитку країн, які були ухвалені на Саміті ООН зі сталого розвитку. За таких умов концепція циркулярної економіки набирає все більшу популярність як один із способів трансформації традиційних методів виробництва і споживання шляхом створення економіки замкнутого циклу, де втрати ресурсів та негативний вплив на навколишнє середовище мінімізуються. **Актуальність теми** переходу до циркулярної економіки зростає і для України, яка на даний момент на національному рівні впровадила цілі сталого розвитку, ратифікувала Паризьку кліматичну угоду 2015 року та приєдналася до Платформи зеленої промисловості ЮНІДО. Для забезпечення своїх зобов'язань щодо поступового переходу до більш сталого способу виробництва та споживання Україні необхідні ефективні та дієві інструменти, що допоможуть досягти поставлених цілей. Одними із таких інструментів потенційно можуть стати концепції та методи циркулярної економіки.

Метою даного дослідження є визначення сутності, проблем та перспектив впровадження циркулярної економіки в Україні. Для реалізації цієї мети було визначено наступні **завдання дослідження**: визначити сутність поняття циркулярної економіки, основні стратегії та інструменти впровадження циркулярної економіки, оцінити сучасний стан, економічні та екологічні переваги від впровадження циркулярної економіки в Україні, проаналізувати успішні практики впровадження циркулярної економіки в країнах ЄС та виокремити рекомендації для подальшого переходу України до економіки замкнутого циклу.

Для досягнення поставлених завдань було використано **методи дослідження**: порівняння, синтез, аналіз, а також системно-структурний, аналітичний, статистичний та регресійний методи дослідження.

Об’єктом дослідження є поняття, ідеї та концепції циркулярної економіки.

Предметом дослідження є історія розвитку, поточний стан та перспективи впровадження циркулярної економіки в Україні.

У першому розділі роботи визначено сутність, основні стратегії та інструменти, а також основні методи оцінки стану впровадження циркулярної економіки.

Другий розділ присвячений огляду регуляторних заходів Європейського Союзу, а також успішних практик країн-лідерів ЄС у сфері впровадження циркулярної економіки.

У третьому розділі проаналізовано поточний стан та проблеми впровадження циркулярної економіки в Україні. Проаналізовано відповідні статистичні показники щодо виробництва та поводження з відходами, а також розглянуто наявну регуляторну базу з питань впровадження та поширення концепцій циркулярної економіки. Проведено оцінку потенційних економічних переваг та надано рекомендації для подальшого переходу України до моделі циркулярної економіки.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

1.1 Сутність та визначення поняття циркулярної економіки

Термін циркулярна економіка вперше був використаний у науковій літературі Д. Пірс та Р. Тернером у 1990 році [3]. Спираючись на принцип, що все є вкладом (input) у все інше, автори критично оцінили існуючу традиційну лінійну економічну систему та розробили нову економічну модель, що була названа циркулярною економікою. економіка та навколишнє середовище тісно пов'язані між собою за моделі циркулярної економіки, яка включає три економічні функції навколишнього середовища: постачання ресурсів, освоєння відходів та джерело енергії. Автори були натхненні роботою К. Боулдінг та інших [4], що декілька десятиліть раніше наголошували на обмеженнях тогочасної економічної системи, побудованої на надмірному споживанні та екологічному виснаженні. К. Боулдінг та інші автори представили концепцію закритих систем і передбачали, що в майбутньому економіка буде працювати шляхом переробки відходів та відтворення обмежених ресурсних запасів.

З часів першої згадки терміну циркулярної економіки Д. Пірс та Р. Тернером було багато спроб дати вичерпне визначення цьому поняттю. Ряд авторів надають ресурсно-орієнтовані визначення циркулярної економіки, підкреслюючи необхідність створення замкнутих циклів потоків матеріальних ресурсів і зменшення споживання незайманих ресурсів та супутнього шкідливого впливу на навколишнє середовище. Наприклад, С. Сове та інші [5] говорять, що циркулярна економіка є виробництвом та споживанням товарів через замкнуті системи потоків матеріальних ресурсів, що компенсують свій вплив на навколишнє середовище,

зокрема створення відходів. На їх думку, суть циркулярної економіки полягає у зменшенні споживання ресурсів та забруднення навколишнього середовища на кожному етапі життєвого циклу продукту. На думку Ф. Престона [6], циркулярна економіка це підхід до трансформації функціонування ресурсів в економіці. За такого підходу з заводів стають цінним матеріалом для інших процесів – ремонту товарів, повторного використання або модернізації. Подібним чином Європейська агенція довкілля [7] стверджує, що циркулярна економіка стосується головним чином фізичних та матеріально-ресурсних аспектів економіки, зосереджуючись на переробці, обмеженні та повторному використанні фізичних ресурсів та використання відходів, що призводить до зменшення використання первинних ресурсів. П. Мітчелл [8] наголошує на важливості циркулярної економіки для збереження ресурсів у використанні якомога довше, а також отримання максимальної цінності з продуктів та матеріалів, використовуючи їх якомога довше, а потім відновлюючи та використовуючи їх повторно.

Деякі дослідники у визначенні поняття циркулярної економіки виходять за рамки поняття управління матеріальними ресурсами та залучають додаткові аспекти. Для прикладу, П. Хек [9] недооцінює використання відновлюваної енергетики в порівнянні з переробкою та поводженням з відходами. Він припускає, що для переходу до циркулярної економіки потрібно буде вирішити проблему забезпечення стійкого виробництва та постачання відновлюваної енергетики. Б. Су та інші [10] зазначають, що спектр завдань циркулярної економіки поступово виходить за межі питань, пов'язаних з управлінням матеріальною базою та охоплює інші аспекти, такі як енергоефективність, управління земельними та водними ресурсами. Т. Баштейн та інші [11] наголошують на економічних вимірах циркулярної економіки та стверджують, що перехід до цієї моделі є важливою умовою сталої промислової системи, яка сприяє появі нових видів економічної діяльності, посилює конкурентоспроможність та створює робочі місця. Відповідно до П. Гізелліні [12], радикальне переформування усіх процесів протягом життєвого циклу товарів за допомогою інноваційних технологій має потенціал не тільки поновлення матеріалів та енергії, але й покращення життєвих стандартів населення

загалом. Французьке агентство з питань навколишнього середовища та енергетики [13] наголошує, що мета циркулярної економіки – зменшення впливу споживання ресурсів на навколишнє середовище та покращення соціального благополуччя.

Одне з найбільш часто вживаних визначень було надано Фондом Еллен Макартур [36], що описує циркулярну економіку, як промислову систему, яка розроблена з можливістю самовідновлення. Вона замінює концепцію кінцевого терміну використання і переходить до використання відновлюваної енергетики, зменшення обігу токсичних хімічних речовин, що роблять неможливим повторне використання ресурсів; така система спрямована на усунення відходів за допомогою новітніх матеріалів, виробів, систем та бізнес-моделей. Таке тлумачення циркулярної економіки передбачає розрізнення матеріалів на два різні типи:

- а) матеріали біологічного походження, які можуть повернутися до біосфери знову як сировина (наприклад, продукти лісогосподарства);
- б) технічні матеріали, які не можуть швидко розкластись та знову потрапити до біосфери як вхідна сировина (наприклад, пластмаси та метали).

В рамках цього поділу, циркулярна економіка має на меті використовувати ці обидва типи матеріалів з найвищою корисністю завдяки ретельному плануванню, управлінню та технологічним інноваціям. Загальним призначенням є забезпечити ефективні потоки використання матеріалів, енергії, робочої сили та інформації для постійного поновлення соціального та природнього капіталів

[36].

На рівні ЄС, Європейська Комісія включила опис концепції циркулярної економіки до свого повідомлення «Closing the loop – An EU Action Plan for the circular economy» [14]. У ньому циркулярна економіка характеризується як економіка, у якій цінність продукції, матеріалів та ресурсів зберігається якомога довше, а утворення відходів мінімізується. Європейська Комісія зазначає, що перехід до більш циркулярної економіки був би важливим внеском до розвитку сталої, низьковуглецевої, ресурсозберігаючої економіки. У цьому контексті План дій ЄС [14] включає низку заходів, що охоплюють життєвий цикл товару від

виробництва та споживання до ринку вторинної сировини та поводження з відходами.

1.2 Переваги циркулярної економіки

Основними очікуваними вигодами від впровадження циркулярної економіки є мінімізація створення відходів в процесі виготовлення та споживання товарів та послуг, що зменшить негативний вплив виробництва та процесу споживання товарів на навколишнє середовище. Широкий спектр переваг очікується від впровадження принципів циркулярної економіки у виготовленні технологічних продуктів (за допомогою стандартизації, модульності та проектування товарів, на основі планування усього їх життєвого циклу), що забезпечить доступ до кращих та дешевших матеріалів [7].

Окрім цього, бізнес-моделі пов'язані з концепцією циркулярної економіки (наприклад, моделі спільного використання) уже довели свою дієвість у ряді галузей [40]. Методи циркулярної економіки мають високий потенціал масштабування, що сприяє зростанню залученості інвестиційного капіталу. Впровадження принципів циркулярної економіки на етапі дослідницько-конструкторських робіт стимулює прогрес у напрямку використання більш технологічних матеріалів та якісніших і більш довговічних компонентів.

На додаток, системи зворотних потоків матеріалів розширюють контакт споживача з виробником, що підвищує лояльність споживачів та дозволяє створювати продукти з повторним використанням матеріалів та подовженим життєвим циклом виробів. За умов функціонування циркулярної економіки, ринок отримує нові способи доступу до товарів (наприклад, шляхом впровадження моделей спільного використання), що збільшує вибір товарів та послуг і підвищує задоволеність споживачів [17].

1.3 Основні стратегії впровадження циркулярної економіки

Було визначено вісім ключових стратегій впровадження циркулярної економіки, які можна згрупувати за трьома категоріями (див. рис. 1.1) , а саме: зменшення використання первинних ресурсів, зберігання найвищої цінності продуктів та матеріалів, зміна моделей використання продуктів.

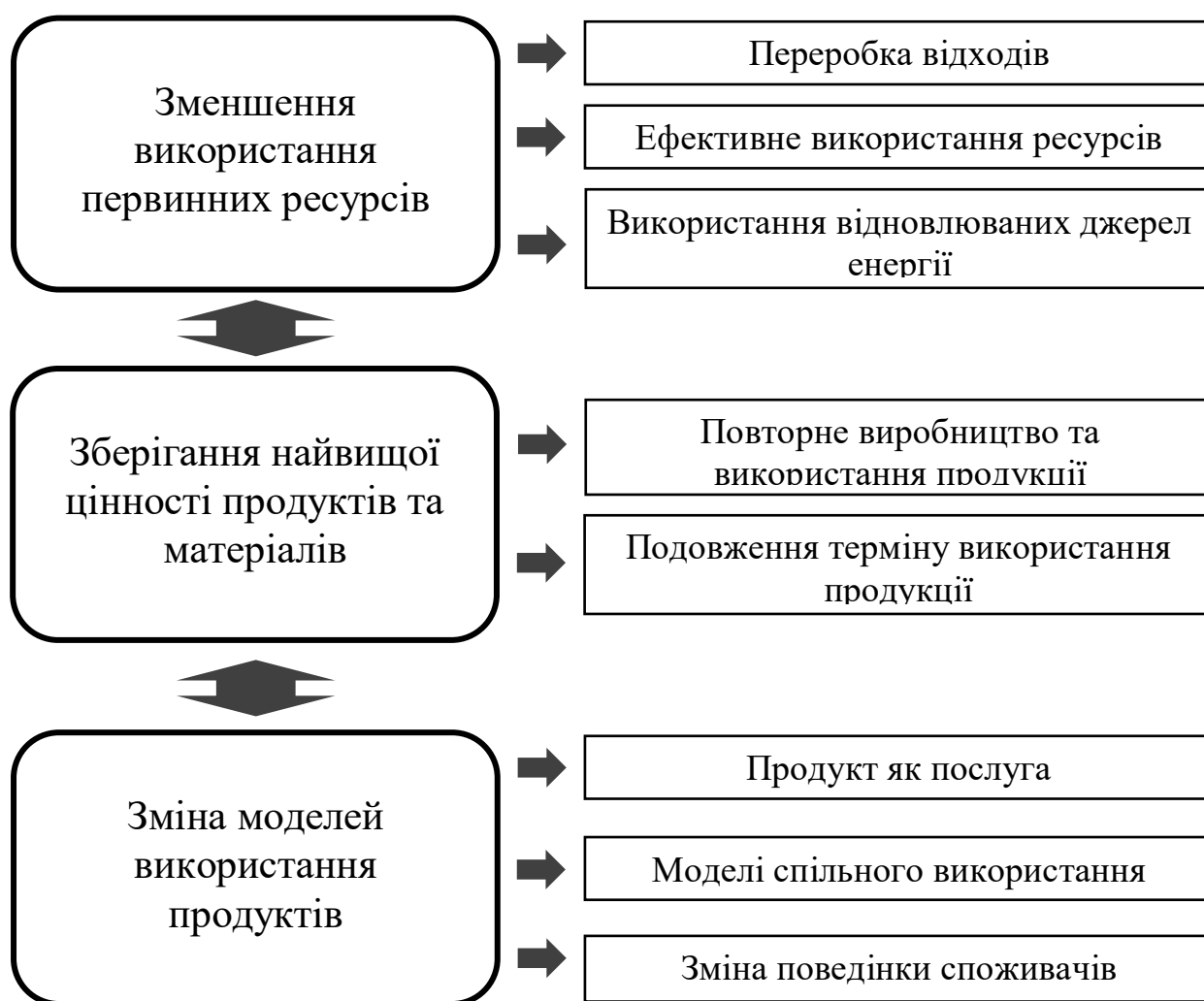


Рисунок 1.1 – Ключові стратегії впровадження циркулярної економіки

Джерело: розроблено автором на основі [16, 37, 25]

Варто зазначити що вказані стратегії не є взаємовиключними, а часто є взаємопов'язаними між собою. Ключові стратегії впровадження циркулярної економіки більш детально розглядаються далі.

Переробка відходів. Переробка відходів визначається організацією об'єднаних націй [15] як повторне введення залишкових матеріалів у виробництво задля їх переформування у нові продукти. Протягом десятиліть це був найбільш традиційний спосіб впровадження циркулярної економіки. Скорочення видобутку первинних ресурсів забезпечує чисельні переваги для навколишнього середовища, а також сприяє скороченню викидів парникових газів, пов'язаних з використанням матеріальних ресурсів [16].

Збільшення об'ємів переробки відходів може бути економічно вигідним для підприємств промисловості, тоді як для тих галузей, що залежать від використання первино добутих матеріалів, використання вторинних матеріалів може зменшити потребу покупці або видобутку первинних матеріалів [17]. Окрім цього, Всесвітній економічний форум зазначає [37], що використання вторинної сировини може зменшити залежність від нестабільних цін на ринках первинної сировини.

Одним із інструментів утилізації відходів є хімічна переробка пластикових відходів. Цей процес включає в себе відновлення нафтохімічних складових полімерів задля повторного використання при виготовленні пластмас або виробництві інших синтетичних речовин [18]. Все ж слід зазначити, що для подальшого зростання використання хімічної переробки необхідний розвиток економічно привабливих інноваційних технологій, а також вирішення питання, щодо наявності у пластмасах небезпечних речовин [19].

Іншим прикладом є використання біологічних ресурсів (наприклад побічних продуктів лісогосподарства, таких як тирса) для виробництва іншої продукції. Співпраця між різними галузями може суттєво допомогти у виявленні можливих відходів для повторного використання. Такий міжгалузевий симбіоз може призвести до зменшення споживання первинних матеріалів та енергії через спільне використання та обмін відходами і побічними продуктами [20].

Ефективне використання ресурсів. Ще однією стратегією, яка може призвести до зменшення використання первинних ресурсів є збільшення ефективності їх використання. Цей процес передбачає обережне використання наявних ресурсів та заміну небезпечних або короткострокових ресурсів [21].

Підвищення ефективності використання ресурсів пов'язане з концепцією еко-дизайну, що передбачає уникнення надлишкового використання ресурсів та використання екологічних замінників традиційних матеріалів [22]. Наприклад, у будівельній галузі вдосконалена технологія виготовлення бетону можуть дозволити використовувати менше матеріалів або матеріалів, що спричиняють менше викидів вуглекислого газу при їх виготовленні [23].

Запобігання утворення відходів на усіх етапах виробництва та споживання допомагає уникнути додаткових втрат ресурсів, пов'язаних з процесом поводження з відходами. Наприклад, у харчовому секторі, де неспожитою втрачається значна частина виготовленої продукції нові технології точного землеробства, ефективне управління надлишками та проведення освітніх заходів можуть запобігти утворенню значної кількості відходів у ланцюзі постачання [37]. На додаток, у галузі сільського господарства існує низка заходів, доступних для підвищення ефективності використання фосфору, таких як оптимізація землекористування, вдосконалення техніки внесення добрив [24].

Використання відновлюваних джерел енергії. Збільшення використання відновлюваної енергетики є однією з головних передумов переходу до циркулярної економіки. Спалення викопних джерел палива для виробництва енергії є за своєю суттю невідновним, що тягне за собою низку негативних ефектів, таких як забруднення навколишнього середовища, викиди парникових газів у повітря та залежність від імпорту енергії та енергоносіїв.

Існують різні технології добування енергії з відновлюваних джерел. Домінуючими є біомаса, гідроенергія, вітрова та сонячна енергія [16]. В той час як орієнтація на ці технології допомагає вирішити багато екологічних, соціальних та економічних проблем, пов'язаних з викопними джерелами, вони також створюють нові виклики. Для прикладу, енергія з деяких відновлюваних джерел стикається з перешкодами пов'язаними з нестабільністю виробництва енергії та вимагаючи нових підходів до побудови інфраструктури зі зберігання та розподілу електроенергії [38]. Відходи можуть бути ще одним джерелом енергії. Наприклад замість створення звалища, використання однієї тонни відходів, що біологічно

розкладаються, при виробництві біогазу запобігає викидам вуглекислого газу еквівалентним двом тоннам [25].

Повторне виробництво та використання продукції. Повторне виробництво та повторне використання продукції це способи надати ще нове життя уже використаним продуктам. Повторному виробництві, головні деталі виробів відновлюються задля збільшення терміну їх корисної дії та відповідно зменшення використання первинних ресурсів [26]. Повторним використанням є власне пряме повторне використання продукту, а також повторний перепродаж продукту або його частин. Всі ці процеси мають потенціал підвищити доходи підприємств, оскільки вони можуть дозволити їм заробити в два або ж в три рази більше за допомогою повторного продажу матеріалів та відновлених продуктів [39]. Повторне виробництво часто застосовують до певних цінних деталей виробів, таких як комп'ютери або автомобілі. Такі практики тісно пов'язані з еко-дизайном, коли варіанти відновлення та повторного виробництва розглядаються ще на етапі розробки продукту [40].

Повторне виробництво та відновлення продуктів може призвести до зменшення витрат виробників, а також допомагає зберегти екологію. О. Холлінз у своєму дослідженні [17] стверджує, що викиди парникових газів від виробництва відновлених продуктів є щонайменше на 25% нижчим, ніж нових продуктів, а в деяких випадках цей показник може досягати 80%. Фонд Еллен Макартур підрахував [36], що в металургійному секторі запровадження практики повторного виробництва та поновлення товарів може призвести до падіння світових потреб на залізну руду від 4% до 6% від очікуваних рівня 2025 року.

Повторне виробництво спонукає компанії вводити схеми повернення вже вироблених раніше товарів та вимагає додаткових інвестицій у системи зворотного відбору використаних продуктів. Це також вимагає зміни поведінки споживачів та збільшення їх мотивації повертати використану продукцію назад виробникам [40]. Відновлення продукції займає багато часу і часто потребує кваліфікованих місцевих працівників, що може стати поштовхом для створення нових робочих місць у малих компаніях [7].

Подовження терміну використання продукції. Ще однією стратегією впровадження циркулярної економіки є подовження терміну корисної дії та використання продуктів. Як і у випадку з повторним виробництвом, подовження терміну служби товару вимагає посиленого акценту на етапі розробки та планування життєвого циклу товару [27]. Це може виявлятися у впровадженні стандартизації розмірів та потрібних матеріалів. Для прикладу, в будівельному секторі подовження терміну служби продукції досягається шляхом проектування модульних компонентів. Такі стандартизовані компоненти можуть бути використані повторно в нових будівлях або перероблені та використані в інших секторах економіки [41].

Однак способи подовження терміну експлуатації виробів виходить за рамки попереднього проектування продукції для подальшої переробки та повторного використання. Додатковим методом є розробка продуктів та їх компонентів з метою довгострокової роботи та тривалого терміну служби. Одним із прикладів є використання лампочок технології LED24, які є більш довговічними та ефективними, ніж звичайні лампочки. Ефективність світлодіодних ламп також можна підвищити за допомогою використання цифрових технологій, таких як інтернет речей (IoT) [41]. Зокрема, у випадку електронної продукції механізм подовження терміну служби стосується не тільки з подовженням терміну експлуатації апаратного забезпечення, а й з довговічністю програмного забезпечення. Це відноситься до випадків запланованого старіння продуктів задля збільшення продажів компаній за рахунок нових товарів. Таке заплановане старіння спричиняє надмірне використання ресурсів та збільшення негативного впливу на навколишнє середовище [42].

Продукт як послуга. Концепція товару як послуги (product as a service) є викликом для традиційної системи продажу товарів. А. Таккер [28] виокремлює чотири основні способи реалізації цього принципу товару як послуги:

- а) оплата за одиницю послуги, коли оплата залежить від рівня використання товару (наприклад, послуги з друку документів). Бізнес, що продає такі послуги несе на собі витрати протягом усього життєвого циклу товару;
- б) оренда або спільне користування, коли споживачі купують доступ до товару на домовлений період часу;
- в) довготермінова оренда, за якої споживач має постійний доступ до товару;
- г) Використання продукту одночасно декількома користувачами.

У всіх вищезгаданих випадках компанія зберігає право власності на товар і пропонує клієнту доступ до нього. Така модель приносить користь для навколишнього середовища, так як спонукає компанію ремонтувати та підтримувати вироби, для довшого їх використання [43]. Інші екологічні вигоди включають в себе зменшення використання енергії, для прикладу, НР [44] стверджує, що клієнти, які використовують друк за моделлю продукту як послуги, зменшують енергію пов'язану з виконанням друку до 40%.

Моделі спільного використання. Моделі спільного використання нерозривно пов'язані з концепцією циркулярної економіки, оскільки їх ціллю є усунення неповного використання продуктів і тим самим сприяння більш ефективному використанню ресурсів. Варто зазначити, що на додаток до обміну продуктами та послугами між приватними особами, процес спільного використання може приймати форму обміну технологіями та інфраструктурою між галузевими партнерами [29].

Моделі спільного використання успішно застосовуються службами спільного використання автомобілів та індустрією житлових послуг. Такі моделі засновані на ідеї достатності (sufficiency), що базується на принципі помірності споживання ресурсів, орієнтуючись на зменшення попиту на товари шляхом зміни поведінки споживача через проведення освітніх заходів [40].

1.4 Бар'єри для впровадження циркулярної економіки та шляхи їх подолання

Інформація, наведена в попередніх розділах демонструє, що перехід до циркулярної економіки несе з собою низку позитивних ефектів. Проте, не дивлячись на потенційні можливості, існують бар'єри, які стають на заваді впровадження циркулярної економіки. Такі бар'єри для зручності можна згрупувати за наступними категоріями [54]: нормативно-правові, політичні, управлінські, соціальні, логістичні, структурні. Розглянемо детальніше кожен з цих категорій.

Розглядаючи економічні та фінансові бар'єри, важливо зазначити, що розвиток відновлюваних джерел енергії вимагає значних інвестицій, у зв'язку з чим одержання енергії з викопного палива видається менш витратним варіантом. Значна частина організацій на ринку не володіють достатніми обсягами вільних грошових коштів для того, щоб інвестувати їх у розробку та впровадження відновлюваних джерел енергії.

Попит на продукти, вироблені в рамках циркулярної моделі, на даний момент є незначним. Більшість економічних агентів вважають за краще придбання дешевшої альтернативи, тобто. продуктів, вироблених за лінійної економіки, і віддають перевагу купівлі нового товару, а не ремонту старого.

Значна кількість компаній працює в рамках лінійної моделі економіки. Метою багатьох компаній є максимізація прибутку, що обумовлює небажання економічних суб'єктів порушувати усталені бізнес-процеси і розробляти нові без чіткого розуміння власної фінансової вигоди [55]. Крім того, компаніям не вигідно бути в числі меншості підприємств, що функціонують у рамках циркулярної моделі економіки, оскільки в короткостроковій перспективі конкурентоспроможність компаній, що працюють на основі лінійної економіки, буде вищим за рахунок нижчої собівартості.

Більшість інвесторів націлені на стабільний дохід і вважають за краще працювати в лінійній моделі. Вкладення в моделі та технології, що сприяють переходу до циркулярної економіки, відносяться до категорії довгострокових. Іншими словами, багато учасників економічної діяльності фокусуються на короткостроковому створенні вартості, тоді як модель циркулярної економіки є довгостроковою моделлю створення вартості.

Однією з головних перешкод для впровадження циркулярної економіки є планове моральне старіння. Компанії проектують продукти так, щоб вони мали обмежений термін служби, у зв'язку із чим споживачі після певного періоду знову будуть змушені купувати відповідний продукт. Результатом планового морального старіння є підвищення обсягу відходів. Оскільки товари, які ще можуть бути використані, замінюються на нові, і відбувається нераціональне використання ресурсів. Дані дії практикуються з метою збільшення прибутку підприємства з допомогою зростання попиту [54].

Як спосіб подолання деяких фінансових та економічних бар'єрів можна виділити зелені фінанси та соціально-відповідальне інвестування. Під зеленим фінансуванням розуміються фінансові інструменти, доходи від яких використовуються для реалізації проектів та ініціатив у сфері сталого розвитку. Зелені фінанси включають у собі широкий спектр фінансових продуктів та послуг, які можна розділити на інвестиційні, банківські та страхові.

Найбільш поширеними зеленими фінансовими інструментами є зелені облігації, а фінансовими інститутами – зелені банки та фонди. Соціально-відповідальні інвестиції включають відмову від інвестицій у компанії, які виробляють або продають такі товари, як алкоголь і тютюн, на користь інвестування в компанії, які займаються соціальною справедливістю, екологічною стійкістю та сприяють впровадженню альтернативної енергетики.

Як інституційні бар'єри можна виділити слабку проінформованість про концепцію сталого розвитку та негативне ставлення більшості компаній та інвесторів до високого ризику [55], який неминучий при комплексній перебудові основних бізнес-процесів і моделей вкладення грошових коштів. Крім того,

активне впровадження економіки спільного використання передбачає перегляд інституту власності, оскільки в даному випадку над правом володіння буде переважати право користування, виражене у розвитку та ускладненні відносин оренди.

Ще одним бар'єром може стати відсутність доступу до запасних деталей, слабка поінформованість людей про гарантії та можливості ремонту продукції, що призводить до придбання нових товарів замість повторного використання старих. Як яскравий приклад можна навести проблему з картриджем у принтері. На картриджах встановлений мікročіп, який визначає обсяг фарби, що залишився. У випадку, якщо все чорнило було витрачене або мікročіп виходить з ладу, споживачам вигідніше придбати новий картридж, а не заправляти старий, хоча жодної реальної причини для цього немає. Для подолання даного бар'єру необхідно просувати практику ремонту товарів, наприклад за рахунок державної підтримки, що сприяє розвитку місцевих фірм, які займаються ремонтом і, в кінцевому рахунку, зниження цін на дані послуги. Крім того, доцільно на законодавчому рівні запровадити маркування товару. За рахунок цього виробники будуть зобов'язані надавати чітку інформацію про можливості ремонту та гарантувати довговічність та ремонтпридатність виробів. Більш широкий доступ до інформації про ремонт сприятиме повторному використанню продукції, просуванню послуг до ремонту.

Поширення економіки спільного використання сприяє раціональнішому використанню існуючих активів. Економіка спільного використання – концепція, яка спрямована на максимальне використання ресурсів. Цей підхід дозволяє власникам отримати прибуток за рахунок вільних активів, якими можуть бути як автомобілі та будинки, так і робочі інструменти. Потенційні користувачі отримують доступ до тих чи інших активів без необхідності їх придбання.

Також можна виокремити технологічний бар'єр впровадження циркулярної економіки. Він пов'язаний з необхідністю перепроектування більшості вироблених товарів, створення та впровадження більш екологічних технологій, а також технологій, здатних підтримувати більш складні логічні мережі [55]. Розробки нових технологій вимагають великого обсягу інвестицій, віддача від яких

відбудеться лише у довгостроковій перспективі. Тільки великі компанії можуть дозволити собі здійснювати інвестиції у передові технології. Крім того, можна відзначити складність перевірки працездатності різних проектів, спрямованих на перехід до циркулярної економіки [56]. Для того щоб подолати даний бар'єр, багатьом компаніям необхідна державна підтримка, в рамках якої можуть виділятися різні субсидії або надаватися податкові пільги для підприємств, що займаються розробкою подібних технологій.

Важливим аспектом у подоланні технологічного бар'єру є впровадження цифрових технологій, що сприяють швидкому та ефективному обміну інформацією між економічними агентами. Розміщення інформації, наприклад за допомогою QR-коду, сприяє збільшенню лояльності споживачів і більш чіткому розумінню з боку споживачів того, який товар вони купують.

1.5 Методи оцінки та основні індикатори рівня впровадження циркулярної економіки

Статистична інформація, що накопичується за різними напрямками соціально-економічного розвитку, як правило, не є достатньо інформативною для оцінки рівня впровадження циркулярної економіки без додаткової її обробки. Для кількісного та якісного аналізу різноманітних показників функціонування циркулярної економіки активно застосовуються індикатори, які наведено далі у цьому розділі.

У 2007 р. у науковій літературі Китаю зустрічаються перші згадки про індикатори оцінки циркулярної економіки. Перша система показників заснована на принципах 3R та розроблена для сприяння застосуванню циркулярної економіки, оцінки загальної ефективності практики та підтримки процесів [57], а саме, у 2011 р. запроваджено індекс «Системний індекс регіональної циркулярної економіки» («The Regional Circular Economy Index System»), заснований на трьох показниках,

згідно з 3R-імперативами – зменшення забруднень, переробка відходів та вторинне використання матеріалів.

У 2011 р. у роботі дослідника Дж. Го-ган [58] представлена індексна система оцінки рівня розвитку кругової економіки, що складається з 16 показників, об'єднаних у чотири групи:

- споживання (споживання води в розрахунку на мільйон ВВП, споживання води на душу населення, еластичність у водокористуванні, споживання енергії в розрахунку на мільйон ВВП);
- екологічні порушення (норми скидання промислових стічних вод, рівень нешкідливості побутового сміття, внесення хімічних добрив у розрахунку одиницю посівної площі);
- переробка відходів (очищення міських стічних вод на душу населення, комплексний коефіцієнт використання твердих промислових відходів, охоплення мережі утилізації ресурсів);
- соціальний розвиток (ВВП на душу населення, рівень урбанізації, рівень безробіття, зростання ВВП)

У 2012 р. група вчених на чолі з Ю. Генг [57] запропонувала використати для оцінки систему показників, структурованих за двома групами:

- макрорівень (22 показники);
- індустріальний парк (12 показників).

Ця система була створена з метою полегшення методологічних процесів впровадження циркулярної економіки та підвищення уваги до екологічних проблем.

У 2015 р. К. Пітер [59] запропонував «Індекс ефективності кругової економіки» (The Circular Economy Performance Index), який виступає як корисний інструмент для оцінки рівня відповідності бізнесу принципам циркулярної економіки. Система складається з 25 ключових показників ефективності (Key Performance Indicator, KPI) циркулярної економіки, класифікованих на три рівні за ступенем впливу: високий (червоний), середній (оранжевий) та низький (зелений). Відповідно до одержуваних розрахункових значень, аналізований об'єкт може бути

віднесений в одну з п'яти категорій: «недотримання», «дотримання», «за межами відповідності», «комплексна стратегія», «ціль/місія», що дозволяють усвідомити наявні недоліки реалізації концепту циркулярної економіки

У 2015 р. була представлена «Таблиця ефективності ресурсів ЄС» (EU Resource Efficiency Scoreboard) [60] - система оцінки циркулярної економіки за 32 показниками, сформованими у систему 3 рівнів: загальний випереджальний індикатор «продуктивності ресурсів»; «панель інструментів» другого рівня додаткових макропоказників для матеріалів, землі, води та вуглецю; третій рівень тематичних показників для вимірювання прогресу у досягненні ключових тематичних цілей, а також дій та етапів, викладених у «дорожній карті ЄС.

В даній системі індикатори розбиті на основні теми і субтеми:

- продуктивність ресурсів (основний індикатор);
- індикатори панелі приладів (матеріали, земля, вода, вуглець);
- перетворення економіки (перетворення відходів на ресурси, підтримка досліджень та інновацій; правильність формування ціни);
- природа та екосистеми (біорізноманіття; охорона чистого повітря; земля та ґрунти);
- ключові сфери (вирішення проблеми з їжею; покращення будівель; забезпечення ефективної мобільності)

Продуктивність ресурсів є основним індикатором аналізованої системи оцінки. Він використовується для вимірювання ефективності використання ресурсів, тобто наскільки ефективно економіка використовує матеріальні ресурси виробництва товарів та послуг, доступних на ринку. Показник є абсолютним, вимірюється в євро за кг і відслідковує динаміку змін (як базовий рік виступає 2000 р.) [60].

У 2015 р. під авторством Фонду Еллен Макаптур (Ellen MacArthur Foundation) розроблено показник «Індикатор циклічності матеріалу» («The Material Circularity Indicator», MCI) [61], що розраховується за формулою:

$$MCI = 1 - LFI * F(X), (1.1)$$

де LFI – індекс лінійного потоку, що розраховується як сума обсягу нової сировини у складі продукту та обсягу невідновних відходів від виробництва, поділена на подвоєний загальний обсяг продукції;

F(X) - коефіцієнт використання продукції, представлений як функція від корисності

Головна мета індикатора є оцінка того, наскільки добре продукт чи компанія працюють в умовах циклічної економіки, що дозволяє підприємству оцінити, наскільки воно просунулося у своєму переході від лінійної до циклічної моделі розвитку. Даний індикатор може використовуватися як інструмент прийняття рішень для проектувальників, складання внутрішньої звітності, прийняття рішення про закупівлю чи оцінки інвестицій. Показник надає кількісну оцінку в діапазоні від 0 до 1 [61].

Поряд із показником MCI у звіті «Ландшафтний аналіз кругової метрики» («Circular Metrics Landscape Analysis») 2018 р. Всесвітня ділова рада з сталого розвитку (World Business Council For Sustainable Development, WBCSD) виділяє ще три важливі інструменти оцінки циркулярної економіки [62]:

- оцінка життєвого циклу (The Life Cycle Assessment, LCA) – це метод оцінки впливу на довкілля, пов'язаного з усіма етапами життєвого циклу продукту від видобутку сировини до утилізації;
- інструментарій циркулярної економіки (The Circular Economy Toolkit, CET) - це метод оцінки, що визначає та оцінює потенційне поліпшення циклічності продуктів, тобто теж пов'язаний з аналізом життєвого циклу. Даний онлайн тест без балів, який включає 33 питання, розроблений в Кембриджському Університеті. Питання поділяються на 7 підкатегорій відповідно до етапів життєвого циклу продукту/послуги. Представлений у вигляді веб-сторінки і дає якісну оцінку, структуровану за трьома категоріями (низький, середній, високий);
- індикатор кругової економіки (The Circular Economy Indicator Prototype, CEIP) - Оцінює продуктивність циклічної продукції. Розроблений із застосуванням анкети з бальною системою оцінки, що складається з п'ятнадцяти питань, поділених на 5

етапів життєвого циклу, а саме: проектування чи перепроєктування; виробництво; комерціалізація; використання та закінчення життя. Представлений у вигляді електронної таблиці, дає кількісну оцінку, що вимірюється у відсотках.

Наведений вище аналіз свідчить про те, що наразі не існує загальноприйнятого набору індикаторів, за допомогою яких можна оцінити ступінь переходу до циркулярної економіки. Проте підприємство чи організація можуть використати вже існуючі напрацювання вчених та вибрати показники, які найкраще підходять для цілей їх дослідження. Окрім цього, міжнародні організації, такі як ЄС, запроваджують власні системи показників переходу циркулярної економіки, що в перспективі дозволить краще порівнювати різні аспекти функціонування циркулярної економіки в різних країнах.

РОЗДІЛ 2

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

2.1 Регуляторні заходи Європейського Союзу щодо впровадження циркулярної економіки

Одним із зобов'язань Європейської комісії є сприяння реалізації Програми сталого розвитку 2030 (2030 Agenda for Sustainable Development) з метою захисту природного середовища, запобігання виснаженню земель та втраті біорізноманіття шляхом зменшення залежності економіки від використання природних ресурсів [45]. В останньому плані Європейської комісії надається вичерпний звіт про поточну ситуацію та обговорюються можливості та виклики для різних економічних гравців по всьому світу. Підкреслюється, що успіх плану залежить від активного залучення сторін, зацікавлених у досягненні цілей Європейського зеленого курсу (European Green Deal) [45].

План дій ЄС щодо циркулярної економіки (Circular Economy Action Plan) передбачає створення понад 700 тисяч нових робочих місць до 2030 року. Цей план має на меті зробити європейську економіку ще більш сталою, так як Європейська комісія підштовхує країни-члени ЄС використовувати потенціал від подовження життєвого циклу екологічних продуктів [46].

Нижче наведено огляд діючих європейських політик в контексті впровадження циркулярної економіки, включно з настановами, пропонованими інструментами та принципами в розрізі наступних категорій: виробництво акумуляторів та електромобілів, будівництво, виробництво електричного та електронного обладнання, їжі, води, пакування, використання пластику і текстильних матеріалів.

Виробництво акумуляторів та електромобілів. ЄС запровадив Директиву про акумулятори у 2006 році. З цих пір було внесено ряд змін до цього документу. У 2020 ЄС підтвердив свої намагання збільшити збір та переробку використаних акумуляторів, наголосивши на важливості поступової відмови від акумуляторних батарей одноразового використання [46]. Європейська комісія також підштовхує автомобільну промисловість дотримуватися стандартів викидів вуглекислого газу в атмосферу задля зменшення вуглецевого сліду. Це допомагає нарощувати виробництво та продажі електромобілів з літій-іонними акумуляторами. Окрім вищезгаданого, в 2017 році розпочав роботу Європейський альянс акумуляторів (European Battery Alliance).

Будівництво. У 2021 ЄС висунув свої рекомендації щодо впровадження принципів циркулярної економіки в галузі будівництва, а саме забезпечення довговічності та адаптивності конструкцій будівель протягом усього їх життєвого циклу [46]. Країнам ЄС рекомендується запровадити обґрунтовані цілі щодо відходів від знесення будівель. Європейська комісія пропагує зелені ініціативи, такі як повторне використання виритих ґрунтів з метою запобігання руйнуванню природнього ландшафту [31].

Близько чверті усіх європейських відходів припадає на будівництво та будівельну галузь [47]. Утворенню цих відходів можна запобігти повторним використанням будівельних компонентів. Завали та маловідновлювані низькоякісні відходи, такі як подрібнений цемент або каміння можуть бути використані для дорожніх робіт. В той же час, на даний момент використані матеріали зі зруйнованих будівель не є придатними для повторного використання в тих же цілях. На додаток, ціна повторного використання будівельних матеріалів може підвищуватись за рахунок національних та місцевих обставин, невідповідності попиту та пропозиції і вартості переміщення матеріалів на великі відстані [47].

Виробництво електричного та електронного обладнання. Рік за роком інформаційно-комунікаційні технології генерують все більше відходів, які знаходять своє місце на звалищах. Європейський союз щорічно переробляє близько

40% цього виду відходів [31]. Відходи від електричних та електронних виробів охоплюють серед іншого викинуті комп'ютери, принтери, телевізори, холодильники, мобільні телефони, планшети та ноутбуки. Їх матеріали та комплектуючі часто виготовляються з дефіцитних та екологічно небезпечних матеріалів. Наприклад, компоненти смартфонів включають дуже дорогоцінні та рідкісні метали, такі як золото, срібло, мідь, платина та паладій. Видобуток цих матеріалів негативно впливає на природне середовище в місцевому, регіональному та світовому масштабах, так як екосистеми знищуються внаслідок розливу відходів та забруднення [32]. Електричні та електронні відходи можуть навіть спричинити проблеми зі здоров'ям у людей, що контактують з ними, якщо ці відходи не збирати та не обробляти необхідним чином.

Директиви ЄС мають на меті обмежити використання важких металів та поліпшити їх збір та переробку після використання. У 2012 Європейська комісія оновила свої директиви спрямовані на подолання зростання відходів, пов'язаних з електричними та електронними приладами [48]. Очікується, що країни-члени ЄС збиратимуть та повідомлятимуть дані про електричні та електронні вироби, які продаються, збираються, переробляються та відновлюються.

Їжа, вода та пакування. Відходи, що утворюються в процесі виробництва та життєвого циклу продуктів харчування також несуть негативний вплив на навколишнє середовище. У 2019 ЄС запропонував цілі щодо зменшення харчових відходів у своїй стратегії «Від ферми до виделки» (Farm-to-Fork Strategy) [49]. Ще одним важливим документом є Директива про питну воду, метою якої є зробити водопровідну воду питною та доступною в громадських місцях, щоб зменшити потребу у виробництві бутильованої води та асоційованих із цим відходах [50]. Цей документ також висвітлює способи та технології багаторазового пакування матеріалів та продуктів. ЄС зазначає, що подальші кроки в напрямку більш екологічного виробництва харчових продуктів будуть включати заборону використання одноразових упаковок, столових приладів із пластику та посуду, що підштовхуватиме виробників та споживачів використовувати багаторазові матеріали для зберігання та транспортування продуктів [45]. ЄС також очікує, що

його Інтегрований план управління поживними речовинами (Integrated Nutrient Management Plan) буде заохочувати повторне використання води європейськими фермами для сільськогосподарських потреб.

Нещодавно було розроблено інструмент сталого розвитку ферм (Farm Sustainability Tool, FaST) для допомоги фермерам у використанні поживних речовин у своєму господарстві. Ця програма була запропонована безкоштовно в рамках програми Good Agricultural and Environmental Conditions і є частиною останніх пропозицій спільної аграрної політики ЄС на 2021-2027 роки. Ця технологія має на меті покращити конкурентну спроможність та екологічність європейських ферм [33]. Доступ до FaST можна отримати через персональний комп'ютер або смартфон. Програма надає корисні дані про ресурси ферм, зокрема дані щодо врожаїв, стану ґрунту, тварин, добрив. Деякі країни ЄС вже налаштовують функції FaST для оптимального використання програми у місцевих умовах. [51].

Використання пластику. Виробництво пластмас збільшує попит на нафтохімічні речовини, оскільки вони становлять 99% усіх пластмас. Для повного розкладання пластику необхідно більше 400 років. Однак його використання з 2000 років в середньому зростало на 4% щорічно. На сьогодні було спалено лише 12% пластикових відходів та лише 9% перероблено [52], при тому, що цей матеріал залишає вуглецевий слід при згорянні. Отже, більшість відходів пластмас залишаються на звалищах або в природньому середовищі. Саме тому європейські уряди запровадили суворі обмеження на використання поліетиленових пакетів [46]. Ці заходи супроводжуються значним скороченням таких відходів у структурі згенерованого сміття.

Наразі, ЄС фокусується на дослідженні наявного мікропластику у продуктах харчування та напоях. Європейський парламент наголошує, що запобігання утворенню пластикових відходів має бути одним із перших пріоритетів Європейської комісії. Інші європейські організації та зацікавлені сторони зазначають, що зменшення використання пластмас необхідно для покращення стану навколишнього середовища, а також здоров'я та добробуту окремих громадян. ЄС планує запровадити більш жорсткі законодавчі інструменти аби

усунути використання одноразової упаковки харчових продуктів [45]. Європейська комісія рекомендує виробникам використовувати пакування, яке швидко розкладається або ж вторинну упаковку. Зацікавлені сторони, включно з урядами, міжурядовими організаціями та неурядовими установами закликають зменшити об'єми виробництва пластикових виробів [46].

Виробництво та використання текстильних матеріалів. Виробництво одягу, взуття та побутового текстилю потребує використання первинної сировини та води. Зокрема, текстильна промисловість посідає друге місце за рівнем землекористування та п'яте місце щодо викидів парникових газів [16]. Процеси виробництва текстилю вимагають також використання різноманітних хімічних речовин. Більш того, при пранні текстилю також виділяються хімікати та мікропластики, які попадають у побутові стічні води. Часто текстиль експортується до країн що розвиваються, де спалюється або залишається на звалищах, а доля перероблених текстильних відходів залишається незначною [16].

ЄС визнає, що трансформація текстильної промисловості є одним із пріоритетних напрямків в контексті впровадження циркулярної економіки та наголошує, що виробники текстильних матеріалів повинні застосовувати методи еко-дизайну та інших інструментів, які забезпечать їх залученість до систем виробництва та використання товарів замкнутого циклу [45]. Такі системи вимагають стимулювання виробників та споживачів до повторного використання ресурсів та текстильних продуктів, а також вирішення питання використання шкідливих хімічних речовин в процесі виробництва [45].

2.2 Аналіз успішних практик впровадження циркулярної економіки в країнах Європейського Союзу

Для виокремлення країн-лідерів ЄС (тут і далі включно з Великою Британією) у сфері впровадження циркулярної економіки було використано

показники впровадження циркулярної економіки серед країн ЄС, які було висвітлено у звіті Європейської федерації сталого бізнесу (European Sustainable Business Federation) за 2021 рік [34]. Ці показники включають: індекс інновацій в сфері ефективності використання ресурсів; індекс впровадження циркулярної економіки POLITICO; частка малого та середнього бізнесу, що мінімізує відходи; виробництво комунальних відходів на одну особу; кількість спалених відходів на одну особу з подальшим використанням утвореної енергії; рівень переробки комунальних відходів; рівень переробки пакування; рівень використання відновлюваних матеріалів. В таблиці 2.1 зображено рейтинг країн-членів ЄС за рівнем впровадження циркулярної економіки. Рейтингове місце кожної країни розраховано як середнє місце країни за усіма перерахованими вище показниками.

Таблиця 2.1 Рейтинг країн ЄС за показниками впровадження циркулярної економіки у 2021 році

Рейтингове місце	Країна ЄС	Рейтингове місце	Країна ЄС
1	Італія	15	Литва
2	Бельгія	16	Ірландія
3	Велика Британія	17	Хорватія
4	Іспанія	18	Словаччина
5	Франція	19	Угорщина
6	Нідерланди	20	Португалія
7	Чехія	21	Мальта

Продовження таблиці 2.1

8	Німеччина	22	Латвія
9	Словенія	23	Болгарія
10	Швеція	24	Естонія
11	Австрія	25	Фінляндія
12	Люксембург	26	Греція
13	Польща	27	Румунія
14	Данія	28	Кіпр

Джерело: розроблено автором на основі [34]

Як видно з таблиці 2.1 п'ятірка країн лідерів за рівнем впровадження циркулярної економіки в Європі є Італія, Бельгія, Велика Британія, Іспанія та Франція. Нижче детальніше описано заходи та успішні практики кожної з цих країн у сфері впровадження циркулярної економіки.

Італія. Країна займає 2 місце серед країн ЄС за значенням індексу інновацій в сфері ефективності використання ресурсів після Люксембургу та 5 місце за індексом впровадження циркулярної економіки POLITICO. Окрім цього, у 2021 році частка малого та середнього бізнесу, що мінімізує відходи становила 74%, що є 5 за величиною показником серед країн ЄС. В Італії діють 40 схем Розширеної відповідальності виробника (Extended producer responsibility). Схеми розширеної відповідальності виробника – це регуляторний підхід, за якого виробники несуть відповідальність, з відповідними фінансовими або іншими матеріальними наслідками, щодо поводження та утилізації відходів від використаних продуктів. Схеми розширеної відповідальності виробника покривають 5 економічних секторів країни [34].

У 2017 році було запущено Італійську стратегію щодо циркулярної економіки (Italian Circular Economy Strategy) як результат спільної участі урядових та неурядових організацій, фірм, експертів і громадян. У стратегії наголошується потреба у фіскальних інструментах, таких як використання різних ставок ПДВ для диференціації податків між циркулярно та «лінійно» виробленими продуктами та послугами. Окрім цього, Італійський уряд нещодавно представив «Italian Circular

Economy Stakeholder Platform» - платформу Національної агенції з питань нових технологій, енергії та сталого економічного розвитку, що являє собою цифрову платформу для залучення зацікавлених сторін (стейкхолдерів) до створення інноваційної екосистеми, орієнтованої на перехід до циркулярної економіки [34].

Бельгія. Бельгія має високі показники у багатьох сферах, пов'язаних з впровадженням циркулярної економіки. Зокрема, частка переробленого пакування серед усього використаного пакування становила 82% у 2021, що є першим за величиною показником серед країн ЄС. Бельгія має 11 схем розширеної відповідальності виробника, що охоплюють найважливіші потоки відходів. Прагнення країни мінімізувати відходи підтверджується тим, що 75% малого та середнього бізнесу визначають пріоритетом мінімізацію відходів. У трьох регіонах Бельгії (Фландрія, Валлонія та Брюссель) введено заборону на створення нових звалищ та спалення відходів. В країні наявна розвинута інфраструктура для роздільного збору, сортування та переробки сміття, а також розгалужена мережа повторного використання ресурсів за підтримки державних субсидій. Ці три регіони також запустили спільний інструмент для обчислення екологічного сліду будівель [34].

Бельгія є домом для високоінноваційних компаній, які провадять політику циркулярної економіки. Додатково, ініціативи щодо впровадження циркулярної економіки добре інтегровані та координуються з іншими політиками на загальнодержавному рівні. Бельгія пропонує знижену ставку ПДВ у розмірі 6% для соціально орієнтованих підприємств що надають товари та послуги пов'язані з повторним використанням та підготовкою ресурсів до повторного використання [34].

Фламандський уряд визнав перехід до циркулярної економіки одним із пріоритетних напрямків у своїй візії майбутнього у 2050 (2050 Future Vision) та нещодавно впорядкував розрізнені ініціативи у програму, що фокусується на сталих закупівлях, містоуправлінні та підприємництві, з Flanders Circular як ключовою організацією, що координує програму. Уряд Фландрії також представив Зелений курс циркулярних закупівель (Green Deal Circular Procurement), який

сприяє співпраці між організаціями та заохочує придбання циркулярних товарів та послуг. У 2018 Валлонський уряд прийняв для регіону план Відходи-ресурси (Waste-Resource), що націлений на інтеграцію нових вимог європейської циркулярної економіки, а також збільшення обсягів переробки відходів [34].

Велика Британія. Велика Британія займає 6 місце серед країн рейтингу за значенням індексу інновацій в сфері ефективності використання ресурсів після Люксембургу та 2 місце за індексом впровадження циркулярної економіки POLITICO. Одною із найвищих також є частка малого та середнього бізнесу, для якого є пріоритетним зменшення відходів – 82% у 2021, що є 3 за величиною показником серед країн рейтингу. В країні діють 58 схем розширеної відповідальності виробника, 28 з яких зосереджено на проблемах утворення відходів від пакування та 29 на відходах від електричних та електронних виробів. Загалом схеми розширеної відповідальності виробника охоплюють 4 економічні сектори [34].

У Великій Британії не існує єдиної стратегії щодо впровадження циркулярної економіки. Натомість, заходи щодо переходу до циркулярної економіки включені до промислової стратегії під назвою «Побудова Великої Британії для майбутнього» (Building a Britain it for the future). У цьому плані важливість циркулярної економіки, ефективності та продуктивності використання ресурсів визнається як невід’ємна частина досягнення чистого зростання (clean growth), що означає прискорення економічного зростання при зменшенні викиду вуглецю. Ця стратегія підтримується 25-річним Екологічним планом та Стратегією щодо поводження з ресурсами та відходами, що мають на меті зробити Велику Британію лідером у галузі конкурентоспроможності, а також продуктивності та ефективності використання ресурсів [34].

Великобританія є домом для Фонду Еллен Макартур (Ellen MacArthur Foundation), впливової організації, що очолює рух щодо поширення концепцій циркулярної економіки в країні та за кордоном. У 2018 році Фонд Еллен Макартур розпочав міжнародну ініціативу під назвою Нова економіка пластмаси (New Plastics Economy), яка об’єднала понад 250 організацій, включно з великими

транснаціональними корпораціями, що підписали пакт їх відданості щодо переосмислення використання та переробки пластмаси, зокрема упаковки, у своїй діяльності. Ще однією національною ініціативою Великої Британії є План дій щодо сталого використання одягу (Sustainable Clothing Action Plan), метою якого є зменшення впливу одягу на навколишнє середовище. В рамках цієї ініціативи організації можуть прийняти план дій, який охоплює п'ять ключових сфер: бізнес-моделі ефективного використання ресурсів; впровадження методів дизайну, що збільшують термін використання одягу; вибір екологічних матеріалів; зміна поведінки споживачів; повторне використання та переробка одягу. Наразі Велика Британія пропонує звільнення від сплати ПДВ для предметів, які перепродаються благодійною організацією, яка віддає всі прибутки від продажу на благодійність [34].

Іспанія. Іспанія демонструє відносно високі показники впровадження технології за показниками індексу інновацій в сфері ефективності використання ресурсів (5 місце серед країн ЄС), обсягів спалених відходів на одну особу з подальшим використанням утвореної енергії (6 місце серед країн ЄС) та рівня переробки пакування (6 місце серед країн ЄС). В країні діють 12 схем розширеної відповідальності виробника, що покривають 5 економічних секторів [34].

У 2017 Міністерство сільського та рибного господарства, продовольства та екологічних питань провело воркшоп, що мав на меті розповсюдження нової стратегії щодо впровадження циркулярної економіки. Результатом воркшопу стало підписання пакту щодо циркулярної економіки 55 зацікавленими сторонами, включно з суспільними та бізнесовими організаціями. Зобов'язання пакту охоплюють зменшення використання невідновлюваних джерел ресурсів, покращення аналізу життєвого циклу продуктів, що включає впровадження критеріїв еко-дизайну, оновлення цифрової інфраструктури та сприяння спільним ініціативам, направленим на розвиток циркулярної економіки [34].

На регіональному рівні у 2017 році в Андалусії була проведена зустріч з відповідними органами місцевої влади, муніципалітетами, компаніями та суспільними організаціями. В результаті зустрічі «Севільська декларація»,

маніфест залучення до впровадження циркулярної економіки, була підписана більш ніж 200 муніципалітетами. У 2018 регіон Екстрамадура випустив свою власну стратегію переходу до циркулярної економіки під назвою Екстрамадура 2030. Бачення стратегії полягає в перетворення регіону на зразковий приклад функціонування циркулярної економіки завдяки розвитку підприємництва у нових секторах, залученню дослідницьких та інноваційних досягнень, пов'язаних із зеленою та циркулярною економікою, та регіональній спеціалізації для створення оптимальних умов розвитку циркулярної економіки. На додаток, уряд Каталонії приєднався до списку CE100 фонду Еллен Макартур, який розробляє нормативну базу та заходи для впровадження циркулярної економіки. У 2017 році в Іспанії також була заснована новаторська лабораторія «TheCircularLab», з ціллю розробки найкращих практик у сфері пакування та подальшої його переробки [34].

Франція. Франція демонструє порівняно високі темпи впровадження циркулярної економіки, особливо що стосується частки малих та середніх бізнесів, що мінімізують свої відходи – 83% у 2021, а також використання у виробництві відновлюваних (циркулярних) матеріалів – 20%, що є третім за величиною показником серед країн ЄС [34].

Франція є міжнародно визнаним лідером у сфері імплементації схем розширеної відповідальності виробника. Наразі у Франції існує унікальна схема розширеної відповідальності виробників текстилю наряду з іншими 19 схемами, що покривають 14 економічних секторів. Окрім цього, Франція активно впроваджує еко-модуляцію зборів (eco-modulation of fees) – за використання цього підходу, збори, які сплачує компанія в рамках схеми розширеної відповідальності виробника, варіюються залежно від конкретних критеріїв, що стосуються екологічних показників виробленої продукції. Таким чином, для більш екологічно чистих товарів та послуг тарифікація (збори) є нижчою, ніж для тих, які є менш екологічно чистими, що стимулює компанії впроваджувати практики еко-дизайну у процеси виробництва продукції [34].

У 2018 році Франція опублікувала свою дорожню карту впровадження циркулярної економіки, що була підготовлена Міністерством екології та

інклюзивного переходу та Міністерством економіки і фінансів. Ця дорожня карта висвітлює конкретні проміжні та кінцеві цілі. Цілі дорожньої карти охоплюють встановлення спеціального маркування для переробки в електричних та електронних виробках, збільшення обсягів збору пластикових пляшок та банок, зменшення ПДВ для перероблених та відновлених товарів, створення нових схем розширеної відповідальності виробника, реалізацію критерію еко-модуляції для усіх схем розширеної відповідальності виробника. Окрім цього, Франція планує встановити санкції щодо непереробленого пластику, збільшити податки на захоронення сміття на звалищах та знизити податки для операцій з переробки. Франція також пропонує спеціалізовані податкові пільги для соціальних підприємств, які займаються збором та продажем б/у товарів, а також звільнення їх від сплати ПДВ, так як ці підприємства безпосередньо пов'язані з працевлаштуванням людей з обмеженими можливостями. Франція бере участь в проекті впровадження циркулярної економіки «North Sea Roundabout project», а також запустила програму дій щодо сталих закупівель під назвою «Procurement and Circular Economy Action Programme», спонсором якої виступив міське управління Париж та Обсерваторія відповідальних закупівель (Observatory of responsible procurement). Програма допомогла близько тридцяти учасникам інтегрувати принципи циркулярної економіки у свої системи закупівель. На додаток, була створена платформа для обміну передовим досвідом та ініціативами у сфері циркулярної економіки [34].

РОЗДІЛ 3

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ

3.1 Сучасний стан впровадження циркулярної економіки в Україні

Станом на сьогодні Україна вже розпочала впроваджувати ініціативи зеленої економіки (green economy), що зокрема охоплює підходи та цілі циркулярної економіки. Ключовими драйверами цього процесу було підписання Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, впровадження на національному рівні цілей сталого розвитку, ратифікація Паризької кліматичної угоди 2015 року, та приєднання до Платформи зеленої промисловості ЮНІДО. Положення вищевказаних документів та угод були впроваджені Кабінетом Міністрів України у 2017 році у Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року та у 2019 році у Національному плані управління відходами до 2030 року. Однак питання циркулярної економіки відображається у цих документах досить поверхнево. Вони передбачають загальні заходи щодо розвитку інфраструктури поводження з відходами; створення інформаційної системи, що включає дані про обсяги відходів та операції поводження з відходами; розробку регіональних планів поводження з відходами; прийняття законів та підзаконних актів, що встановлюють вимоги, процедури та правила, а також створення центрального органу виконавчої влади, що вирішуватиме питання поводження з відходами, впровадженням технічних регламентів та стандартів відповідних процесів [1, 2].

На момент дослідження Україна ще не прийняла відповідних законів щодо поводження з відходами, які б відповідали директивам ЄС стосовно поводження з використаними батареями, акумуляторами, відходами електричного та електронного обладнання, відходами від нафтопродуктів. Також відсутні чіткі

правила та закони щодо захоронення відходів, поводження з гірничими відходами, виведення транспортних засобів з обіходу. Існуючі регіональні екологічні програми передбачають будівництво нових звалищ, що суперечить принципам циркулярної економіки. Іншим системним недоліком є відсутність спрямованості на формування суспільного інституту екологічної репутації підприємств, а також оцінки регуляторного впливу регіональних екологічних факторів [35].

Наразі українська економіка функціонує в основному у межах лінійної економічної моделі. Як можна побачити з рисунку 3.1, поводження з відходами в Україні розподіляється на 3 категорії операцій: утилізація, спалення та видалення у спеціально відведені місця та об'єкти.



Рисунок 3.1 – Поводження з відходами в Україні протягом 2015 – 2019 років

Джерело: розроблено автором на основі даних [53]

У структурі загального обсягу відходів за категоріями поводження протягом усього аналізованого періоду найбільшу частку займає видалення у спеціально відведені місця та об'єкти. Цей метод поводження з відходами охоплює поховання в землі чи скидання (звалювання) на землю, скидання на спеціально обладнані звалища (на полігонах), захоронення відходів у спеціальних контейнерах у шахті тощо, тобто є звичним інструментом управління відходами за лінійної моделі

економіки. Іншою категорією поводження з відходами є спалювання, яке в Україні займає незначну частку в загальній структурі поводження з відходами протягом 2016 – 2020 років. Окрім цього, спалювання відходів часто спричинює викиди в атмосферу шкідливих для людей та навколишнього середовища хімічних речовин, а енергія від процесу спалювання ніяк не використовується. Тому цей метод управління відходами не можна назвати циркулярним. Ще однією категорією поводження з відходами в Україні є утилізація відходів. Обсяги утворених відходів та частка утилізованих відходів до загальної кількості утворених відходів зображено на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Обсяги утворення відходів та частка їх утилізації в Україні протягом 2015 – 2019 років

Джерело: розроблено автором на основі даних [53]

Згідно з даними Державної служби статистики України [53] до операцій з утилізації відходів відносять:

- а) використання відходів у вигляді палива (крім безпосереднього спалювання) чи іншим чином для отримання енергії;
- б) утилізація / регенерація розчинників та інших органічних речовин;
- в) компостування та ферментація органічних відходів;
- г) переробка паперу та картону;
- г) рециркуляція / утилізація металів, їх сполук та інших неорганічних матеріалів;

- д) рекуперація компонентів (повернення частини матеріалів для повторного використання), що використовуються для зменшення забруднення, а також компонентів каталізаторів;
- е) повторна перегонка використаних нафтопродуктів чи інше їх повторне використання;
- є) обробка ґрунту, що справляє позитивний вплив на землеробство чи поліпшує екологічну обстановку;
- ж) сортування відходів;
- з) механіко-біологічне перероблення відходів;
- и) розбирання непридатних транспортних засобів; збір і попередня обробка металобрухту та відходів, що містять метали;

Як видно з рисунку 3.2 щорічний обсяг утворення нових відходів збільшився майже на 56,3% з 295,9 млн тон у 2016 році до 462,4 млн тон у 2020, в той час як частка щорічно утилізованих відходів залишалась майже на одному рівні протягом аналізованого періоду, а в 2019 та 2020 зменшилась в порівнянні з 2016 роком на 4,2 п. п. та 6,9 п. п. відповідно. Наведені вище показники сигналізують про поступове збільшення обсягу неперероблених відходів, що відображено даними Державної служби статистики України, які наведено на рисунку 3.3.

Як можна побачити з рисунку 3.3, загальний обсяг накопичених відходів протягом періоду 2016 – 2020 збільшився на 26,2%, а саме на 3241,3 млн тон. Загальний обсяг накопичених відходів в Україні у 2020 дорівнював 15635,3 млн тон, що у перерахунку на особу становить 373,1 тис. тон відходів на одну особу – на 83,3 тис. тон більше ніж у 2016 році.



Рисунок 3.3 – Загальний обсяг накопичених відходів в Україні за 2015 – 2019 роки

Джерело: розроблено автором на основі даних [53]

Отже, можна зробити висновок, що хоча Україна і намагається долучатись до світових та європейських ініціатив щодо впровадження циркулярної економіки, все ж наразі бракує чітких кроків, цілей, та юридичної бази, яка б регламентувала та допомагала рухатись українським виробникам та споживачам в напрямку циркулярної економіки. Також на основі статистичних даних було виявлено, що частка утвореного сміття в Україні, яке переробляється є незначною, що спричиняє накопичення відходів на території країни та згодом може призводити до негативних екологічних та економічних наслідків. Наведені вище факти та висновки сигналізують про необхідність рішучих дій в напрямку впровадження циркулярної економіки в Україні.

3.2 Законодавча регулювання концепцій циркулярної економіки в Україні

Враховуючи успішний досвід та темпи розвитку циркулярної економіки ЄС, описані в попередніх розділах, а також прийнятий Україною європейський вектор

розвитку, доцільно порівняти законодавче регулювання ЄС та України у сфері впровадження циркулярної економіки.

Так, Стаття 1 Директиви 2008/98/ЄС містить визначення поняття циркулярна економіка, в той час як в поточному законодавстві України не було знайдено такого визначення. Окрім цього, Стаття 4 Директиви 2008/98/ЄС закріплює принцип «ієрархії відходів». Даний принцип встановлює пріоритетність заходів циркулярної економіки в такому порядку: запобігання, підготовка до повторного використання, переробка, інше відновлення, утилізація. Законодавство України не закріплює відповідної ієрархії, хоча пропозиції з цього приводу вже висувались, зокрема у проєктах законів «Про відходи» від 21.06.2017 р. № 6602 та від 17.10.2019 р. № 2207-22, «Про управління побутовими та іншими відходами» від 03.10.2019 р. №2207) [63, 64, 65].

Стаття 8 Директиви 2008/98/ЄС встановлює принцип розширеної відповідальності виробника, покликаний перенести частину тягара поводження з відходами з держави та споживача на виробника, наприклад шляхом повернення використаної продукції та відходів і подальшого управління і несення фінансової відповідальності виробником. Хоча українське законодавство не має чіткого визначення конструкції розширеної відповідальності виробника, стаття 17 закону України «Про відходи» встановлює широкий перелік зобов'язань для підприємств, що дозволяє говорити про фактичну наявність елементів схем розширеної відповідальності виробника. Згідно з законом, виробники повинні забезпечувати прийняття тари та пакування їх використаної продукції, або укласти домовленості з відповідними контрагентами для збору відходів. Також виробники повинні забезпечувати належне зберігання та утилізацію відходів, для яких законодавчо закріплені спеціальні технології утилізації.

Директива 2012/19/ЄС розглядає питання поводження з відходами батарейок та акумуляторів, а саме конкретні правила збору, обробки, переробки та утилізації, в той час як вітчизняне законодавство не виокремлює їх в окрему категорію відходів. Директива також визначає заходи щодо зменшення несприятливого впливу та поводження з відходами від електричного та електронного обладнання.

Відповідний український Проект Закону «Про відходи електричного та електронного обладнання» від 30.10.2019 р. №23502 був включений до порядку денного, проте далі не пройшов. Директива ЄС 2019/904 врегульовує питання поводження з пластиковими відходами та запобігання їх негативного впливу. Українське законодавство не має спеціальних актів щодо поводження з пластиковими відходами. Все ж, був прийнятий закон «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України», згідно з яким з 10 грудня 2021 року забороняється розповсюдження в об'єктах роздрібної торгівлі, громадського харчування та надання послуг: 1) надтонких пластикових пакетів; 2) тонких пластикових пакетів; 3) оксорозкладних пластикових пакетів. З 01 січня 2023 року заборона поширюватиметься на надтонкі пластикові пакети шириною до 225 міліметрів. Розповсюдження інших видів пластикових пакетів (зі стінками більше 50 мкм) дозволитиметься лише на платній основі за цінами, не нижчими, що встановлюються КМУ.

Директива 2008/98/ЄС передбачає заохочення повторного використання, створення систем ремонту, наявності запасних частин та інших інструментів та заходів направлених на полегшення переробки та повторного використання товарів. Українське законодавство не передбачає таких заохочень. Одною з позитивних рис Закону Країни «Про відходи» є заохочення до роздільного збирання та сортування побутових відходів. В той же час Директива 2008/98/ЄС наголошує на роздільному збиранні як побутових, так і будівельних відходів.

Задля стимулювання до правильного поводження з відходами українське законодавство визначає ряд заохочень та санкцій. Зокрема, реалізація відходів тютюнової сировини та подальшого знищення або утилізації відноситься до операцій з підакцизними товарами, які звільняються від оподаткування. Також, до загального оподатковуваного доходу платника податку не включається сума доходу, отримана платником податку за здані (продані) ним вторинну сировину, побутові відходи, брухт металів, включаючи використані (акумулятори електричні, залишки та брухт електричних акумуляторів із вмістом свинцю). Якщо під час ліквідації необоротних активів утворюються комплектуючі, компоненти або

складові частини, які використовуються в подальшій діяльності виробника, на такі операції з ліквідації не нараховуються податкові зобов'язання. Підприємства, які розміщують на своїй території відходи виключно як вторинну сировину звільняються від сплати екологічного податку. Окрім цього, суб'єкти, які виробляють викиди вуглецю в обсязі не більше 500 тонн на рік, не є платниками податку за викиди двоокису вуглецю. В іншому випадку ставку податку становить 10 грн за 1 тонну, а порушення порядку здійснення викидів, забруднення та зміна природних властивостей довкілля може тягнути за собою адміністративну та податкову відповідальність. За умов введення роздільного збору відходів при розрахунку тарифу за поводження з побутовими відходами не враховується вартість операцій з роздільно зібраними відходами. В той же час порушення вимог щодо поводження з роздільними відходами та їх обробки тягне за собою адміністративну відповідальність. Також законодавством встановлено перелік заохочень до утилізації та переробки відходів, а саме: спеціальні державні субсидії та дотації, пріоритетне кредитування, пільги щодо поповнення обігових коштів [67, 68, 69, 70].

Таким чином можна зробити висновок, що в українському законодавстві наявні стимули для підвищення рівня відновлення матеріалів та утилізації відходів головним чином через відповідні податкові пільги та низку інших заходів, таких як пріоритетне кредитування та державні субсидії. Все ж, в порівнянні з регулюванням ЄС, українській нормативній базі наразі бракує чітких визначень понять, які відносяться до циркулярної економіки, а також закріплених принципів ієрархії відходів, виокремлених схем розширеної відповідальності виробників і детальних регулювань та процедур поводження з окремими видами відходів, таких як акумулятори, пластик, відходи від електричного та електронного обладнання та інші.

3.3 Оцінка економічних ефектів від впровадження циркулярної економіки в Україні

Як було зазначено раніше, перехід до циркулярної економіки призводить не тільки до позитивних екологічних, а й економічних результатів, таких як пришвидшене впровадження інновацій у виробництво, створення нових робочих місць, зменшення залежності від ринків первинних ресурсів та зменшення витрат через використання відновлених матеріалів. У цьому світлі доцільно дослідити, як впровадження циркулярних концепцій впливає на економічне становище України для визначення доцільності продовження політики переходу до сталого виробництва. З цією метою було проведено регресійний аналіз впливу обсягів утилізованих відходів I-IV класів небезпеки, а також обсягів капітальних інвестицій на поводження з відходами на обсяг створеної валової доданої вартості в Україні.

Для тестування було обрано наступну гіпотезу: Обсяг створеної валової доданої вартості прямо залежить від обсягу утилізованих відходів I-IV класів небезпеки та обсягів капітальних інвестицій на поводження з відходами. За основу цієї гіпотези взято припущення, що проведення капітальних інвестицій у сферу поводження з відходами збільшує ефективність та якість переробки відходів, а високий обсяг утилізації відходів, в свою чергу, зменшує залежність виробників від ринку первинної сировини, адже дозволяє використовувати перероблені та відновлені матеріали, які часто є дешевшими за первинні ресурси та їх ціна на ринку є не такою волатильною. Якщо взяти до уваги, що валова додана вартість розраховується як вартість валової виробленої продукції за відрахуванням вартості витрат на сировину та матеріали, а також інших витрат проміжного споживання, то зменшення витрат на сировину та матеріали повинно призвести до збільшення валової доданої вартості.

Характеристика інформаційної бази:

а) Валова додана вартість у цінах 2016 року (GVA) – річні показники з 2010 по 2020 рік включно, виражені у млн грн. Було вирішено використовувати показник у цінах 2016 року задля усунення небажаного впливу інфляції на результати дослідження. Джерело даних: Державна служба статистики України [53];

б) Капітальні інвестиції на поводження з відходами (I) - річні показники з 2010 по 2020 рік включно, виражені у тис. грн. Джерело даних: Державна служба статистики України [53];

в) Обсяг утилізованих відходів I-IV класів небезпеки (UW) - річні показники з 2010 по 2019 рік включно, виражені у тис. тон. Джерело даних: Державна служба статистики України [53];

Загальний вигляд моделі може бути описаний рівнянням:

$$GVA = \beta_0 + \beta_1 * I + \beta_2 * UW + u_i$$

Проведення аналізу було здійснено за допомогою пакету E-Views. Отримані показники відображено на рисунку 3.4.

Dependent Variable: GVA					
Method: Least Squares					
Date: 05/31/22 Time: 16:30					
Sample: 2010 2020					
Included observations: 11					
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
I	0.024080	0.010090	2.386636	0.0441	
UW	5.809664	0.648735	8.955380	0.0000	
C	1468685.	85688.94	17.13973	0.0000	
R-squared	0.911571	Mean dependent var		2189280.	
Adjusted R-squared	0.889464	S.D. dependent var		139393.3	
S.E. of regression	46343.95	Akaike info criterion		24.55257	
Sum squared resid	1.72E+10	Schwarz criterion		24.66109	
Log likelihood	-132.0391	Hannan-Quinn criter.		24.48417	
F-statistic	41.23427	Durbin-Watson stat		2.856311	
Prob(F-statistic)	0.000061				

Рисунок 3.4 – Регресійна модель впливу обсягу утилізації відходів та капітальних інвестицій на поводження з відходами на обсяг валової доданої вартості в Україні

Джерело: розроблено автором на основі результатів E-Views

Отже в результаті оцінки впливу факторів на залежну змінну ми можемо зробити висновок про те, що наше рівняння регресії має такий вигляд:

$$GVA = 1468684,8706482 + 0,02408001 * I + 5,8096642 * UW + u_i$$

Після проведення оцінки параметрів можна зробити висновок, що початкова гіпотеза дослідження є вірною. Як і передбачалося, збільшення обсягу капітальних інвестицій на поводження з відходами позитивно впливає на обсяг валової доданої вартості створеної в країні. Відповідно до результатів дослідження зі зростанням обсягу інвестицій на поводження з відходами на 1 тис. грн обсяг валової доданої вартості збільшується на 0,024 млн грн. Також, збільшення обсягу утилізованих відходів I-IV класів небезпеки позитивно впливає на обсяг створеної валової доданої вартості. Згідно з результатами дослідження, зі зростанням обсягу утилізованих відходів I-IV класів небезпеки на 1 тис. тон обсяг валової доданої вартості збільшується на 5,3 млн грн.

На основі 95% рівня довіри можна зробити висновок, що всі параметри моделі є статистично значимими, адже значення p-value не перевищують критичного рівня. Коефіцієнт детермінації становить 0,9116, отже ступінь пояснення зміни залежного фактора регресією становить 91,16%. Дане значення говорить про доволі високий ступінь пояснення явища регресією, враховуючи, що існує багато факторів, що впливають на обсяг валової доданої вартості, які не були включені до моделі.

Перевіримо модель на відсутність автокореляції першого порядку за допомогою критерію Дурбіна-Ватсона. Значення даної статистики становить 2,86. Відповідні критичні значення для нашої регресії становлять: $dl=0,66$; $du=1,60$. Отримане значення знаходиться в зоні відсутньої автокореляції, відповідно нашій моделі не притаманна дана проблема. Для перевірки автокореляції вищих порядків було використано LM тест, результати якого представлені на рисунку 3.5.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.373084	Prob. F(4,4)	0.3831
Obs*R-squared	6.364681	Prob. Chi-Square(4)	0.1735

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 06/01/22 Time: 17:29

Sample: 2010 2020

Included observations: 11

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
I	-0.005154	0.012881	-0.400163	0.7095
UW	-0.440371	0.840276	-0.524079	0.6279
C	50864.34	111646.4	0.455584	0.6723
RESID(-1)	-0.679393	0.455273	-1.492277	0.2099
RESID(-2)	-0.407719	0.569641	-0.715748	0.5137
RESID(-3)	-0.967732	0.633626	-1.527292	0.2014
RESID(-4)	-0.618100	0.634041	-0.974859	0.3848
R-squared	0.578607	Mean dependent var	2.12E-10	
Adjusted R-squared	-0.053482	S.D. dependent var	41451.29	
S.E. of regression	42545.29	Akaike info criterion	24.41565	
Sum squared resid	7.24E+09	Schwarz criterion	24.66886	
Log likelihood	-127.2861	Hannan-Quinn criter.	24.25604	
F-statistic	0.915389	Durbin-Watson stat	2.009369	
Prob(F-statistic)	0.561406			

Рисунок 3.5 – Результати LM тесту на автокореляцію вищих порядків

Джерело: розроблено автором на основі результатів E-Views

За результатами тесту можна стверджувати, що у моделі відсутня кореляція 1-4 порядків оскільки значення probability тесту є вищими за критичний рівень 0.05.

Для перевірки відсутності гетероскедастичності у залишках моделі було застосовано тест Вайта, результати якого представлено на рисунку 3.6.

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0.512183	Prob. F(5,5)	0.7598
Obs*R-squared	3.725750	Prob. Chi-Square(5)	0.5895
Scaled explained SS	0.837292	Prob. Chi-Square(5)	0.9746

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 06/01/22 Time: 17:47

Sample: 2010 2020

Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.54E+10	2.67E+10	-0.578306	0.5881
I ²	3.73E-05	0.000239	0.156008	0.8821
I*UW	0.001767	0.043114	0.040984	0.9689
I	-980.5243	5000.311	-0.196093	0.8523
UW^2	-1.381682	1.712695	-0.806730	0.4565
UW	323439.9	430293.7	0.751672	0.4861
R-squared	0.338705	Mean dependent var	1.56E+09	
Adjusted R-squared	-0.322591	S.D. dependent var	1.51E+09	
S.E. of regression	1.74E+09	Akaike info criterion	45.69091	
Sum squared resid	1.51E+19	Schwarz criterion	45.90795	
Log likelihood	-245.3000	Hannan-Quinn criter.	45.55410	
F-statistic	0.512183	Durbin-Watson stat	2.726199	
Prob(F-statistic)	0.759801			

Рисунок 3.6 – Результати тесту Вайта на відсутність гетероскедастичності

Джерело: розроблено автором на основі результатів E-Views

Значення Prob. F(5,5) є вищим за критичний рівень, тому ми не маємо підстави відхилити нульову гіпотезу тесту, а отже залишки є гомоскедастичними. Було також проведено перевірку на нормальність розподілу залишків моделі (рис. 3.7).

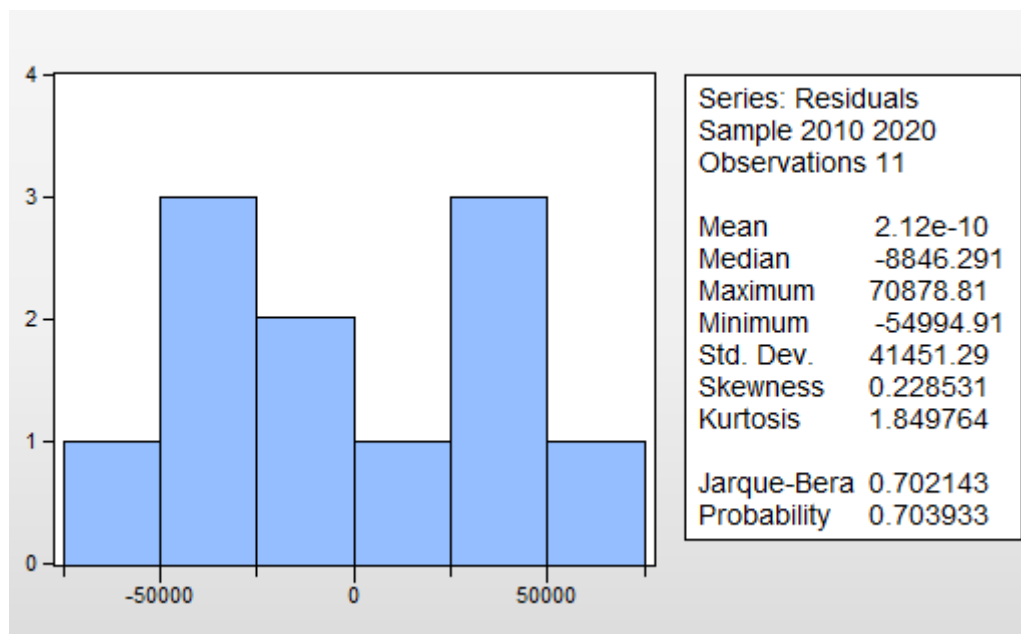


Рисунок 3.7 – Результати тесту на нормальність розподілу залишків

Джерело: розроблено автором на основі результатів E-Views

Результати тесту Жарга-Бера підтверджують нормальність розподілу залишків моделі, так як значення probability перевищує 0,05, отже із 95% ймовірністю можна стверджувати, що залишки є нормально розподілені.

Для проведення аналізу на відсутність мультиколінеарності було побудовано кореляційну матрицю попарних залежностей між залежними та незалежними змінними (рис. 3.8).

	GVA	I	UW
GVA	1.000000	-0.158393	0.921200
I	-0.158393	1.000000	-0.419234
UW	0.921200	-0.419234	1.000000

Рисунок 3.8 – Кореляційна матриця попарних залежностей між залежними та незалежними змінними

Джерело: розроблено автором на основі результатів E-Views

Як бачимо відсутні прямі або обернені сильні зв'язки між незалежними змінними, тобто відсутня проблема мультиколінеарності.

Результати вищезазначених досліджень говорять про адекватність запропонованої моделі. Модель має високу пояснювальну здатність, усі

коефіцієнти є значимими, відсутні проблеми автокореляції, гетероскедастичності, мультиколінеарності факторів моделі та ненормальності розподілу залишків. В ході дослідження було підтверджено позитивний вплив обсягу утилізації відходів та капітальних інвестицій на поводження з відходами на обсяг валової доданої вартості, що говорить про перспективність впровадження концепцій циркулярної економіки в Україні не тільки задля захисту навколишнього середовища, але й економічного зростання країни.

3.4 Рекомендації щодо подальшого впровадження циркулярної економіки в Україні

Аби скористатися перевагами циркулярної економіки та досягнути результатів у сфері управління відходами Україна повинна пришвидшити впровадження рішень, які вже успішно застосовуються в інших країнах. На основі аналізу літературних джерел та досвіду впровадження циркулярної економіки країнами ЄС [34, 35, 45, 46] нижче виокремлено ряд рекомендацій загальнонаціонального рівня, які сприятимуть переходу України до моделі циркулярної економіки.

Насамперед, державні закупівлі можуть стати потужним інструментом створення передумов для формування економіки замкнутого циклу. Державні організації-споживачі можуть робити вибір на користь еко-товарів та товарів з перероблених матеріалів, таким чином підвищуючи попит на них. Також підвищенню корисного життя продуктів буде сприяти імплементація в сфері державних закупівель моделей купи-продай назад (buy-sell back), купи-перепродай (buy-resell) та моделі товару як послуги (коли використання товару здійснюється на умовах оренди чи лізингу). Розвиток цієї ініціативи сприятиме досягненню Цілей сталого розвитку 2030, а саме цілі «Відповідальне споживання та виробництво».

Впровадженню циркулярної економіки також сприятиме заохочення капіталовкладень вітчизняного та іноземного бізнесу і державних інвестицій в інноваційні розробки, пов'язані з новими технологічними рішеннями в рамках концепції циркулярної економіки.

Політика збільшення обізнаності на національному рівні щодо культури циркулярної економіки допоможе створити новий погляд на споживання та виробництво усіх економічних гравців та сприятиме позитивним змінам протягом усього життєвого циклу продукту, починаючи зі зменшення кількості матеріалів, що використовуються при доставці і закінчуючи проектуванням виробів із довшим терміном використання.

Ще однією рекомендацією є розвиток ринків вторинної сировини та перероблених матеріалів за допомогою впровадження податкових пільг для товарів, виготовлених із відповідних матеріалів. Ще одним інструментом збільшення привабливості відновлених матеріалів та підвищення рівня утилізації відходів може стати введення обмежень на імпорт продукції, виготовленої з матеріалів, які неможливо утилізувати або які довго та дорого піддаються утилізації.

Також необхідним є прийняття та впровадження системи вимірювання та оприлюднення офіційної статистики щодо показників впровадження циркулярної економіки для моніторингу відповідних процесів виробництва та споживання продукції і прийняття рішень на їх основі щодо необхідних регуляторних чи стимулюючих заходів.

Вирішальним фактором в сфері впровадження циркулярної економіки в Україні є розвиток відповідної інфраструктури від засобів сортування побутових відходів громадян до будівництва сортувальних станцій та переробних заводів, що дозволить переробляти більше відходів та зменшити шкідливе навантаження на навколишнє середовище.

ВИСНОВКИ

Ідеї та концепції циркулярної економіки завойовують все більшу увагу суспільства як спосіб економічного зростання, при якому водночас мінімізується негативний вплив на навколишнє середовище. Перехід до циркулярної економіки несе за собою низку переваг, зокрема зменшення обсягів та збільшення ефективності використання ресурсів, зниження впливу негативних зовнішніх ефектів на навколишнє середовище, пришвидшення економічного зростання та впровадження новітніх методів виробництва, виникнення нових ринків та можливостей для бізнесу, створення нових робочих місць, зменшення економічної залежності від імпорту ресурсів та енергоносіїв, а також загальне зменшення залежності від ринків первинних ресурсів.

Однак слід зазначити, що циркулярна економіка - це не просто один із методів боротьби з великою кількістю відходів. Впровадження циркулярної економіки передбачає комплекс заходів, спрямованих на сталий розвиток суспільства. Головними стратегіями впровадження циркулярної економіки є:

а) зменшення використання первинних ресурсів (інструменти: переробка відходів, підвищення інноваційності виробництва, використання відновлюваних джерел енергії);

б) зберігання найвищої цінності продуктів та матеріалів (інструменти: повторне виробництво та використання продукції, подовження терміну корисного використання продукції);

в) зміна моделей використання продуктів (інструменти: моделі спільного використання, продукт як послуга, зміна моделей поведінки споживачів);

В ході дослідження було виявлено позитивну залежність між обсягом капітальних інвестицій на поводження з відходами, обсягом утилізованих відходів та обсягом створеної валової доданої вартості в Україні. Згідно із запропонованою моделлю зі зростанням обсягу утилізованих відходів I-IV класів небезпеки на 1 тис.

тон, обсяг валової доданої вартості збільшується на 5,3 млн грн. Також, відповідно до результатів дослідження зі зростанням обсягу інвестицій на поводження з відходами на 1 млн грн обсяг валової доданої вартості збільшується на 24 млн грн. Такі результати вказують на значний економічний потенціал розвитку циркулярної економіки в країні.

Україна визнає важливість впровадження циркулярної економіки, що підтверджено низкою відповідних документів та міжнародних угод. Проте, варто зазначити, що в цьому напрямку країна просувається досить повільно. Наразі бракує чітких кроків, цілей, та юридичної бази, яка б регламентувала та допомагала українським виробникам та споживачам впроваджувати інструменти циркулярної економіки. Проте варто відзначити наявність закріплених в законодавстві податкових пільг та стимулів для утилізації та переробки відходів.

В ході аналізу статистичних даних було виявлено, що обсяги накопичених відходів в Україні стрімко зростають, адже утилізується всього лише від 20% до 30% щорічних обсягів утворених відходів. Така ситуація говорить про необхідність рішучих дій в напрямку впровадження циркулярної економіки в Україні задля забезпечення добробуту населення та збереження навколишнього середовища.

В ході дослідження, на основі успішних практик країн ЄС, було виокремлено ряд рекомендацій, які сприятимуть переходу України до моделі циркулярної економіки. До них відносяться:

а) розвиток інфраструктури для збору та переробки відходів від засобів сортування побутових відходів громадян до сортувальних станцій та переробних заводів;

б) проведення державних закупівель на користь еко-товарів та товарів з перероблених матеріалів;

в) збільшення обізнаності виробників та споживачів щодо культури циркулярної економіки;

г) розвиток ринків вторинної сировини та перероблених матеріалів;

г) введення системи вимірювання та оприлюднення офіційної статистики щодо показників впровадження циркулярної економіки;

д) заохочення капіталовкладень вітчизняного та іноземного бізнесу і державних інвестицій в інноваційні методи виробництва;

Загалом проведене дослідження доводить актуальність теми переходу України до циркулярної економіки з огляду на поточний екологічний стан та економічні вигоди від досліджуваного методу виробництва і споживання. За допомогою використання успішного світового досвіду та зазначених вище рекомендацій Україна має змогу суттєво пришвидшити процес впровадження циркулярної економіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/820-2017-%D1%80>
2. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. № 117-р. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text>
3. Про відходи: проєкт Закону від 21.06.2017 № 6602. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=62069
4. Про відходи: проєкт Закону від 17.10.2019 № 2207-2. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67116
5. Про управління побутовими та іншими відходами: проєкт Закону від 03.10.2019 № 2207. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=66998
6. Про обмеження обігу пластикових пакетів на території України: Закон України від 01.06.2021 № 1489-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1489-20#Text>
7. Про затвердження Порядку формування тарифів на послуги з поводження з побутовими відходами: Постанова Кабінету Міністрів України від 26.07.2006 № 1010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1010-2006-%D0%BF#Text>.
8. Про затвердження Методики роздільного збирання побутових відходів : наказ Мін-ва регіон. розвитку, буд-ва та житл.-комун. госп. України 01.08.2011 № 133. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1157-11#Text>.
9. Податковий кодекс України від 02.12.2010 № 2755-VI (Редакція станом на 27.05.2022). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>
10. Кодекс України про адміністративні правопорушення від 07.12.1984 № 8073-X (Редакція від 26.05.2022). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10>
11. Pearce D.W., Turner R.K. Economics of Natural Resources and the Environment. Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf, 1990.

12. Boulding K. The Economics of the Coming Spaceship Earth - Environmental Quality in a Growing Economy. Baltimore, MD: Johns Hopkins University, 1966.
13. Sauvé, S., Bernard S., Sloan P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, Vol. 3, pp. 48-56, 2015.
14. Preston, F. A Global Redesign? Shaping the Circular Economy, Briefing Paper. London: Chatham House, 2012.
15. EEA (European Environment Agency). Resource-efficient Green Economy and EU policies. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.
16. Mitchell, P. Employment and the circular economy - Job Creation through resource efficiency in London. Report produced by WRAP for the London Sustainable Development Commission, the London Waste and Recycling Board and the Greater London Authority, 2015.
17. Heck, P. Circular Economy related international practices and policy trends: Current situation and practices on sustainable production and consumption and international Circular Economy development policy summary and analysis. Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS), 2006.
18. Su, B., Heshmati A., Geng Y., Yu X. A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 42, pp. 215-227, 2013.
19. Bastein, T., Roelofs E., Rietveld E., Hoogendoorn A. Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands. Report commissioned by the Netherlands Ministry of Infrastructure and Environment, 2013.
20. Ghisellini, P., Cialani C., Ulgiati S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 114, pp. 11-32, 2016.
21. French Environment and Energy Management Agency. *Economie Circulaire: Notions*. Version modifiée, 2014.
22. European Commission. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. Communication from the Commission to the European Parliament, the

- Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 614 final, 2015.
23. United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Cooperation and Development and World Bank. Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting. 2003.
 24. EEA (European Environment Agency). Circular Economy in Europe - Developing the knowledge base. EEA Report No. 2/2016, 2016.
 25. Oakdene Hollins. The Further Benefits of Business Resource Efficiency. Research report completed for the Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2011.
 26. Hopewell, J., Dvorak R., Kosior E. Plastics recycling: challenges and opportunities. Philosophical Transactions of the Royal Society B, Vol. 364, pp. 2115-2126, 2009.
 27. European Commission. Roadmap - Strategy on Plastics in a Circular Economy. 2017
 28. Jacobsen N.B. Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark: A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects. Journal of Industrial Ecology, Vol. 10, pp. 239-255, 2006.
 29. Nilsson L., Persson P.O., Rydén L., Darozhka S., Zaliauskiene A. Cleaner Production: Technologies and Tools for Resource Efficient Production. Uppsala: Baltic University Press, 2007.
 30. Almeida V.B., Rodrigues A. M., Bonilla S.H., Giannetti B.F. Emergy as a tool for Ecodesign: evaluating materials selection for beverage packages in Brazil. Journal of Cleaner Production, Vol. 18, pp. 32-43, 2010.
 31. Bribián I. Z., Capilla A.V., Usón A.A., Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. Building and Environment, Vol. 46, pp. 1133-1140, 2011.
 32. Schröder, J.J., Smit A.L. Improved phosphorus use efficiency in agriculture: A key requirement for its sustainable use. Chemosphere, Vol. 84, pp. 822-831, 2011.
 33. European Commission. The role of waste-to-energy in the circular economy. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2015.

34. Van Weelden E., Mugge R., Bakker C., Paving the way towards circular consumption: exploring consumer acceptance of refurbished mobile phones in the Dutch market. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 113, pp. 743-754, 2016.
35. Bocken N.P., Short S.W. Towards a sufficiency-driven business model: Experiences and opportunities. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Vol. 18, pp. 41-61, 2016.
36. Tukker, A. Product services for a resource-efficient and circular economy - a review. *Journal of Cleaner Production*, Vol, 97, pp. 76-91, 2015.
37. Balanay, R., Halog A. Charting Policy Directions for Mining's Sustainability with Circular Economy. *Recycling*, Vol.1, No. 2, pp. 219-230, 2016.
38. Jurgilevich, A., Korhonen-Kurki K., Schösler H. Transition towards Circular Economy in the Food System. *Sustainability*, Vol. 8, No. 1, 2016.
39. Vandecasteele I., Rivero, I., Baranzelli, C. The water retention index: Using land use planning to manage water resources in Europe. *Sustainable Development*, 26(2), pp. 122–131, 2018.
40. Kemp, D. The industrial ethic, corporate refusal and the demise of the social function in mining. *Sustainable Development*, 26(5), pp. 491–500, 2018.
41. Bojnec, Š. The impact of green economy measures on rural employment: Green jobs in farms. *Journal of Cleaner Production*, 208, pp. 541–551, 2019.
42. Ecopreneur.eu. EU Circular Economy Update, Overview of circular economy in Europe. 2021.
43. Deineko L., Tsyplitska O. Opportunities and barriers of the Ukrainian industry transition to the circular economy. *Environmental Economics*, 10.1: 79, 2019.
44. Ellen MacArthur Foundation. Towards the Circular Economy. Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. 2013. URL: <https://tinyurl.com/hzfrxvb>
45. World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company. Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains. 2014. URL: <https://tinyurl.com/zqqk2m5>

46. Imperial College London and NERA Economic Consulting. Integration of Renewable Energy in Europe. Final Report prepared for DG Energy of the European Commission. 2014. URL: <https://tinyurl.com/kqgfgvj>
47. JRC. Supporting Environmentally Sound Decisions for Waste Management - A technical guide to Life Cycle Thinking (LCT) and Life Cycle Assessment (LCA) for waste experts and LCA practitioners. JRC Scientific and Technical Reports. 2011. URL: <https://tinyurl.com/zwen5p2>
48. Prendeville S., Bocken N. Design for Remanufacturing and Circular Business Models. Product Innovation Management, Industrial Design Engineering, TU Delft, 2015. URL: <https://tinyurl.com/jd6le77>
49. ARUP. The Circular Economy in the Built Environment. 2016. URL: <https://tinyurl.com/gq79eno>
50. Valant, J. Planned obsolescence: Exploring the issue. European Parliamentary Research Service, 2016. URL: <https://tinyurl.com/z295cct>
51. Accenture. Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth. 2014. URL: <https://tinyurl.com/hdu6tff>
52. HP. 2015 Sustainability Report. 2016. URL: <https://tinyurl.com/zkdnn9d>
53. European Commission. Leading the way to a global circular economy: state of play and outlook. Brussel, Belgium, 2020. URL: https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/leading_way_global_circular_economy.pdf
54. European Commission. A new circular economy plan for a cleaner and more competitive Europe. Brussels, Belgium, 2020. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
55. European Commission. EU Construction and demolition waste. Brussel, Belgium, 2019. URL: https://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm
56. European Parliament. WEEE Directive 2012/19/EU of the European Parliament on waste electrical and electronic equipment (WEEE). 2012. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012L0019>

57. European Commission. Farm to fork strategy for sustainable food. 2019. URL: https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en
58. European Commission. The drinking water directive. 2019. URL: https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/legislation_en.html
59. European Commission. A new tool to increase the sustainable use of nutrients across the EU. 2019. URL: https://ec.europa.eu/info/news/new-tool-increase-sustainable-use-nutrients-across-eu-2019-feb-19_en
60. WEF. 5 steps that could end the plastic pollution crisis and save our ocean. 2019. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2019/03/5-steps-that-could-end-the-plastic-pollution-crisisand-save-our-oceans-eb7d4caf24/>
61. Державна служба статистики України. Київ, 2022. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
62. Galvão D., Nadaeb J. de, Clemente D., Chinen G., Carvalho M. M. de. Circular Economy: Overview of Barriers. *Procedia CIRP*. 2018. Vol. 73. P. 79–85. URL: https://www.researchgate.net/publication/326066022_Circular_Economy_Overview_of_Barriers
63. Ritzén Sofia, Sandström Gunilla Ölundh. Barriers to the Circular Economy – Integration of Perspectives and Domains. *Procedia CIRP*. 2017. Vol. 64. P. 7–12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.005>
64. Ratner S.V. Circular economy: theoretical foundations and practical applications in the field of regional economics and management. 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36693260>
65. Geng Y., Fu J., Sarkis J., Xue B. Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, № 23, pp. 216-224, 2012.
66. Guo-gang J. Empirical Analysis of Regional Circular Economy Development--Study Based on Jiangsu, Heilongjiang, Qinghai Province. *Energy Procedia*, № 5, p. 125–129, 2011.
67. Ruiter C. The Circular Economy Performance Index. 2021. URL: <http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/337188/>

68. The Raw Materials Scoreboard is part of the monitoring and evaluation strategy for the European Innovation Partnership (EIP) on Raw Materials. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/117c8d9b-e3d3-11e8-b690-01aa75ed71a1>
69. Circularity Indicators: An Approach to Measuring Circularity. Methodology. URL: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/insight/Circularity-Indicators_Project-Overview_May2015.pdf
70. Saidani, M., Pan, Z., Kim, H., Wattonville, J., Greenlee, A., Shannon, T. Comparative life cycle assessment and costing of an autonomous lawn mowing system with human-operated alternatives: implication for sustainable design improvements. *International Journal of Sustainable Engineering*, 14(4), 704-724, 2021