

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки  
Кафедра економіки природокористування

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: Економіко-екологічна ефективність ремануфактурінгу  
електронних відходів

Виконала студентка 2 року навчання  
групи МЕД-19  
спеціальність 051 «Економіка»  
Галкіна Світлана Валеріївна

Керівник д.е.н., проф.  
Губанова Олена Ростиславівна

Рецензент д.е.н., с.н.с.  
Нікішина Оксана Володимирівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки

Кафедра економіки природокористування

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 051 «Економіка», ОПП «Економіка довкілля та природних ресурсів»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри О.Р. Губанова

д.е.н., проф. Губанова О.Р.

«26» жовтня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Галкіній Світлані Валеріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Економіко-екологічна ефективність ремануфактурінгу електронних відходів  
керівник роботи Губанова Олена Ростиславівна, д.е.н., проф.,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом вищого навчального закладу від «16» жовтня 2020 року № 194-С
2. Строк подання студентом роботи 05 грудня 2020 року
3. Вихідні дані до роботи законодавчі та нормативні акти, дані статистичної звітності, публікації в науковій та спеціальній літературі, монографії за темою дослідження.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки
  1. Концепція циркулярної економіки.
  2. Ремануфактурінг як складова циркулярної економіки.
  3. Оцінка ефективності ремануфактурінгу електронних відходів.
5. Перелік графічного матеріалу
  1. Послідовність наукової думки в галузі економіки замкненого циклу.
  2. Модель циркулярної економіки.
  3. Види діяльності у циркулярній економіці.
  4. Процес ремануфактурінгу.
  5. Процес прийняття рішення стосовно способу утилізації продукту.
  6. Методика та результати оцінки ефективності ремануфактурінгу мобільних телефонів.

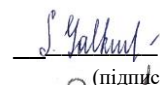
## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

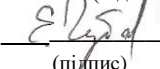
№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Робота з літературними джерелами	26.10.20р. - 28.10.20р.	90	відмінно
2	Написання першого розділу роботи	28.10.20р. - 02.11.20р.	90	відмінно
3	Написання другого розділу роботи	02.11.20р. - 06.11.20р.	90	відмінно
4	Написання третього розділу	06.11.20р. - 11.11.20р.	90	відмінно
5	Рубіжна атестація	11.11.20р. - 16.11.20р.	90	відмінно
6	Написання вступу, висновків, оформлення списку використаних джерел	16.11.20р. - 27.11.20р.	90	відмінно
7	Оформлення роботи	27.11.20р. - 05.12.20р.	90	відмінно
<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>			<b>90</b>	<b>відмінно</b>

Студент


  
(підпис)
**Галкіна С.В.**

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


  
(підпис)
**Губанова О.Р.**

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи Галкіної С.В.  
на тему: «Економіко-екологічна ефективність ремануфактурінгу  
електронних відходів»

**Актуальність теми.** На сьогоднішній день стан навколишнього природного середовища характеризується підвищенням складності і невизначеності, що спричинено впливом на довкілля різноманітних факторів (транспорт, промисловість, енергетика, сільське господарство тощо).

Перехід від лінійної до циркулярної економіки, що спостерігається останнім часом, передбачає одержання конкурентних переваг як у сфері матеріального виробництва, так і захисту довкілля. З огляду на це, використання нових механізмів економіко-екологічного спрямування, зокрема ремануфактурінгу, забезпечують досягнення мети циркулярної економіки.

На відміну від утилізації, для ремануфактурінгу характерна більш широка область застосування. Він поширюється на використану, браковану, зношену, в тому числі морально застарілу, продукцію авіакосмічної, автомобільної промисловості, побутову техніку, електроніку, машини та обладнання, де головною відмінністю виступає виробництво нового продукту на основі застосовуваної моделі або її окремих частин.

Тому дослідження різноманітних аспектів ремануфактурінгу є актуальним завданням сучасної економіки природокористування.

**Мета і задачі дослідження.** Мета роботи полягає в обґрунтуванні необхідності і доцільності застосування ремануфактурінгу в сучасних умовах та визначення перспектив його розвитку в українській промисловості. Для досягнення цієї мети були поставлені і вирішувались наступні завдання: визначено теоретичні засади формування ремануфактурінгу; розглянуто досвід та особливості застосування ремануфактурінгу у зарубіжних країнах; проведена оцінка та розрахунок ефективності ремануфактурінгу.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Об'єктом дослідження виступає ремануфактурінг як одна з ефективних складових циркулярної економіки. Предметом дослідження є сукупність теоретичних, методологічних і практичних засобів та інструментів створення та здійснення ремануфактурінгу.

**Методи дослідження.** В ході дослідження застосовувалися загальнонаукові та спеціальні методи дослідження: аналіз і синтез, порівняння, табличний, групування, комплексний та системний підходи та ін.

**Інформаційною базою дослідження** є наукові праці зарубіжних, вітчизняних та російських вчених з питань ремануфактурінгу, матеріали періодичних видань, а також ресурси мережі Internet.

**Апробація та впровадження результатів дослідження.** Основні положення, результати дослідження доповідалися на наукових конференціях: Студентська наукова конференція ОДЕКУ (м. Одеса, 15-18 квітня 2019 р.); Міжнародна наукова конференція «Економіко-екологічні проблеми сучасності у дослідженнях науковців» (м. Одеса, 25-26 червня 2019 р.); ХІХ наукова конференція молодих вчених Одеського державного екологічного університету (м. Одеса, 25-29 травня 2020 р.).

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів та висновків і містить 9 таблиць, 12 рисунків та 31 літературних джерел. Загальний обсяг роботи – 70 сторінок.

**Ключові слова:** *ремануфактурінг, електронні відходи, переробка, економіко-екологічна ефективність, циркулярна економіка.*

## SUMMARY

to the master's qualification work made by Halkina S.  
on the topic: «Economic and ecological efficiency of remanufacturing  
of electronic waste»

**Relevance of the topic.** Today, the environment condition is characterized by increased complexity and uncertainty, which is caused by environmental impacts of various factors (transport, industry, energy, agriculture, etc.).

The transition from linear to circular economy that has been observed these days, involves gaining competitive advantages in both material production and environmental protection. In view of this, using of new mechanisms of economic and ecological orientation, in particular remanufacturing, ensure the achievement of the purpose of circular economy.

Unlike disposal, remanufacturing is characterized by a wider scope of application. It applies to used, defective, worn out, including obsolete, products of the aerospace, automotive industry, appliances, electronics, machinery and equipment, where the main difference is the production of a new product based on using model or its individual parts.

Therefore, the study of various aspects of remanufacturing is an actual task of the modern economics of nature management.

**Purpose and objectives of the study.** The purpose of this work is to substantiate the necessity and feasibility of applying remanufacturing in modern conditions and to determine its development perspectives in the Ukrainian industry. To achieve this purpose, the following tasks were set and solved: the theoretical basis of the formation of remanufacturing was analyzed; the experience and peculiarities of using remanufacturing in foreign countries were considered; the evaluation and calculation of the efficiency of remanufacturing were carried out.

**The object and subject of the study.** The object of the study is remanufacturing as one of the effective components of the circular economy.

The subject of the study is a set of theoretical, methodological and practical tools and tools for the creation and implementation of remanufacturing.

**Methods of the study.** During the study were used general scientific and special methods of the study: analysis and synthesis, comparison, tabular, grouping, complex and systemic approaches, etc.

**Information base of the study** is the scientific works of foreign, domestic and Russian scientists about remanufacturing, materials of periodicals and Internet resources.

**Approbation and implementation of the results.** The main thesis, results of the study were reported at scientific conferences: Student Scientific Conference of OSEU (Odessa, on April 15-18<sup>th</sup>, 2019); International Scientific Conference "Economic and Ecological Modern Problems in Research of Scientists" (Odessa, on June 25-26<sup>th</sup>, 2019); XIX Scientific Conference of Young Scientists of OSEU (Odessa, on May 25-29<sup>th</sup>, 2020).

**Structure and scope of the work.** The master's qualification work consists of an introduction, three sections and conclusions and contains 9 tables, 12 figures and 31 references. The total volume of the work amounts to 70 pages.

**Keywords:** *remanufacturing, electronic waste, recycling, economic and ecological efficiency, circular economy.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 КОНЦЕПЦІЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ.....	11
1.1. Історія становлення та розвиток циркулярної економіки.....	11
1.2. Сутність та принципи функціонування циркулярної економіки....	16
РОЗДІЛ 2 РЕМАНУФАКТУРІНГ ЯК СКЛАДОВА ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ.....	27
2.1. Формування ремануфактурінгу і його роль для промисловості....	27
2.2. Світовий досвід впровадження ремануфактурінгу.....	35
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕМАНУФАКТУРІНГУ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ.....	50
3.1. Методика оцінки економіко-екологічної ефективності.....	50
3.2. Розрахунок економіко-екологічної ефективності застосування ремануфактурінгу.....	56
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
ДОДАТКИ.....	66



## ВСТУП

Двадцять перше століття – століття, що ґрунтується на знаннях і рухається у напрямку покращення екологічної ситуації. Багато країн впроваджують нову політику та концепції виробництва, які відповідають цим тенденціям. Тому, останнім часом, зростає інтерес до технологій екологічно чистого, ресурсо- та енергоефективного виробництва.

Поряд з таким найбільш простим видом вторинного використання продукції як переробка, в розвинених країнах в останні роки активно розвивається нова галузь – ремануфактурінг (remanufacturing), яка на сьогоднішній день, привертає все більшу увагу у всьому світі.

У науковій літературі, питанням ремануфактурінгу, переважно, присвячені праці багатьох зарубіжних вчених, проте деякі вітчизняні та російські фахівці у сфері економіки, такі як: Н.В. Пахомова, К.К. Ріхтер, М.О. Ветрова, також приділяли увагу даній тематиці.

Проблеми проектування та дизайну продукції з метою ремануфактурінгу в кінці її життєвого циклу досліджувалися М. Гунгором, М. Касандарой, Дж. Терпені, Р. Карлом, Дж. Джелеско, Дж. Парком, К. Рамані, Д. Рамануджаном, Б. Бернштенном, Ф. Чжао, Д. Сузерлендом, С. Хандверком, Х. Кімом, Д. Тарстоном та ін. Аналіз прибутків та збитків на відновлення продукції, рентабельності, ціноутворення на продукцію ремануфактурінгу, вплив законодавства на стратегію відновлення вивчалися Дж. Саркісом, Р. Гуїнтіні, К. Гаудеттом, С. Мондалем, К. Мукхерджі та ін.

Ремануфактурінг – один з найважливіших елементів, що рухає нашу економіку до циркулярної моделі; це низка процесів рекомерціалізації продуктів, термін яких закінчується, та деталей як нових продуктів. У всьому світі вже існують різні ринки відновлення, проте їх розмір і види відрізняються у різних країнах відповідно до технологічного рівня та національної політики.

Мета роботи – обґрунтування необхідності та доцільності застосування ремануфактурінгу в сучасних умовах та визначення перспектив його розвитку в українській промисловості.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- визначити теоретичні засади формування ремануфактурінгу;
- розглянути досвід та особливості застосування ремануфактурінгу у зарубіжних країнах;
- здійснити розрахунок ефективності застосування ремануфактурінгу.

Об’єкт дослідження – ремануфактурінг як одна з ефективних складових циркулярної економіки.

Предмет дослідження – сукупність теоретичних, методологічних і практичних засобів та інструментів створення та здійснення ремануфактурінгу.

Інформаційною базою дослідження є наукові праці зарубіжних, вітчизняних та російських вчених з питань ремануфактурінгу, матеріали періодичних видань, а також ресурси мережі Internet.

Поставлені завдання вирішувались за допомогою використання таких методів як: аналіз і синтез, порівняння, табличний, групування, комплексний та системний підходи тощо.

## РОЗДІЛ 1

### КОНЦЕПЦІЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

#### 1.1. Історія становлення та розвиток циркулярної економіки

Концепція циркулярної економіки формувалася, з одного боку, в рамках парадигми сталого розвитку, ідей зеленої економіки та інклюзивного зростання, а з іншого боку її практична реалізація стала можливою на основі технологій Четвертої промислової революції і цифрової економіки [5, С. 18].

Вперше поняття циркулярної економіки починає з'являтися у літературі в 1960-х рр., що безпосередньо пов'язано з переходом від індустріального до постіндустріального (інформаційного) суспільства. Постіндустріальне суспільство характеризується створенням переважно послуг, а також ґрунтується на технічному та технологічному прогресі, що дозволяє модернізувати форми і методи виробництва. Розвиток інноваційних технологій у постіндустріальному суспільстві сприяє бурхливому вдосконаленню способів виробництва, і надає можливість переходу до більш ресурсоефективної економіки.

Одночасно з цим за рахунок розвитку інформаційних технологій відбувається підвищення інформованості населення про зовнішні негативні ефекти, що чиняться виробництвом і споживанням на навколишнє середовище, і здійснюється розвиток громадських рухів щодо врегулювання екологічних проблем [7, С. 10].

Концепція циркулярної економіки з'являється на стику двох наук: екології та економіки. У зв'язку з цим перші роботи з розвитку даної тематики носили екологічний нахил. Так, у 1966 році американський економіст К. Боулдінг у своїй праці «Економіка прийдешнього космічного корабля Земля» (The economics of the coming spaceship Earth) висунув теорію про те, що «Земля перетворилася в єдиний космічний

корабель, на якому немає необмежених резервуарів, тому людина повинна знайти своє місце в циклічній екологічній системі». Згодом концепція набула більш економічний характер.

Найбільш важливі віхи у розвитку циркулярної економіки, що виділяються у сучасній літературі, зображені на рисунку 1.1. Вони мають загальну ідею, яка полягає в необхідності застосування циркулювання всіх природних ресурсів для досягнення сталого майбутнього на планеті.

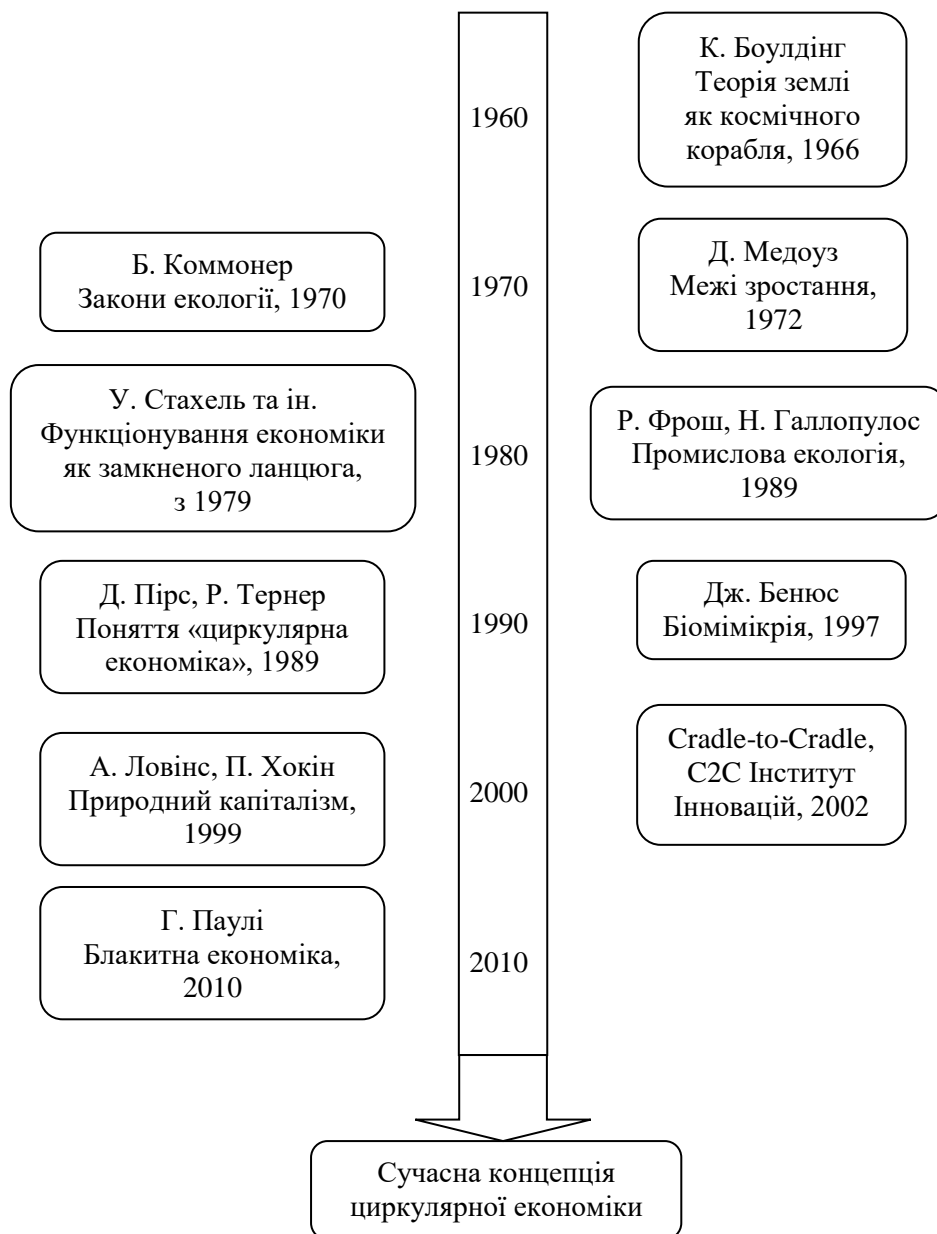


Рис. 1.1 Послідовність розвитку наукової думки в галузі економіки замкненого циклу [7, С. 11]

У 1972 році Д. Медоуз із співавторами представили роботу «Межі зростання», до основних ідей якої належала необхідність розробки і виготовлення продукції для ефективного повторного використання та рециклінгу [5, С. 23].

Вперше ідею переходу до циркулярної економіки запропонував швейцарський архітектор У. Стахель. Він бачив в ній заміну існуючої лінійної індустріальної моделі сталого ресурсозалежного зростання [7, С. 12].

В кінці 1970-х рр. група вчених на чолі з У. Стахелем відродили ідею функціонування економіки як замкненого кола і досліджували її вплив на конкурентоспроможність компаній, економію ресурсів, створення нових робочих місць і скорочення відходів.

В кінці 1980-х рр. чітке визначення поняття «циркулярна економіка» спробували дати відомі економісти-екологи Д. Пірс та Р. Тернер у своїй праці «Економіка природних ресурсів та навколишнього середовища» [5, С. 23].

У 1989 році зароджується прикладна наука промислова екологія (самостійна наука, що вивчає вплив промислової діяльності на біосферу та її еволюцію в техносферу, а також визначає шляхи досить безболісного для людської цивілізації переходу техносфери в ноосферу). Цей термін присвоюється статті, що написана Р. Фрошем та Н. Галлопулосом, і опублікована в журналі *Scientific American* (1989 р.).

Іншим значним етапом стало об'єднання поглядів на біомімікрію (з грец. «*bios*» – життя і «*mimesis*» – імітувати) – область інженерії, в якій людина черпає натхнення з навколишнього середовища. Вона є частиною науки протягом тисячоліть, проте, сам термін виник лише у 1997 році в книзі «Біоніка: інновації, натхненні природою» Дж. Бенюса [7, С. 12].

Поняття «природний капіталізм» народжується з появою у 1999 році книги «Природний капіталізм: створення наступної індустріальної революції» (*Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*) під авторством А. Ловінса та П. Хокіна. У книзі автори критикують традиційний промисловий капіталізм, обґрунтовуючи його неспроможність

тим, що ця концепція нехтує цінностями найбільших запасів, які він використовує – природних ресурсів та живих систем. Автори стверджують, що тільки завдяки визнанню взаємозалежності між виробництвом, використанням людського капіталу, а також підтриманням і постачанням природного капіталу, можливо довгострокове продовження існування.

Термін Cradle-to-Cradle (C2C) є зареєстрованим товарним знаком консультантів McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC). Ідея моделі «від колиски до колиски» або «регенеративний дизайн» полягає у біомімікринному підході до розробки продуктів і систем, який розглядає циркуляцію (кругообіг) природних і промислових речовин в рамках безпечного обміну речовин усередині природної системи, сприймаючи всі елементи як поживні речовини. Згідно з підходом C2C, всі речовини, які беруть участь у створенні і функціонуванні продукції, повинні мати безперервний життєвий цикл.

Останнім етапом вважається написання Г. Паулі у 2010 році книги «Блакитна економіка». Дане дослідження показує, як слідуючи природним процесам, можна створювати нові успішні бізнес-моделі, які будуть мати економічні, соціальні та екологічні вигоди [7, С. 12-13].

Підвищена увага до концепції циркулярної економіки багато в чому пов'язана з можливістю її практичної реалізації в сьогоденні завдяки швидкому поширенню технологій Індустрії 4.0, які тісно пов'язані з цифровою економікою і Четвертою промисловою революцією [5, С. 25].

Філософсько-методологічне підґрунтя Четвертої промислової революції полягає в конвергенції трьох світів – технологічного (матеріального), цифрового (віртуального) та біологічного. Ключові технології, які лежать в основі цифрової економіки, що розвивається, включають робототехніку, штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), хмарні обчислення, аналітику великих даних і тривимірний (3D) друк. Їх поширення революціонує традиційні і породжує нові напрямки економічного зростання, підвищуючи економічну ефективність виробництва

та розширюючи можливості споживання, створюючи нові сфери економічної діяльності. Так, Четверта промислова революція впливає на всі великі макрозмінні: ВВП, інвестиції, споживання, зайнятість, торгівлю, інфляцію, добробут та якість життя [5, С. 27].

Конвергенція фізичного, цифрового і біологічного світів, що лежить в центрі Четвертої промислової революції, передбачає зміни у використанні ресурсів, які пов'язані з великим потенціалом для відновлення та регенерації навколишнього середовища за рахунок використання інтелектуальних технологій і систем. Потенціал полягає у можливості спрямувати виробників та споживачів з лінійної моделі використання ресурсів: «take-make-waste», яка спирається на велику кількість легкодоступних ресурсів, до нової промислової моделі, в якій ефективні потоки матеріалів, енергії, трудових ресурсів та інформації взаємодіють один з одним і сприяють функціонуванню зміцнюючої, регенеруючої і більш продуктивної моделі циркулярної економіки [5, С. 28].

За оцінкою аналітиків Національного дослідницького університету «Вища школа економіки» (НДУ ВШЕ), перехід до Індустрії 4.0 призведе до зростання енергоефективності та конкурентоспроможності економіки, зникнення кордонів між галузями і зниження техногенного впливу на навколишнє середовище [7, С. 14].

У сучасному трактуванні під циркулярною економікою спеціалісти розуміють економіку, якій властивий відновлювальний і замкнутий характер. Для неї характерна мінімізація споживання первинної сировини та максимізація використання обсягів перероблених ресурсів, які супроводжуються зниженням відходів, що направляються на поховання, а також скороченням площ неорганізованих звалищ і полігонів захоронення відходів. Таким чином, концепція циркулярної економіки спрямована на вирішення завдання одночасного підвищення екологічної та економічної ефективності [5, С. 24].

## 1.2. Сутність та принципи функціонування циркулярної економіки

Економічна модель виробництва та споживання, що склалася на сьогоднішній день в більшості країн світу, зокрема і в Україні, представляє собою лінійну послідовність етапів, яку можна представити як «4В-модель»: видобуваємо - виробляємо - використовуємо - викидаємо. Це призвело до того, що сьогодні людство споживає в 1,7 разів більше, ніж може виробити планета. Лінійні моделі виробництва, що засновані на принципі отримання сировини, виготовлення продукту і викидання відходів, мають безліч недоліків, одним з яких є зростаючі екологічні проблеми. Особливо вони проявляються в тих галузях, що мають суттєві обсяги відходів, які формують так званий «екологічний слід». Альтернативою лінійній економіці може виступати циркулярна економіка. Вона є одним з інструментів вирішення проблеми забруднення і забезпечення стабільного екологічного майбутнього [17, С. 366].

Поняття циркулярної економіки було введено у 1990 р. з огляду на стратегію сталого розвитку та запропоноване для вирішення актуальних проблем погіршення стану навколишнього середовища і нестачі ресурсів (Додаток А). Головними інструментами циркулярної економіки є екологічні інновації та «зелені» технології [6, С. 43-44].

Економіка замкненого циклу або циркулярна економіка – модель економічного розвитку, що передбачає безперервний оборот технічних і біологічних матеріалів при виробництві, раціональне використання та збереження цінних природних ресурсів (рис. 1.2) [17, С. 366].

Циркулярна економіка діє відповідно до принципів «3R»: скорочення споживання (Reduce), повторне використання (Reuse) та переробка (Recycle). Вона створює можливості для сталого розвитку держав та формування конкурентоспроможності [22].



Таким чином, кругова економіка стає дедалі популярнішою в Європі: у Нідерландах та Фінляндії існують національні програми переходу до неї. ЄС стимулює такий перехід, виділяючи сотні мільйонів євро на рік.

Бізнес-моделі кругової економіки поділяють на дві групи: повторне використання ресурсів за рахунок ремонту, реконструкції, модернізації, переоснащення та переробка матеріалів. Ці моделі засновані на безвідходних технологіях, тому все, що не знадобилося для основного виробництва повинно максимально ефективно використовуватися для створення інших продуктів [23].

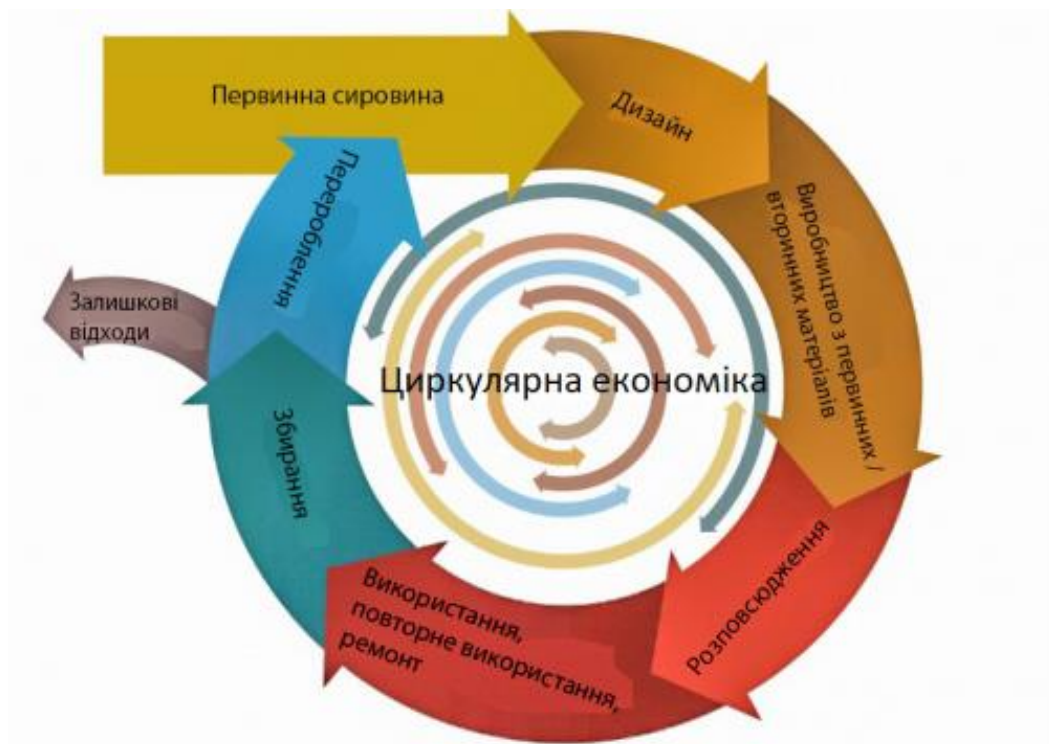


Рис. 1.2 Модель циркулярної економіки [8]

Перевагами цієї моделі економічного розвитку є:

- інноваційні та ресурсоефективні способи виробництва та споживання;
- захист підприємств від дефіциту ресурсів та нестабільних цін;
- збільшення конкурентоспроможності і позитивна репутація компаній;
- можливості для розвитку нового або суміжного бізнесу;
- оптимальна утилізація відходів;
- економія енергії внаслідок замкненого виробничого циклу;
- зменшення негативного впливу на довкілля [22].

На сьогоднішній день існує більше десятка візуалізацій моделі циркулярної економіки, при цьому всі вони мають схожу структуру. Однак найбільш поширеною та повною за змістом вважається модель циркулярної економіки, що заснована на розробках фонду Еллен МакАртур (рис. 1.3). Вона свідчить про те, що циркулярна економіка може розвиватися на основі різних підходів в промисловості і сільському господарстві з урахуванням створення замкнутих ланцюгів поставок. Так, в рамках моделі циркулярної економіки відбувається поетапний замкнутий цикл, який починається з розробки родовищ корисних копалин, заготівлі і переробки сировинних та енергетичних ресурсів, після чого здійснюється виробництво комплектуючих, проміжної і готової продукції, її транспортування, збут та кінцеве споживання і використання, а в кінці життєвого циклу відбувається збір відслуживших виробів та виконання подальших відновлювальних операцій [5, С. 28].

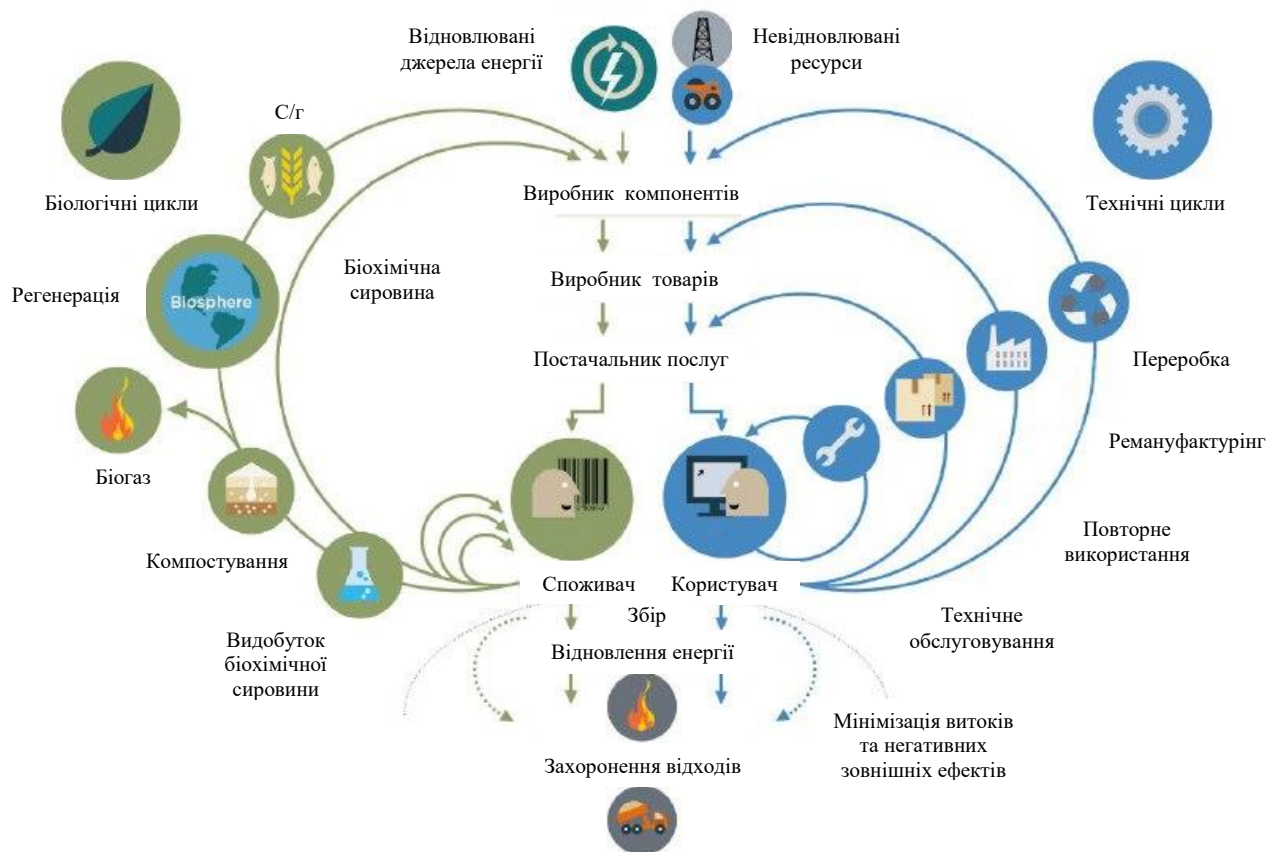


Рис. 1.3 Модель циркулярної економіки (фонд Еллен МакАртур)

Відповідно до цієї моделі, циркулярна економіка націлена забезпечувати поетапне відтворення принципів ресурсної ефективності та безвідходності, що лежать в самій природі. Для досягнення цього відбувається поділ на 2 види замкнутих циклів: біологічний і технічний. При цьому однією з умов існування та правильного функціонування даної системи є не змішуваність двох циклів у процесі циркуляції.

1. В рамках біологічного циклу ця схема має на увазі наступний ланцюжок: відходи (обов'язково будучи нетоксичними) після використання потрапляють назад в природне середовище і стають живильним середовищем для бактерій, і у зв'язку з подальшими біологічними процесами, вони знову переходять у форму продуктів сільськогосподарської та фермерської діяльності.

2. Промисловий цикл, що формується за рахунок замкнутих ланцюгів поставок, ґрунтується на наступних видах діяльності [7, С. 15-16]:

- Технічне обслуговування (maintain / prolong) – ефективний спосіб збереження або відновлення продукції до бажаного рівня продуктивності з метою її захисту від подальшого пошкодження і водночас за рахунок підтримання його продуктивності подовження життєвого циклу продукту; включає в себе діагностику та ремонт;

- Повторне використання продукції (reuse) – продукт використовується повторно для початкових або нових цілей в своєму первісному вигляді або з деякими змінами і поліпшеннями;

- Відновлювальний ремонт продукції або відновлення компонентів (remanufacturing) – процес розбирання і відновлення продукту на рівні його компонентів; деталі, що підлягають відновленню вилучаються з продукту, який був у використанні, проходять очищення, ремонт і вбудовуються в новий продукт, при цьому готовий продукт позиціонується «як новий»;

- Переробка відходів та відслужившої продукції – рециклінг (recycling): будь-які операції відновлення за допомогою яких відходи і відслуживша

продукція переробляються в матеріали, ресурси, речовини для початкових чи інших цілей. Тут виділяють такі основні види переробки:

- підвищена переробка (upcycling) – перетворення матеріалів і відходів в нові матеріали більш високої якості;
- функціональна переробка (functional recycling) – відновлення матеріалів для початкових або інших цілей, за винятком отримання енергії);
- знижена переробка (downcycling) – перетворення матеріалів і відходів в нові матеріали нижчої якості [5, С. 29-30].

При цьому не всі продукти та їх компоненти підлягають відновленню і повторному використанню (Додаток Б). Деякі з них є відходами та підлягають захороненню або спалюванню. Однак дані методи управління відходами не належать до процесів формування циркулярної економіки, тому що не сприяють збереженню сировинних та енергетичних ресурсів, а навпаки умиротворюють їх, до того ж супроводжуються викидами парникових газів та інших шкідливих речовин, а поховання призводить до забруднення ґрунту та стічних вод [5, С. 30].

Важливими елементами циркулярної економіки є три її принципи:

Принцип 1: Збереження та збільшення природного капіталу шляхом управління обмеженими запасами і балансування потоків відновлюваних ресурсів;

Принцип 2: Оптимізація вибування ресурсів за рахунок циркуляції продуктів, компонентів і матеріалів з найвищою корисністю протягом усього часу на всіх етапах як в технічному, так і в біологічному циклах;

Принцип 3: Сприяння розвитку ефективності систем шляхом виявлення негативних зовнішніх факторів і подальшого перепроектування виробничої діяльності.

Основу циркулярної економіки формують замкнуті ланцюги поставок. Вони об'єднують звичайні процеси прямого ланцюга поставок із зворотними логістичними процесами, які варіюються від відновлення продукту, ремануфактурінгу, розбирання і повторного використання окремих частин.

Кінцева мета полягає у тому, щоб зберігати цінність продуктів, які споживаються і використовуються споживачами, з можливістю зниження впливу на навколишнє середовище на весь ланцюжок поставок [1, С. 90].

Для функціонування моделі циркулярної економіки фонд Еллен МакАртур виділяє декілька груп видів діяльності, які є важливими складовими переходу і функціонування циркулярної економіки (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

### Види діяльності у циркулярній економіці

Англійська назва	Російський переклад	Характеристика
<b>Regenerate</b>	Відновлювати	- Перехід до відновлюваних джерел енергії та матеріалів; - Відновити і зберегти здоров'я екосистеми; - Повернути відновлені біологічні ресурси до біосфери.
<b>Share</b>	Спільно використовувати	- Спільне використання активів (автомобілі, приміщення, прилади); - Повторне використання; - Подовження терміну експлуатації завдяки технічному обслуговуванню, проектуванню на довговічність, модернізації тощо.
<b>Optimize</b>	Оптимізувати	- Збільшення продуктивності / ефективності продукту; - Видалення відходів у ланцюзі виробництва та постачання; - Використання великих даних, автоматизації, дистанційного зондування та управління.
<b>Loop</b>	Створювати «петлю»	- Відновлення продуктів чи компонентів; - Переробка матеріалів; - Вилучати біохімікати з органічних відходів.
<b>Virtualize</b>	Віртуалізувати	- Пряма дематеріалізація (наприклад, книги, CD-диски, DVD-диски); - Непряма дематеріалізація (наприклад, Інтернет-магазини).
<b>Exchange</b>	Обмінювати	- Заміна старих матеріалів на вдосконалені невідновлювані; - Застосування нових технологій (3D-друк); - Обирання нового продукту / послуги (наприклад, мультимодальний транспорт)
<b>ReSOLVE</b>	РІШЕННЯ	

[7, С. 18]

Перехід до економічного устрою з повторним використанням ресурсів вимагає змін в усіх ланцюгах створення доданої вартості – від проектування (дизайну) виробів до нових бізнес-моделей, від нових способів перетворення

відходів на ресурси до нових моделей поведінки споживачів. Це означає необхідність всеохоплюючих системних змін та інновацій не лише у технологіях виробництва, а й у питаннях організації, суспільного устрою, способах фінансування та заходах політики. Тому циркулярну економіку необхідно розглядати на мікро-, мезо- і макрорівнях, що охоплюють виробництво, споживання та правильне використання відходів [21, С. 122].

Впровадження циркулярної економіки істотно впливає на різні сфери її реалізації і на різних рівнях (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

## Сфери реалізації циркулярної економіки

Сфери	Рівні		
	Мікро-	Мезо-	Макро-
Виробництво	Чисте виробництво, еко-дизайн	Еко-індустріальний парк, еко-сільськогосподарська система	Регіональна еко-промислова мережа
Споживання	Зелені закупівлі та споживання	Екологічно чистий парк	Послуги з оренди товарів (подорова оренда автомобілів та лізингу продуктів, наприклад, комплектів меблів і т.д.)
Поводження з відходами	Система рециркуляції	Ринок торгівлі відходами	Еко-міста (міський та промисловий симбіоз, який заснований на довготривалих стосунках виробників і споживачів)
Підтримка розвитку	Галузеві стандарти, бізнес-моделі та інформаційна підтримка	Державні галузеві стратегії і дорожні карти модернізації галузей	Закони та державні програми

[1, С. 92]

І.Я. Зварич пропонує також розглядати циркулярну економіку на мегарівні, що передбачає глобалізоване управління відходами в рамках створення глобальних циркулярних ланцюгів створення доданої вартості, що не ототожнюється з глобальними ланцюгами постачання вторинної сировини [6, С. 45].

Проблема та необхідність переходу до циркулярної економіки щорічно висвітлюються на міжнародних форумах та конференціях, серед яких можна

виділити: саміти ООН з питань сталого розвитку, Всесвітні економічні форуми, Конференції стейкхолдерів циркулярної економіки в ЄС, Європейські економічні саміти з циркулярної економіки тощо. Крім того, існує безліч регіональних заходів, у тому числі і в Росії: Міжнародна конференція «Циркулярна економіка як контекст інновацій у XXI столітті» (2015, Санкт-Петербург, СПбГУ), Міжнародні економічні симпозиуми та конференції на базі СПбГУ та інших російських вузів [7, С. 20-21].

Вивченням проблем розвитку і перспектив циркулярної економіки займаються наукові співтовариства в усьому світі. Згідно з дослідженням, заснованому на аналізі кількості та місця розташування наукових публікацій з описуваної проблематики були отримані наступні результати, що відображають інтерес до даної теми в різних країнах (рис. 1.4).

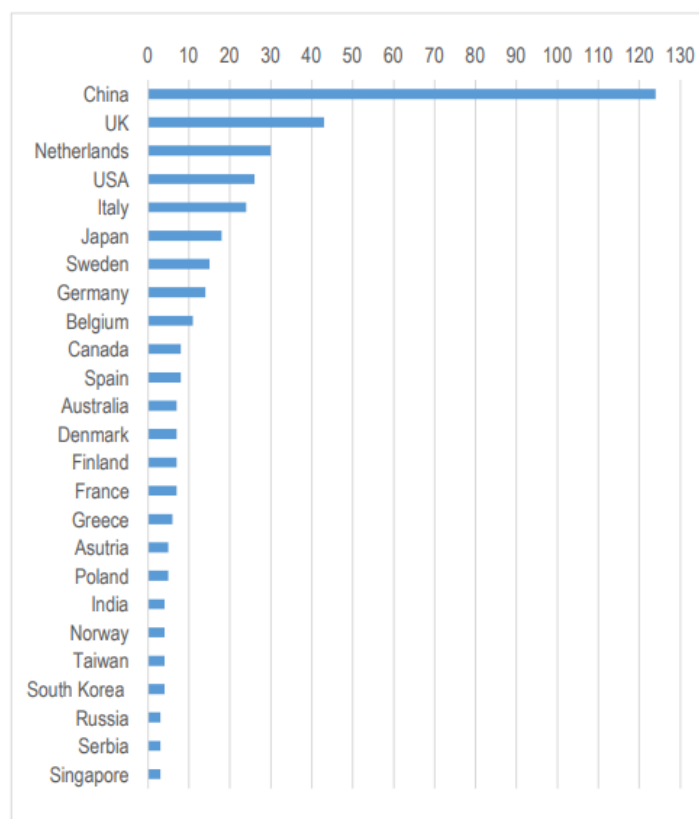


Рис. 1.4 Найбільш поширені географічні розташування авторів статей з теми «циркулярна економіка», що мають більше трьох публікацій [7, С. 21]

Таким чином, концепція циркулярної економіки з її принципами скорочення, повторного використання та утилізації енергії, матеріалів і відходів розглядається як життєздатна стратегія альтернативного розвитку

з метою послаблення напруженості між розвитком національної економіки та охорони навколишнього середовища [6, С. 44-45].

Аналізуючи сучасну концепцію циркулярної економіки необхідно враховувати взаємодію між соціальними, технологічними (екологічними) та виробничими (економічними) аспектами впровадження циркулярної економіки. Позитивні та негативні наслідки представлені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

### Наслідки впровадження циркулярної економіки

Наслідки	Позитивні	Негативні
Соціальні	<ul style="list-style-type: none"> <li>- підвищення рівня соціальної відповідальності за дбайливе використання матеріальних ресурсів;</li> <li>- зміна ставлення до використаних товарів у бік більш дружньої екологічної поведінки;</li> <li>- збільшення кількості робочих місць технологів з вторинних матеріальних ресурсів, які працюють на підприємствах, що застосовують як первинні так і вторинні матеріальні ресурси.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- лобіювання з боку постачальників первинних ресурсів, у т.ч. через введення заборон на використання товарів з вторинної сировини нарівні з первинною сировиною (наприклад, застосування тари для продуктів харчування з вторинної сировини);</li> <li>- скорочення робочих місць на підприємствах, які видобувають первинні матеріальні ресурси.</li> </ul>
Технологічні (екологічні)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зниження викидів CO<sub>2</sub>;</li> <li>- скорочення площ звалищ і полігонів захоронення відходів;</li> <li>- зменшення споживання дефіцитних та обмежених ресурсів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- підвищення токсичності відходів при зменшенні їх об'єму за рахунок поглиблення переробки;</li> <li>- збільшення площ для складування вторинних матеріальних ресурсів на підприємствах, які використовують їх в процесі виробництва.</li> </ul>
Виробничі (економічні)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- створюється стійкий попит на вторинні матеріальні ресурси;</li> <li>- у довгостроковому періоді знижується попит на первинні матеріальні ресурси;</li> <li>- знижуються витрати на утримання складів і земель для складування відходів, а також екологічні податки.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- у короткостроковому періоді незначно дорожчають первинні матеріальні ресурси (у порівнянні з природним подорожчанням внаслідок їх вичерпання).</li> </ul>

[1, С. 92]

Виокремлюють декілька основних принципів формування та успішного розвитку циркулярної економіки (рис. 1.5), суть яких полягає у наступному:

1. Платити потрібно не за товар, а за його використання: це основний принцип циркулярної економіки. Споживач не викидає товар, оскільки не купував його, а брав в оренду чи на прокат. Ряд таких великих



компаній, як Rolls Royce, Caterpillar, Toyota, Philips, вже працюють за подібною схемою.

2. Економічне зростання, але без зростання споживання і звалищ. Одна з головних переваг циркулярної економіки, полягає в тому, що вона не тільки зберігає природу, а й в змозі забезпечити економічне зростання без зростання споживання і звалищ. Прикладом подібного економічного зростання є завод з виробництва картонних упаковок компанії Stora Enso (фінський целюлозно-паперовий виробник). Необхідність у вторинній сировині для заводу призвела до збільшення обсягів збору відходів у прилеглих районах, що, в свою чергу, призвело до зростання продуктивності заводу; тобто утворився замкнений процес, вигідний і для Stora Enso, і для компаній зі збору відходів.

3. «Ефективність понад усе». Принцип циркулярної економіки, який представляє собою вимогу забезпечення максимальної ефективності кожного процесу в життєвому циклі товару або послуги. Більш того, ряд експертів вважає, що розподілена економіка тільки тоді стає циркулярною, коли досягається забезпечення цієї самої ефективності.

4. Всі учасники економічного ланцюжка створюють новий продукт. Циркулярна економіка вимагає, щоб в створенні нового товару або послуги брали участь всі учасники економічного ланцюжка. Одним із способів реалізації такого підходу є використання принципу соціальних мереж, що дозволить підприємствам взаємодіяти з постачальниками та клієнтами, використовуючи єдину хмарну платформу і «говорити однією мовою».

5. Принцип довговічності продукції. Вимога до більш тривалого життєвого циклу продукту передбачає, що речі необхідно робити довговічними. Проте для того, щоб бізнес зайнявся виробництвом довговічних товарів, потрібні серйозні зміни у підході до отримання прибутку. Адже виробництво довговічних товарів створює додаткові витрати у виробника і позбавляє його подальшого доходу. У циркулярній

економії ці витрати повинні компенсуватися пізніше – на стадії сервісу і підтримки продукту.

6. Прибуток доведеться отримувати в інший спосіб. Реалізація концепції циркулярної економіки вимагає змін у методах ведення бізнесу і, відповідно, характеру отримання компаніями прибутку. Замість одноразового отримання грошей при продажу, наприклад, автомобілю компанія буде отримувати постійний дохід у вигляді внесків за оренду. Однак це може створити для таких компаній додаткові труднощі при отриманні кредитів – багато банків не збільшують кредитування компаній, які повертають гроші поетапно.



Рис. 1.5 Принципи формування та успішного розвитку циркулярної економіки [17, С. 367]

Отже, циркулярна економіка передбачає переробку відходів у вторинну сировину та використання її на різних етапах виробничого процесу. Технологічний прогрес робить можливим застосування цих принципів на практиці, однак найважливішою умовою переходу до циркулярної моделі економіки є реорганізація бізнес-процесів, пов'язаних з управлінням матеріальними ресурсами, і застосування відповідних бізнес-моделей.

## РОЗДІЛ 2

### РЕМАНУФАКТУРІНГ ЯК СКЛАДОВА ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

#### 2.1. Формування ремануфактурінгу і його роль для промисловості

Однією з важливих складових циркулярної економіки та основою для переходу від традиційної лінійної моделі економіки до замкненої є ремануфактурінг, який являється офіційною доктриною і входить до Концепції сталого розвитку.

Ремануфактурінг бере свій початок з епохи індустріалізації з використанням парових двигунів, залізниць, електроенергії та електрообладнання, а також верстатів [28, С. 130].

Ремануфактурінг – це особливий вид відновного виробництва, в рамках якого відбувається відновлення специфікацій продукції до початкового рівня з можливістю його перевищення, при використанні в новому виробничому циклі комбінацій повторно використаних, відновлених і нових частин (наприклад, у випадку заводського перезбирання автомобіля).

Тобто, ремануфактурінг – промисловий процес, що перетворює використані вироби на продукцію з тією самою якістю, функціональністю та гарантією, що і нові продукти. Зазвичай його застосовують до складних виробів, що мають значні вкладення матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів та більшу частину цінності яких можна відновити за допомогою відповідних методів відновлення. При цьому робиться акцент на тому, що продуктивність після відновлення буде не нижче початкових технічних характеристик [31, С. 3].

Саме ремануфактурінг є вищою формою вторинного використання відслужившої продукції і відходів, тому що у порівнянні з традиційним виробництвом витрати на виготовлення продукції за допомогою ремануфактурінгу для компаній-відновників нижче, вартість відновленої продукції для споживача менше, істотні вигоди й для навколишнього середовища, тому що відновлення продукції, її окремих вузлів і деталей, знижує споживання сировини та енергії. Одночасно відбувається збереження вже вкладеної цінності, отриманої за рахунок вкладених ресурсів, як матеріальних, так і трудових. Згідно з дослідженнями, при ремануфактурінгу продукт зберігає до 85% своєї початкової цінності (рис. 2.1).

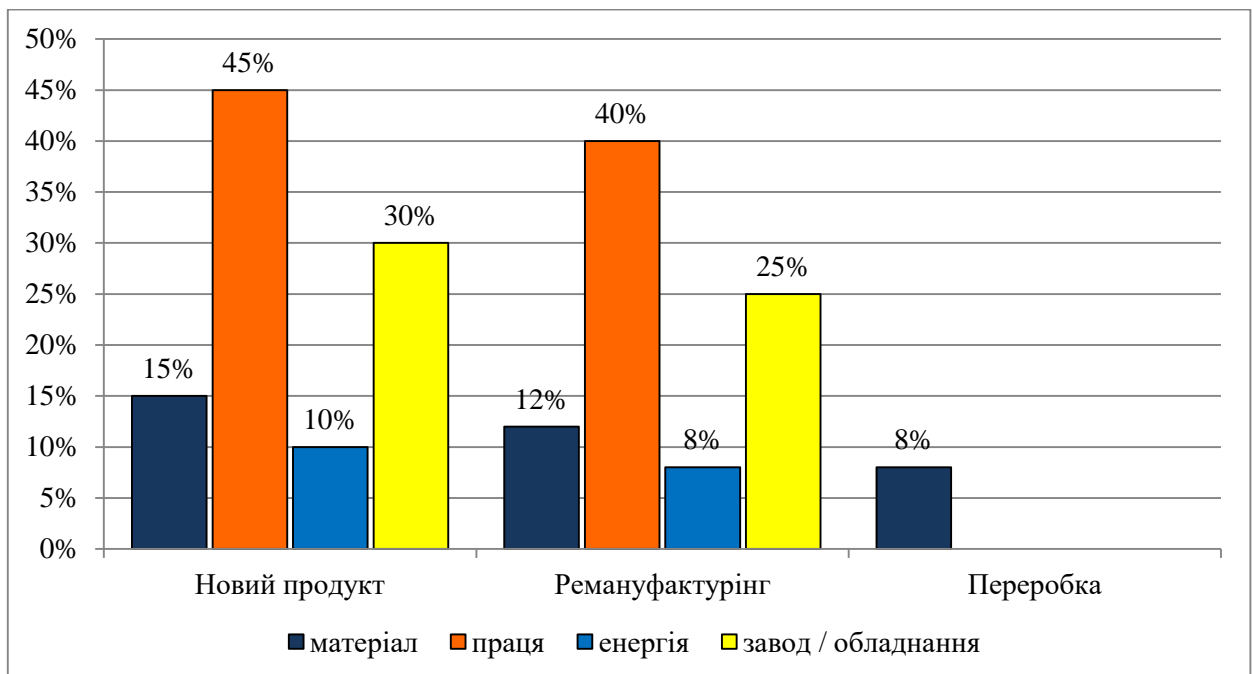


Рис. 2.1. Процентний вміст первісної цінності в продуктах на різних стадіях: новому продукті і продукті, що пройшов ремануфактурінг та переробку [7, С. 30].

Після того, як продукт надійшов компанії-відновнику, він проходить первинну процедуру перевірки, мета якої забезпечити впевненість у можливості його відновлення і в здатності виконувати свої функції протягом нового періоду експлуатації. Без процедури перевірки важко забезпечити якість продукції «як нової», що необхідно для відновлених продуктів. У свою чергу, це може підірвати довіру споживачів

в їх якості. Тому перевірка необхідна для вилучення елементів, що не підлягають відновленню і повторному використанню, а також переробці. Так, при поверненні продукції з метою її використання в новому виробничому процесі продукт проходить наступні етапи (рис. 2.2) [5, С. 104].

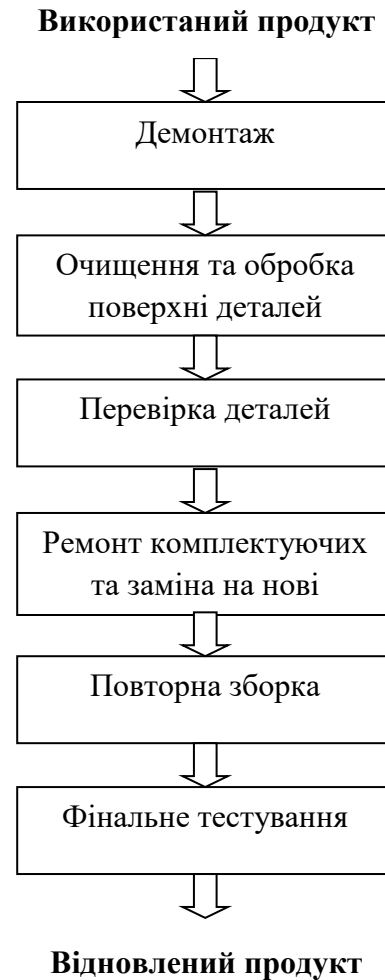


Рис. 2.2 Процес ремануфактурінгу [28, С. 130]

Таким чином, на відміну від утилізації, для ремануфактурінгу характерна більш широка область застосування. Він поширюється на використану, браковану, зношену, в тому числі морально, продукцію авіакосмічної, автомобільної промисловості, побутову техніку, електроніку, машини та обладнання, де головною відмінністю виступає виробництво нового продукту на основі застосовуваної моделі або її окремих частин. У той же час утилізація аж ніяк не передбачає створення нової продукції, а частково спрямована на отримання сировини, енергії за допомогою сортування відходів, їх переробки, спалювання і компостування.

В останні роки ремануфактурінг в багатьох країнах привертає значну увагу, як з боку практиків, так і з боку представників науково-експертного співтовариства. Що стосується наукового обговорення, то перші публікації з ремануфактурінгу відносяться на кінець 1990-х рр.

Дослідження в області ремануфактурінга проводяться за такими основними напрямками:

1. Проблеми проектування: аналіз життєвого циклу продукції, дизайн продукту для ремануфактурінгу, дизайн технологічних процесів і т.д.;

2. Управління запасами і повернення продукції для ремануфактурінга: аналіз мотивів для організації повернення, невизначеність у продуктах, що надійшли на відновлення, моделювання з урахуванням стохастичного попиту та повернення і т.д.;

3. Економічні проблеми: аналіз вигод та витрат відновлення продукції, аналіз рентабельності, ціноутворення на продукцію ремануфактурінга, вплив законодавства на стратегію відновлення і т.д. [24, С. 228].

Зарубіжні дослідники підкреслюють, що ремануфактурінг є більш привабливою стратегією розвитку бізнесу в порівнянні з традиційним виробництвом [18, С. 185]. Однак, перед прийняттям рішення про відновлення продукту компанії необхідно розробити стратегію його відновлення, мета якої полягає у визначенні чи є відновлення економічно вигідним та екологічно ефективним процесом [5, С. 105]. У літературі кількісно оцінюються і вигоди від ремануфактурінгу: відновлений шляхом ремануфактурінгу продукт коштує в середньому на 40-65% дешевше для виробника, і на 30-40% дешевше для клієнта, в порівнянні з виробництвом і купівлею нового товару [18, С. 185].

Розрізняють три великі категорії компаній-відновників:

- Виробники оригінального обладнання: беруть участь у розробці, виробництві, продажі та відновленні продукції. Вони, зазвичай, мають доступ до всіх технічних креслень і можуть змінювати конструкції, для того, щоб стимулювати відновлення;

- Відновники, що працюють за контрактом: здійснюють відновлення від імені виробника. Вони, зазвичай, мають доступ до більшості технічних специфікацій продукту, проте, мають обмежений доступ до зміни конструкції і деякі обмеження щодо комерційної діяльності;

- Незалежні відновники: як правило, безпосередньо конкурують з виробниками оригінального обладнання. Зазвичай, вони мають мало офіційних відносин з виробниками та отримують технічну інформацію шляхом зворотного проектування та розуміння продукту [31, С. 4].

Ремануфактурінг також тісно пов'язаний з іншими ланками екологічно свідомого виробництва і вторинного використання продуктів: екологічним дизайном продукту, зворотною логістикою, замкненими ланцюгами поставок, які націлені на формування циркулярної економіки і є ключовими кроками для розвитку ремануфактурінгу.

1. Екологічний дизайн продукту (ecodesign) – процес розробки продукту з урахуванням його впливу на навколишнє середовище протягом усього життєвого циклу, тобто продукція та її елементи розробляються з акцентом на безвідходність або маловідходність не тільки в процесі виготовлення і використання продукту, але й в кінці життєвого циклу.

При екологічному дизайні складно-технічного виробу з метою формування циркулярної економіки і замкнутих ланцюгів поставок компоненти цієї продукції повинні розглядатися не тільки з точки зору енерго- та ресурсоефективності, але й під кутом можливості відновлення і переробки. У додатку В представлені елементи автомобіля, що підлягають ремануфактурінгу. Саме екологічний дизайн продукту робить можливим розвиток не тільки ремануфактурінгу, а і зворотної логістики в цілому.

2. Зворотна логістика – процес планування, здійснення і контролю руху сировини, матеріалів, незавершеного виробництва, готової продукції, а також обслуговуючі їх інформаційні потоки від точки споживання і назад до точки походження з метою подальшого використання корисних

властивостей і матеріальних ресурсів. За допомогою зворотної логістики формується замкнений ланцюг поставок.

3. Замкнений ланцюг поставок забезпечує максимізацію доданої вартості протягом усього життєвого циклу продукту з динамічним відновленням різних типів та обсягів продукції і відходів, що повертаються.

Всі ці напрями є важливими елементами циркулярної економіки, які впливають на розвиток ремануфактурінгу, уможливаючи його реалізацію на практиці [24, С. 229-230].

Замість процедури ремануфактурінгу може бути використана переробка. Для того, щоб зробити вибір між ремануфактурінгом і переробкою, необхідно перевірити, чи є додана вартість відновленого продукту або компонента вище витрат на ремануфактурінг. З урахуванням того, що для ремануфактурінгу та переробки витрати на первинний прийом та огляд продукту, витрати на транспортування і витрати на його повний демонтаж – однакові, то рішення щодо ремануфактурінгу буде прийматися виходячи з наступного: якщо додана вартість відновленого компонента перевищує вартість тестування та операцій ремануфактурінгу з урахуванням альтернативних витрат і доходів переробки, то рішення має бути прийнято на користь ремануфактурінгу [5, С. 109].

Проте не дивлячись на успішне зростання в різних галузях, ремануфактурінг продовжує стикатися з численними проблемами. У 2015 р. European Remanufacturing Network підкреслила проблеми, які виникли у 188 європейських виробників: відсутність технологій та каналів збуту, відсутність знань про продукти, обмеження законодавства, високі витрати на робочу силу, якість сировини, її обсяг та доступність, а також проблема сприйняття і визнання продукції клієнтами.

Крім перерахованих обмежень, а також обмеженості застосування і розвитку ремануфактурінгу низкою галузей, даний вид відновлення продукту пов'язаний з проблемами використання зворотної логістики у замкненому ланцюгу поставок, що є основою циркулярної економіки.



Розвиток ремануфактурінгу створює проблему для управління у замкненому ланцюгу поставок стосовно того, як вибрати відповідний зворотний канал, тобто повернути використані споживачем продукти. На практиці виробниками застосовуються різні канали зворотної логістики. Деякі з них безпосередньо забирають назад продукти у клієнтів, наприклад, Xerox збирає понад 4,3 млн. картриджів та інших використаних продуктів, надаючи передплачені коробки [7, С. 34].

Найбільша проблема ремануфактурінгу полягає в тому, як зробити збір використаних продуктів у клієнтів по зворотних каналах. Зворотний канал відрізняється від традиційного каналу розподілу, оскільки він має високу ступінь невизначеності в поставках як за кількістю, так і за якістю продуктів, які повертаються споживачами. Невизначеність у вартості відновлення призводить до того, що фірми стикаються з операційним ризиком, який був визнаний практиками та вченими як одна з найбільш важливих проблем в управлінні продуктивністю зворотних ланцюгів поставок.

Ці невизначеності і збої при зборі використаних продуктів роблять витрати ремануфактурінгу мінливими і приносять великий ризик для операцій замкнених ланцюгів поставок. Тому існує необхідність застосування «надійних стратегій» для пом'якшення ризиків керівництва компаній [7, С. 35].

Варто зазначити, що не всі продукти та їх компоненти підлягають ремануфактурінгу, так як можуть бути пошкоджені, зношені і т.п. Як результат, лише певні групи товарів придатні для відновлення. Тому для прийняття рішень доцільно включити ймовірність повного ремануфактурінгу та ремануфактурінгу компонентів продукту, переробку всього продукту та переробку його компонентів (рис. 2.3) [5, С. 109].

Загалом, відновлення раціонально застосовувати до продуктів, які відповідають таким критеріям: цінність, можливість реконструкції та швидкість зміни [31, С. 4].

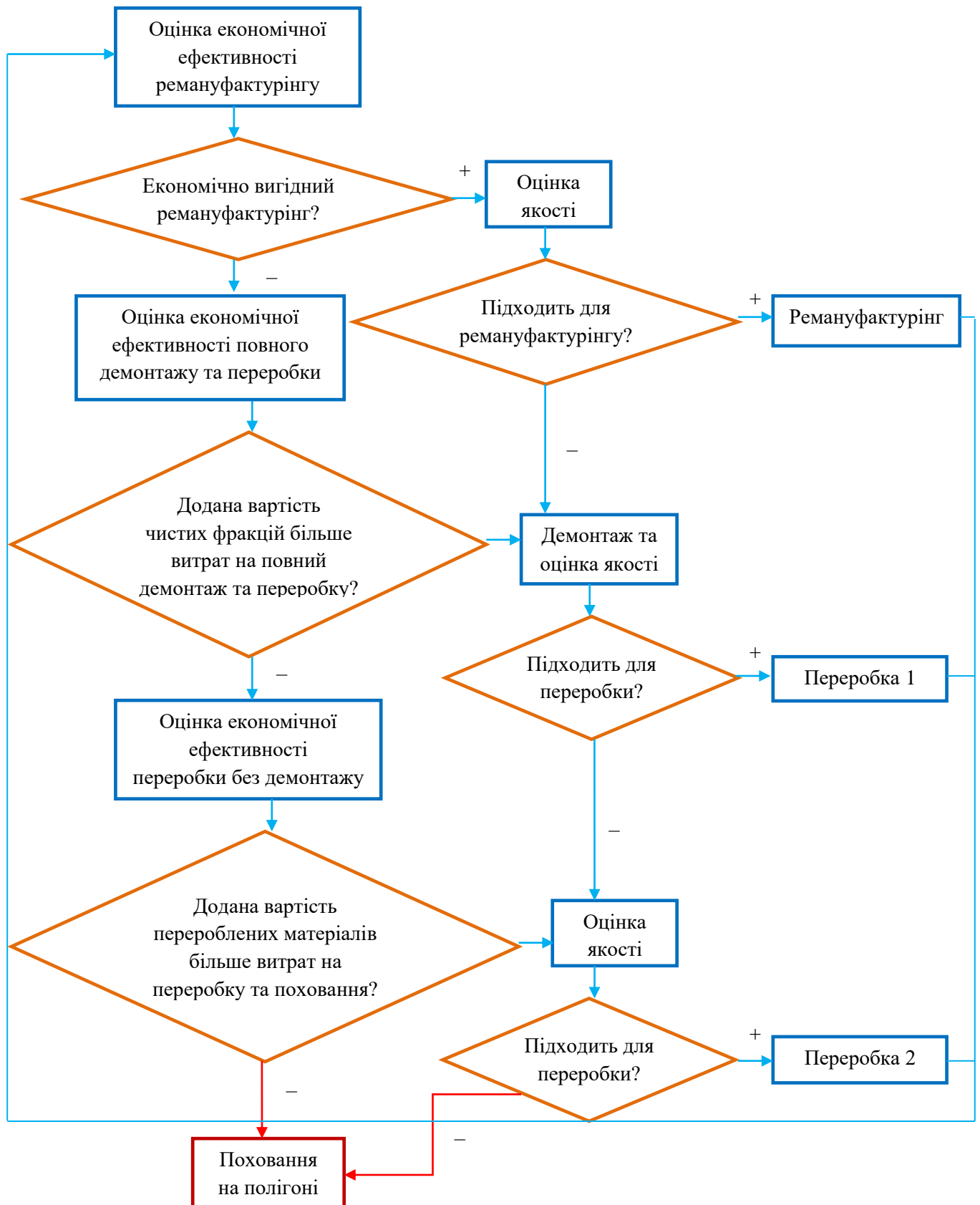


Рис. 2.3 Процес прийняття рішення стосовно способу утилізації продукту

Таким чином, виробник має кілька сценаріїв щодо управління продукцією в кінці її життєвого циклу (таблиця 2.2). Але кожен сценарій у більшій чи меншій мірі є пріоритетним для держави або виробника в залежності від одержуваних вигод.

Таблиця 2.2

Способи управління продукцією в кінці її життєвого циклу в залежності від пріоритетів держави і виробника

Стратегія	Пріоритетність
Ремануфактурінг та переробка	Для формування циркулярної економіки та цілей держави
Переробка	Для цілей держави
Поховання зі сплатою екологічного збору	Для виробника, який не бажає інвестувати у кращі технології поводження з продукцією в кінці її життєвого циклу

Таким чином, спираючись тільки на економічні мотиви компанії будуть прагнути оптимізувати поточні лінійні моделі виробництва, проте держава здатна змінити мотиви поведінки фірм при посиленні екологічного законодавства [5, С. 113-114].

## 2.2. Світовий досвід впровадження ремануфактурінгу

Завдяки значним перевагам ремануфактурінг застосовують у своїй діяльності тисячі компаній, а світові обороти таких галузей, як авіакосмічна, автомобільна промисловості, виробництво побутової техніки та електроніки, медичного обладнання, вже у 2011 р. становили понад 100 млрд. доларів (таблиця 2.3). Проте, незважаючи на істотне значення ремануфактурінгу з точки зору властивого йому економічного потенціалу, а також можливостей щодо зниження негативного впливу виробництва на навколишнє середовище, потенціал промислового відновлення в багатьох секторах і країнах використовується не повністю [5, С. 119]. Це вказує на те, що існують як рушійні сили, так і перешкоди на шляху збільшення обсягу ремануфактурінгу в економіці. Незважаючи на те, що існують

як технологічні, так й нетехнологічні вимоги до ремануфактурінгу, науково-дослідні та дослідно-конструкторські розробки (НДДКР) неминучі для його просування [28, С. 129].

Таблиця 2.3

Обороти від ремануфактурінгу продукції, млн. дол., 2011 р.

Сектор / Країни	США	ЄС (28 країн)	Інші країни	<b>Усього</b>
Авіаційно-космічна	13000	22000	7000	42000
НД обладнання	7800	5500	2700	16000
Автомобільні мотори і деталі	6200	4500	2100	12800
Машини та обладнання	5800	780	1300	7880
ІТ продукти	2700	6900	1900	11500
Медичне обладнання	1500	760	450	2710
Шини	1400	440	360	2200
Інше	4600	6700	2300	13600
<b>Усього</b>	<b>43000</b>	<b>47580</b>	<b>18110</b>	<b>108690</b>

Більшу частину галузі ремануфактурінгу займає відновлення автомобільних вузлів і деталей, саме на автомобільну промисловість припадає 70% всього відновлення продукції. Понад 4000 компаній займається ремануфактурінгом автомобілів в усьому світі [APRA, 2015]. При цьому інвестиції в галузь ремануфактурінгу постійно зростають, тільки за період з 2009 по 2011 р. у США обсяг інвестицій виріс на 50% і склав 106 млн. дол. в рік [USITC, 2012]. Це пов'язано з істотним зниженням ціни завдяки ремануфактурінгу, так, відновлені вузли та деталі коштують на 20-50% менше нових [USITC, 2012]. Серед найбільш відомих компаній ремануфактурінг використовують Nissan, Mercedes-Benz, Mitsubishi, ZF, Rolls-Royce, Volvo, Renault та ін. [5, С. 119].

У свою чергу, компанія Caterpillar, яка є однією з найбільших світових виробників будівельної та гірничодобувної техніки (будівельне обладнання, землерийно-транспортна техніка, дизельні двигуни, енергетичні установки) реалізує програму Cat Reman. Вартість відновлених за програмою Cat Reman вузлів та деталей зазвичай становить близько 40-70% від ціни нових. У бізнес-моделі, яка застосовується Caterpillar, ремануфактурінг є невід'ємною частиною виробничого процесу в цілому [7, С. 32].

Яскравим прикладом успішної компанії-відновника, яка має 60-річний досвід роботи в галузі ремануфактурінгу двигунів і сьогодні займає лідируючі позиції серед провідних відновлювачів Європи з обсягом виробництва понад 15000 двигунів на рік є Wealdstone Engineering. Вона тісно співпрацює не тільки з великими виробниками автотранспортних засобів, такими як наприклад, Ford Motor Company, але й з урядом та великими європейськими автобусними операторами [5, С. 120].

Багато відомих компаній у всьому світі займаються також відновленням побутової техніки та електроніки, зокрема Hewlett-Packard, Apple Inc., Siemens AG, Robert Bosch та ін. Для цілей спрощення сортування виробники маркують продукти, що робить виробництво більш рентабельним [7, С. 32].

Лідером галузі ремануфактурінгу автомобілів є США. Так, ще у 2003 р. на саміті G8 в Евіані президент Дж. Буш ініціював питання і домовився про зниження митних бар'єрів на шляху потоків товарів вторинної переробки. Всередині США ремануфактурінг має податкові послаблення у розмірі 20% та інші заохочувальні преференції [19].

Загалом США мають потужності не тільки в своїй країні, а й активно здійснюють прямі іноземні інвестиції у розвиток відновлення в інших країнах. Так, компанії Cummins, Detroit, Diesel, і Visteon мають виробничі потужності в Мексиці і відновлюють запчастини в безпосередній близькості до споживача, що дозволяє скоротити витрати на транспортування. Підвищений попит на відновлені вузли та деталі автомобілів призвів до формування альянсів та партнерств в галузі для збільшення синергетичного ефекту, протягом останніх 15 років в галузі спостерігаються інтеграційні процеси. Наприклад, в листопаді 2003 р. був створений альянс між CARDONE Industries і Delphi з метою досягнення глобального лідерства у відновленні електронних систем автомобіля. Виробник компонентів Delco Remu у 2001 р. придбав компанію MNAO, яка займається відновленням автоматичних коробок передач автомобілів Mazda, в результаті чого

Delco Remy забезпечує продаж відновлених запасних частин автомобілів Mazda та обслуговування клієнтів у США. Крім цього, Delco Remy має шість заводів, що базуються в Європі, чотири з яких спеціально націлені на ремануфактурінг автомобілів. З метою посилення конкурентних позицій на північноамериканському ринку було створено спільне підприємство ACTIS Manufacturing Ltd між DENSO і Toyota Tsusho, корпорація надає послуги ремануфактурінгу компресорів кондиціонування повітря для транспортних засобів [5, С. 120].

У даному сегменті створюються також асоціації, наприклад, у США активно працює Automotive Parts Remanufactures Association (APRA), яка об'єднує понад 1000 компаній, розміщених у різних країнах, а також близько 20 тис. інженерно-технічних працівників. Загальну координацію усіх галузей промисловості здійснює Інститут ремануфактурінгу (TRI). Активно розвиваються і регіональні асоціації, наприклад, в Європі ремануфактурінг курирує Суспільство Фраунхофера (Німеччина), для розвитку ремануфактурінгу в ЄС створено проект European Remanufacturing Network. В ЄС також базується European Association of Automotive Suppliers (CLEPA), яка об'єднує компанії регіону для розробки широкого спектру технологій, що забезпечують скорочення в автомобільній промисловості викидів вуглекислого газу як одного з пріоритетних напрямків послаблення кліматичних змін.

Активний розвиток ремануфактурінгу автотранспортних засобів пов'язаний з істотними вигодами, які отримують виробники та суспільство в цілому у результаті відновлення автомобільних вузлів і деталей. Так, за оцінками фахівців, економія ресурсів може доходити до 98%, енергії – до 68-83%, скорочення викидів вуглекислого газу досягає 73-87%. Одночасно з цим, за даними Асоціації з відновлення автомобільних запасних частин (APRA), зниження вартості готового виробу може скласти 30-40% [APRA, 2015] (рис. 2.4).

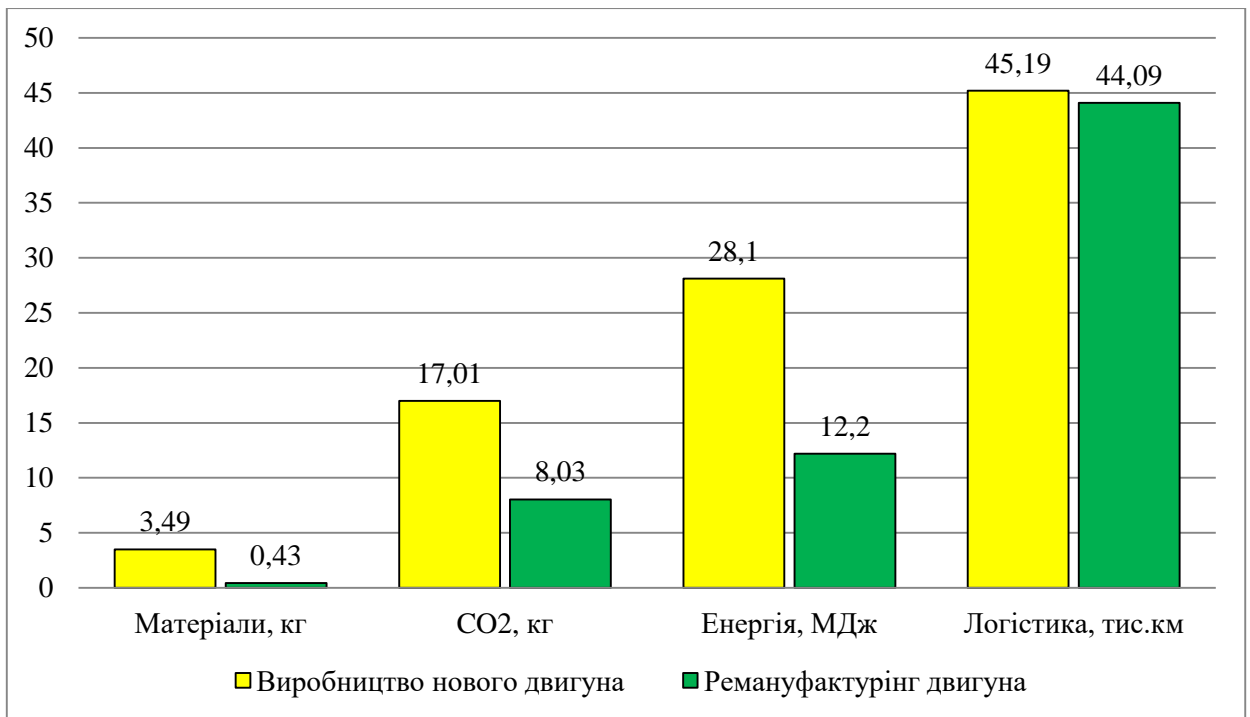


Рис. 2.4. Порівняльний аналіз виробництва нового двигуна та ремануфактурінгу двигуна в кінці його життєвого циклу [APRA, 2015]

США мають у своєму розпорядженні один з найбільш розвинених сегментів ремануфактурінгу і близько 90% автозапчастин в цій країні є відновленими (двигуни, стартери, коробки передач, гальма та ін.), в той час як в ЄС тільки 10%. Що стосується зайнятості, то в США чисельність персоналу, зайнятого в секторі ремануфактурінгу, досягла 180 тис. чоловік, а в країнах ЄС понад 32 тис. чоловік [APRA, 2015] [5, С. 120-121].

Одним з найбільших постачальників автомобільної техніки в світі є концерн ZF Friedrichshafen (Німеччина), який займається виготовленням та поставкою комплектуючих деталей для виробництва провідних світових автовиробників, таких, як BMW, Harley-Davidson, Aston Martin, Ford, Land Rover, Maserati, VW, Volvo, Toyota, Porsche та інші [7, С. 42].

Застосування ремануфактурінгу в ZF обумовлено специфікою виробництва концерну, яка полягає у використанні в якості сировини переважно металів. З огляду на зростання галузі і самої компанії, потреба в даних ресурсах щорічно збільшується. Однак метали обмежений і

не поновлюваний природний ресурс, що робить ремануфактурінг вкрай важливим елементом у роботі ZF.

У концерн ZF входять 15 підприємств, розташованих у всьому світі, які спеціалізуються на ремануфактурінгу різних товарних груп, від систем рульового управління до коробок передач будівельної техніки. Вперше ремануфактурінгом у концерні стали займатися у 1962 році.

Стійка робота по рециркуляції продуктів у ZF нещодавно була удостоєна Каліфорнійського каталогу Cradle to Cradle Innovation Institute з золотим сертифікатом за видатні екологічні стратегії. Наприклад, завдяки роботі однієї з таких точок ZF Bielefeld (Німеччина) вдається зберегти настільки значні обсяги сталі за рахунок застосування ремануфактурінгу у виробництві нових деталей, що завдяки цій економії щорічно можна було б зводити по Ейфелевій вежі.

У загальному вигляді процесу ремануфактурінгу з моменту надходження відслужившої деталі в центр збору і до фінального тестування на підприємствах ZF представлено на рисунку 2.5.

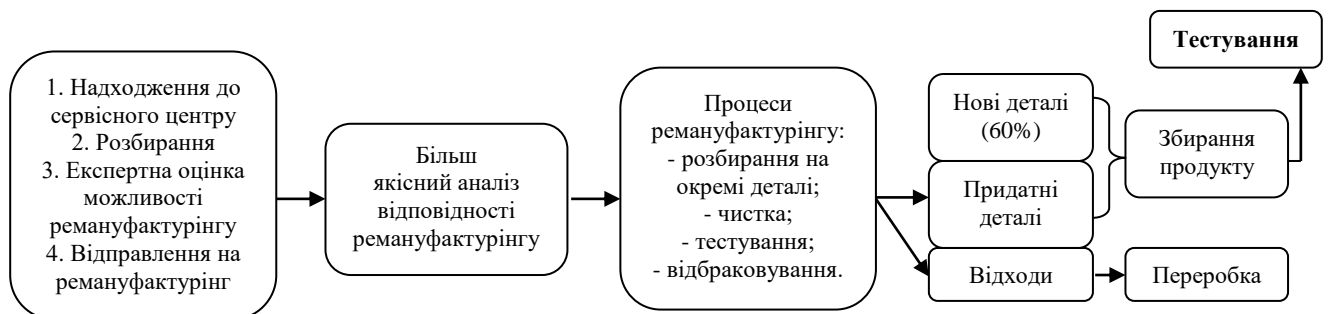


Рис. 2.5. Процес ремануфактурінгу на ZF

Згідно оцінки експертів, приблизно 9 з 10 деталей, вироблених ZF можуть бути відновлені до початкового стану шляхом ремануфактурінгу. Така можливість досягається за рахунок: значних інвестицій у дизайн продукту, а також специфіки його матеріального складу. Ремануфактурінг дозволяє продовжувати термін служби багатьох транспортних засобів, які не виробляються серійно. Крім цього він дозволяє закривати розрив між все більш короткими циклами інновацій продуктів і все більш тривалими циклами життєвого циклу продукту [7, С. 44-45].



Результатами показують, що процес ремануфактурінгу у світовому концерні займає важливе місце: 20% продукції, що випускається повертається у виробництво, дозволяючи істотно економити на цінній сировині та електроенергії.

Слід зазначити, що потенціал ремануфактурінгу – повернення 90% усіх проданих деталей. Однак це не відбувається через низку причин, серед яких можна виділити наступні:

1. Споживач обирає інші компанії з надання послуг з підтримки деталей ZF через те, що їх розцінки нижче;
2. Виявляються пошкодження деталей, при яких ремануфактурінг недоцільний;
3. В кінці життєвого циклу деталь знаходиться у віддаленій географії, звідки повернення її на заводи з ремануфактурінгу здійснимо насилу.

Продукція ремануфактурінгу присутня виключно на ринку запчастин, так як у самому виробництві автотранспорту, морського транспорту і спецтехніки використовуються тільки нові деталі.

Одним з запланованих напрямків розвитку концерну є ремануфактурінг не тільки продукції ZF, а й сторонніх виробників [7, С. 46].

У Великобританії ремануфактурінг також має давню історію в усіх галузях промисловості. Переважно, підприємства з відновлення поширилися у відповідь на бізнес-можливості, а не через виконання альтруїстичної «зеленої» місії. Як правило, це виробники міцних (металевих) конструкцій. Цінність матеріалів і вартість виробництва дозволяють відновлювати це обладнання до стану нового [29].

В Росії діє лише кілька компаній, які практикують промислове відновлення деяких деталей: компанія МАСТ, яка займається відновленням запчастин для тракторів; Renault запусив програму «Відновлені деталі» для автомобілів; Volvo реалізує програму «Exchange» для відновлення запчастин; компанія ZF орієнтована на відновлення АКПП. При цьому, усвідомлюючи значимість ремануфактурінгу, його суттєвий потенціал

для автомобільної промисловості, в РФ створена та активно розвивається Російська асоціація переробників авто компонентів (RRA). Основними цілями цієї організації є формування громадської системи оцінки якості відновлених запчастин та супутніх послуг для інформування споживачів, формування у них стійкого попиту на відновлену в Росії продукцію, а також підтримку і підвищення конкурентоспроможності вітчизняних виробників на внутрішньому та зовнішньому ринках; сприяння підприємствам у просуванні відновлених запчастин, послуг і технологій на російському ринку, у впровадженні міжнародних стандартів якості та в залученні інвестицій [5, С. 122].

Важливість розвитку ремануфактурінгу в Росії, полягає в тому, що основні показники автопарку РФ свідчать про необхідність його оновлення. З цією метою, а також для скорочення надходжень шкідливих речовин в атмосферне повітря від вихлопів застарілих автомобілів, в 2009 р. російським урядом було прийнято рішення про запуск програми утилізації, яка була розрахована на 2010-2011 рр. Загалом за період дії цієї програми в РФ було прийнято 560 тис. автомобілів, з яких лише 25% були утилізовані за правилами [PWC, 2016]. Основною причиною стала відсутність достатньої кількості потужностей, покликаних здійснювати «цивілізовану» утилізацію автотранспортних засобів, яка, обов'язково передбачає наявність розвиненої інфраструктури та широке використання можливостей ремануфактурінгу. Основним результатом програми утилізації в РФ стало короткострокове зростання продажів для підтримки вітчизняної автомобільної промисловості, в той час як мета скорочення негативного впливу на навколишнє середовище, відійшла на другий план.

Як свідчить міжнародний досвід, ефект від програм утилізації є короткостроковим, і уряд, як правило, припиняє застосовувати такі заходи підтримки через 2-3 роки. Таким чином, у РФ потенціал програми також вичерпаний, і у зв'язку з відсутністю потужностей для повноцінної утилізації автомобілів, зростанням цін на нові автотранспортні засоби, збільшенням

продажів на вторинному ринку, а також ринку запчастин, в автомобільній промисловості Росії потрібно впровадження і розвиток ремануфактурінгу, який перевершує за цілою низкою показників «просту» практику утилізації (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4

## Порівняльний аналіз ремануфактурінгу та утилізації автомобілів

Критерій	Ремануфактурінг та отримання готової продукції	Утилізація автомобіля та отримання сировини
Зниження використання ресурсів	до 98 %	до 90%
Скорочення енергоспоживання	до 83%	до 75%
Зниження викидів CO <sub>2</sub>	до 87%	до 86%
Зниження вартості готової продукції	до 40%	до 22%
Отримання економічних вигод	за рахунок економії сировинних і трудових ресурсів, енергії та зниження екологічних платежів	за рахунок збільшення продажів (в РФ)
Робочі місяці	212000 (ЄС+США)	140000 (на світовому рівні)

У зв'язку зі значними перевагами ремануфактурінгу, а також відсутністю потужностей для повноцінної утилізації автотранспортних засобів, в РФ необхідно розвивати програми відновлення автомобілів та їх компонентів на базі вже наявних виробництв. Утилізація, в свою чергу, повинна служити доповненням для побудови ефективної системи поводження з відслужившими автотранспортними засобами, а саме стосовно тих компонентів, які не підлягають ремануфактурінгу [5, С. 123-124].

У свою чергу, продукти, які підлягають ремануфактурінгу характеризує:

- стабільна технологія продукту;
- стабільний виробничий процес;
- термін експлуатації необхідних деталей істотно довший за період використання продукту;

– продукт, який виходить з ладу функціонально, а не шляхом розчинення або розкладання;

– відшкодована додана вартість продукту, що відповідає його первісній вартості [28, С. 130].

Перехід до ремануфактурінгу в автомобільній промисловості РФ повинен здійснюватися цілеспрямовано. Можуть бути запропоновані наступні етапи та реалізовані в їх рамках заходи.

I етап: Створення інституційних засад і вдосконалення нормативно-правової бази:

- зобов'язання щодо участі в авторециклінгу виробників та імпортерів;
- стандартизація та маркування автомобільних вузлів і деталей для цілей ремануфактурінгу;

- регламент безпечного та ефективного авторециклінгу;
- ліцензування діяльності учасників авторециклінгу.

II етап: Створення бази кращих технологій та їх реалізація на практиці:

- дизайн автомобілів, запчастин для цілей ремануфактурінгу;
- формування інфраструктури збору, транспортування, розбирання і сортування відслуживших автотранспортних засобів, їх вузлів і деталей;

III етап: Розробка системи стимулювання і фінансування:

- залучення прямих іноземних інвестицій;
- зниження податкового навантаження на учасників ремануфактурінгу автомобілів;

- формування спеціального фонду за рахунок коштів існуючого збору за утилізацію і цільове фінансування ініціатив з ремануфактурінгу в автомобільній промисловості [18, С. 187].

Успішність реалізації представлених етапів розвитку ремануфактурінгу істотно залежить від оцінки ризиків і проведення послідовних дій щодо їх мінімізації державою і виробниками. У таблиці 2.5 представлені підходи щодо мінімізації можливих ризиків при впровадженні ремануфактурінгу в автомобільній промисловості РФ.

Таблиця 2.5

Способи мінімізації ризиків розвитку ремануфактурінга  
в автомобільній промисловості

Можливі ризики	Способи мінімізації ризиків
Нестача інвестицій для впровадження ремануфактурінгу	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Надання інвестиційних кредитів за зниженою процентною ставкою;</li> <li>- Субсидування модернізації виробництва з метою впровадження екологічного дизайну продукції;</li> <li>- Централізована закупівля іноземних ліцензій на використання технологій ремануфактурінгу, відсутніх в Росії;</li> <li>- Створення центрів сертифікації та маркування продукції, акредитованих іноземними виробниками, у кластерах ремануфактурінгу автомобільних запчастин</li> <li>- Залучення іноземних інвестицій у галузь ремануфактурінга автомобільних компонентів.</li> </ul>
Недостатній рівень компетенції кадрів та інтенсивності НДДКР	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Розробка програм розвитку кадрів для галузі ремануфактурінга автотранспортних засобів;</li> <li>- Державна підтримка з метою перепідготовки та підвищення кваліфікації персоналу;</li> <li>- Створення національних інженерних центрів у сегменті ремануфактурінга автотранспортних засобів;</li> <li>- Створення міжнародної бази НДТ у галузі утилізації та відновлення автомобільних частин і деталей.</li> <li>- Введення податкових пільг для підприємств, що реалізують НДДКР у галузі ремануфактурінгу.</li> </ul>
Низька експортна орієнтованість	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Пільговий експортний режим для відновлених автомобільних компонентів;</li> <li>- Розробка програм розвитку експортерів для підтримки за кордоном, створення центрів сертифікації відновлених деталей;</li> <li>- Впровадження російських виробників у міжнародні мережі соціально- та екологічно відповідального бізнесу.</li> <li>- Підтримка участі російських виробників, які займаються ремануфактурінгом деталей на міжнародних виставках, конференціях.</li> </ul>

## Продовження табл. 2.5

Ускладнення економічної ситуації внаслідок санкцій, подорожчання факторів виробництва та ін.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Жорсткість адміністративних та економічних бар'єрів для імпорتنних автомобільних частин і деталей;</li> <li>- Посилена підтримка експорту, в тому числі за рахунок монетарних заходів стимулювання;</li> <li>- Пільги при імпорті устаткування;</li> <li>- Орієнтація на внутрішній ринок та управління прискореною концентрацією відновного виробництва.</li> </ul>
--	---

В автомобільній промисловості РФ може бути сформована економічно ефективна галузь – ремануфактурінг, з істотними вигодами, як того і вимагає концепція сталого розвитку, в таких взаємопов'язаних галузях:

1. економіка: збільшення ефективності вторинного використання вузлів і деталей, впровадження інноваційних технологій, формування нового сегменту промисловості, залучення іноземних інвестицій, додаткові податкові надходження;

2. екологія: зниження потоку відходів і потреби в найпростіших полігонах, зниження споживання ресурсів та енергії, скорочення викидів CO<sub>2</sub>;

3. соціальна сфера: створення нових робочих місць, зниження аварійності на дорогах завдяки оновленню автопарку [5, С. 170-171].

Відновна промисловість Китаю була офіційно створена у 2008 році. Діяльність щодо відновлення, насамперед, регулюється двома пілотними програмами під керівництвом уряду. Перша – призначена для сектору відновлення деталей для автотранспортних засобів, друга – для сектору відновлення промислового та електричного обладнання. Тільки фірми, які мають дозвіл на участь у цих програмах, можуть займатися ремануфактурінгом. Китай підтримує обмежувальні заходи щодо зовнішньої торгівлі відновленими товарами [26, С. 188].

Так, у 2017 році в Шанхаї почалося будівництво заводу по ремануфактурінгу автомобільних деталей «Mercedes-Benz». Це єдиний подібний проект концерну Daimler AG, в який входить компанія

«Mercedes-Benz», за межами Європи. Завод розташується в Державній демонстраційній зоні індустрії ремануфактурінгу Лінган в Шанхаї. Передбачається, що обсяг інвестицій в проект складатиме 600 млн. юанів (91 млн. доларів США). В основному, завод буде займатися переробкою та відновленням деталей і компонентів для електрокарів та іншими сучасними напрямками автопрому [20].

У звіті 18-го Національного конгресу Комуністичної партії Китаю особлива увага приділяється «будівництву екологічної цивілізації», підкреслюючи необхідність «розвитку переробної економіки, підвищення ефективності переробки та використання ресурсів, створення системи екологічного виробництва та дотримання шляху екологічної цивілізації».

Стратегія «Made in China 2025» передбачає, що Китай буде «активно розвивати переробну промисловість, впроваджувати високотехнологічне та інтелектуальне відновлення і відновлення в процесі експлуатації». Тому, ремануфактурінг в Китаї стрімко розвивається і кількість пілотних підприємств та видів відновлених продуктів зростає у геометричній прогресії. Більш того, політика та правила щодо ремануфактурінгу, основні теорії, ключові технології та промислові стандарти постійно оновлюються та доповнюються. Впровадження екологічного виробництва сприяє трансформації та модернізації основних виробничих ініціатив. Відновна промисловість, в якій переважають електромеханічні продукти, відповідає характеристикам нового типу індустріалізації: «високий вміст технологій, хороша економічна віддача, низьке споживання ресурсів та менше забруднення навколишнього середовища», а розвиток переробної промисловості сприяє формуванню нової точки економічного зростання. Це стане значним проривом у модернізації та трансформації стратегії «Made in China».

Таким чином, майбутній розвиток ремануфактурінгу в Китаї рухається у напрямку екологічно чистих, високоякісних, високоефективних та інтелектуальних технологій відновлення, що буде зосереджений

на розробці декількох ключових технологій, вдосконаленні кількох допоміжних систем та побудові багатьох провідних галузей [25, С. 1].

Що стосується України, галузь ремануфактурінгу може сформуватися в українській авіаційно-космічній промисловості та військово-промислового комплексу. Пояснюється це тим, що продукція даних секторів виготовляється на території України і, відповідно, є потенційні потужності для її відновлення на базі первинного виробництва. З урахуванням внутрішнього інвестування в нові технології, а також прямих іноземних інвестицій та імпорту технологій, взаємодії виробничих майданчиків і наукових центрів в Україні може бути сформована високотехнологічна галузь ремануфактурінгу, послуги і моделі якої вже сьогодні застосовують тисячі компаній по всьому світу в якості одного з основних елементів «циркулярної економіки» [2, С. 9].

Серйозними бар'єрами, що перешкоджають переходу України до циркулярної економіки є:

- класичні причини гальмування інноваційного розвитку країни, такі як поточна сировинна структура економіки, високий рівень корупції, труднощі, які виникають внаслідок цього і пов'язані з фінансуванням модернізації та залученням іноземних інвестицій, та інші проблеми;

- культурні перепони для переходу на циркулярну економіку: український менталітет «недовіри», низький рівень обізнаності та розуміння наслідків поганої екології;

- неефективне державне регулювання субсидій і податкової системи, у тому числі в енергетичному секторі;

- відсутність внутрішньої кооперації в Україні і невміння працювати у «бізнес-зв'язках», що є важливим для циркулярної економіки.

Для успішного переходу до моделі циркулярної економіки необхідні:

- посилення і розвиток екологічного законодавства;
- державна підтримка в області субсидування компаній, які переходять на модель циркулярної економіки;



- стимулювання науково-дослідних проектів, що стосуються циркулярної економіки;
- співпраця та інтеграція українських компаній в глобальні мережі екологічно відповідального бізнесу;
- підготовленість суспільної свідомості, розуміння суспільства про те, якої шкоди для здоров'я та екології завдає нинішня концепція виробництва (послідовний розвиток суспільства демократичним шляхом) [7, С. 59-60].

У міру випереджаючого зростання цін на енергію і матеріали частка ремануфактурінгу у світовій індустрії буде зростати. На ринку автомобільних запчастин вже помітні продажі зі знижкою 10-20%, за умови повернення старих, як то генераторів, стартерів та інших, досить дорогих матеріалів та енергоємних виробів [19].

Загалом, перехід до ремануфактурінгу повинен здійснюватися цілеспрямовано і поетапно, тому що необхідна державна програма фінансової підтримки проектів відновлення, період адаптації виробників до передових технологій ремануфактурінгу, а також розробка і впровадження нових ефективних технологій відновлення [5, С. 168-169].

### РОЗДІЛ 3

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕМАНУФАКТУРІНГУ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ

### 3.1. Методика оцінки економіко-екологічної ефективності

Теорія ефективності чітко розмежовує поняття ефекту та ефективності, розуміючи під першим результат, наслідок певних причин або дій, а під другим – співвідношення ефекту і витрат, що його викликали.

Ефективність розкриває характер причинно-наслідкових зв'язків. Вона показує не результат, а якою ціною він був досягнутий [11].

Ефективність впровадження природоохоронних заходів визначається за показниками загальної (абсолютної) та порівняльної економічної ефективності.

Визначення загальної ефективності природоохоронних заходів проводиться на всіх стадіях планування та впровадження заходів з охорони навколишнього природного середовища і забезпечення раціонального використання природних ресурсів.

Загальна ефективність витрат на впровадження природоохоронних заходів визначається для виявлення економічної результативності природоохоронної діяльності на всіх рівнях господарювання (підприємство, регіон, галузь, держава).

Загальна (абсолютна) економічна ефективність природоохоронних заходів ( $E_a$ ) розраховується як відношення річного обсягу повного економічного ефекту до суми приведених витрат, які викликали цей ефект:

$$E_a = \frac{\sum E_{ij}}{C_n + E_n * K_n} \quad (3.1)$$

$E_{ij}$  – повний економічний ефект і-го виду від упередження збитків на j-му об'єкті, грн.;

$C_H$  – річні поточні витрати на обслуговування та утримання основних фондів, які забезпечили цей ефект, грн.;

$E_H$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (залежить від терміну окупності капітальних вкладень у певний об'єкт);

$K_H$  – капітальні витрати на будівництво основних фондів природоохоронного призначення, грн.

Таким чином, загальна ефективність природоохоронних заходів показує у скільки разів отриманий ефект перевищує приведені витрати на проведення природоохоронної діяльності.

Також ефективність природоохоронних заходів можна визначити за показником загальної ефективності капітальних вкладень.

Показник загальної економічної ефективності капітальних вкладень ( $E_K$ ) розраховується за формулою:

$$E_K = \frac{\sum E_{ij} - C_H}{K_H} \quad (3.2)$$

Капітальні вкладення рахуються ефективними якщо  $E_K > E_H$ .

Крім вартісних показників, для визначення ефективності впроваджуваних природоохоронних заходів використовують натуральний показник ( $E$ ). Він розраховується як зниження обсягів шкідливих речовин в атмосфері, водному середовищі і ґрунті на одиницю капітальних вкладень, які викликали ці зміни:

$$E = \frac{\Delta B}{K_H} \quad (3.3)$$

$\Delta B$  – величина зміни викидів (до і після впровадження природоохоронного заходу) шкідливих речовин з урахуванням коефіцієнта їх шкідливості:

$$\Delta B = \sum k_i (B_{1i} - B_{2i}) \quad (3.4)$$

$k_i$  – коефіцієнт шкідливості і-го інгредієнта;

$B_{1i}$  та  $B_{2i}$  – величина викидів інгредієнта і-го виду відповідно до і після впровадження природоохоронного заходу.

В цьому випадку отримані результати натурального показника ефективності капітальних вкладень в конкретний природоохоронний об'єкт потрібно порівняти з аналогічними показниками підприємств де уже впроваджені природоохоронні заходи.

Загалом, загальна ефективність впровадження природоохоронних заходів визначається через розрахунок трьох видів ефективності: економічної, екологічної і соціальної.

Економічна ефективність природоохоронних заходів визначається шляхом співставлення отриманих економічних результатів (ефекту) з витратами, які необхідні для їх здійснення, за допомогою показників загальної економічної ефективності. Вона характеризує результативність діяльності економічних систем, головною особливістю яких є вартісний характер засобів досягнення цілей (результатів), а в деяких випадках і самих цілей (зокрема, одержання прибутку).

Економічний ефект – вартість зекономлених або попереджених втрат природних ресурсів, живої та уречевленої праці у всіх сферах національного господарства та особистого споживання [9].

У загальному вигляді показник економічної ефективності (Е) розраховується за формулою:

$$E = E_{\text{ефект}} / C \quad (3.5)$$

$E_{\text{ефект}}$  – величина економічного ефекту, грн.;

$C$  – витрати ресурсів (коштів, засобів виробництва, предметів праці, трудових факторів, часу та ін.) на забезпечення зазначеного економічного ефекту, грн. [11].

У свою чергу, ефективність природоохоронних заходів ( $E_{\text{пз}}$ ) може бути розрахована за формулою:

$$E_{\text{пз}} = \sum \Delta \text{ЕШ} / C \quad (3.6)$$

$\sum \Delta \text{ЕШ}$  – відвернений економічний збиток (економічна шкода) за рахунок зниження забруднення;

C – річні витрати на здійснення природоохоронних заходів [4].

Екологічна ефективність визначається шляхом співвідношення екологічних результатів (ефекту – різниці негативного впливу на навколишнє природне середовище до і після впровадження природоохоронних заходів) до витрат на їх впровадження.

Екологічний ефект виражається у зниженні негативного антропогенного впливу на довкілля та покращенні його стану. Цей результат проявляється у зменшенні обсягів забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі, у збільшенні кількості та поліпшенні якості земельних, лісових, водних та інших ресурсів.

Соціальна ефективність природоохоронних заходів визначається співставленням показників, що характеризують соціальний результат (ефекту – зміни соціальних показників до і після впровадження природоохоронних заходів), до витрат, які необхідні для їх досягнення.

Соціальний ефект проявляється у поліпшенні фізичного розвитку людини, зменшенні захворюваності, збільшенні тривалості життя та періоду активної діяльності людини, покращенні умов праці та відпочинку, збереженні естетичної цінності природних та антропогенних ландшафтів, пам'ятників природи, культури та заповідників. Соціальний ефект не можна безпосередньо визначити у вартісній формі. Проте в результаті впровадження природоохоронних заходів відбувається економія витрат на соціальне страхування населення і лікування хворих, зменшення кількості недовиробленої за час хвороби працівників продукції, а ці показники можна визначити у вартісному виразі [9].

Порівняльна економічна ефективність природоохоронних заходів визначається для економічного обґрунтування і вибору найкращих варіантів рішень при впровадженні природоохоронної і ресурсозберігаючої техніки. Порівняльні показники ефективності визначаються шляхом зіставлення (порівняння) абсолютних показників двох або більше варіантів заходів, що розглядаються.

При виборі із кількох альтернативних варіантів найкращого рішення планованого природоохоронного заходу, показником порівняльної економічної ефективності є мінімум приведених витрат:

$$C + E_n * K \rightarrow \min \quad (3.7)$$

$C$  – поточні річні витрати на обслуговування і утримання фондів природоохоронного призначення, грн.;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$K$  – капітальні вкладення у природоохоронні заходи, грн.

Якщо порівняльні варіанти відрізняються за строками освоєння капітальних вкладень, а поточні затрати змінюються, то необхідно приводити затрати більш пізніх років до поточного моменту. Для цього застосовується коефіцієнт приведення ( $B$ ):

$$B = \frac{1}{(1 + E_{нп})^t} \quad (3.8)$$

$t$  – період приведення в роках;

$E_{нп}$  – норматив приведення різночасових витрат.

Для порівняльної ефективності природоохоронних заходів, які мають тривалі строки реалізації проекту та передбачають внесення додаткових капітальних вкладень використовують формулу:

$$\frac{\sum K_n + K_d + C_t}{(1 + E_{нп})^t} \rightarrow \min \quad (3.9)$$

$K_n$  – початкові капітальні вкладення в природоохоронні заходи, грн.;

$K_d$  – додаткові капітальні вкладення для  $t$ -го року експлуатації, грн.;

$C_t$  – поточні витрати для  $t$ -го року, грн.

У випадку, коли два аналізовані природоохоронні заходи забезпечують досягнення однакового результату, кращого з них можна визначити за мінімальним терміном ( $T$ ) окупності витрат на їх впровадження:

$$T \rightarrow \min \quad (3.10)$$

Якщо порівнювані природоохоронні заходи вимагають для впровадження однакових витрат, то із них вибирається той захід, який

забезпечить більший загальний ефект (E), або в цьому випадку потрібно скористатися формулою:

$$E \rightarrow \max \quad (3.11)$$

Через обмеженість фінансових ресурсів підприємство може впроваджувати обмежену кількість природоохоронних заходів, тому воно повинне серед кількох альтернативних проектів вибирати один або кілька найефективніших [9].

Еколого-економічна ефективність – відношення сумарних економічних та екологічних витрат до інтегрального еколого-економічного ефекту, комплексна оцінка в просторі та часі взаємодії економічної діяльності та навколишнього середовища. Визначення еколого-економічної ефективності передбачає оцінку впливу господарського комплексу на навколишнє середовище, виявлення взаємозв'язків між економічною та екологічною підсистемами, попереднє виявлення ключових проблем охорони довкілля і диспропорцій економічного розвитку.

Визначення реальної еколого-економічної ефективності є надзвичайно складною проблемою. Соціальні, моральні, екологічні наслідки шкоди, заподіяної господарською діяльністю навколишньому середовищу, не піддаються кількісному вираженню і не можуть бути відображені в економічній оцінці. Еколого-економічна оцінка ефективності виробництва характеризується тим, що до безпосередньо економічного ефекту додається прогнозований тривалий ефект, який враховує економічні наслідки від зміни навколишнього середовища в осяжному майбутньому.

Складності економічно адекватної оцінки природних ресурсів і збитків, заподіяних господарською діяльністю навколишньому середовищу і людству, призвели до того, що часто еколого-економічну ефективність визначають як співвідношення витрат на охорону навколишнього середовища і традиційного економічного ефекту [12].

Виходячи з концепції еколого-економічної системи, будь-яка шкода, що завдається природному середовищу, неминуче призводить до шкоди

господарській та соціально-економічній підсистемам. Тобто, при розгляді категорії еколого-економічної шкоди необхідно виходити з поняття економічна шкода – економічні та виражені в грошовому виразі неекономічні втрати суспільства, яких можна було б уникнути при оптимальному стані природного середовища, що порушується в результаті техногенного впливу.

За своїм змістом економічні втрати від забруднення природного середовища являють собою екологічну складову суспільно необхідних витрат, тобто витрат суспільства, що викликані негативним впливом на природні компоненти процесів виробництва та споживання продукції. Це, насамперед, витрати, що пов'язані з впливом забруднення на здоров'я людей, додаткові витрати на компенсацію інтенсивного зносу основних фондів промисловості, житлово-комунального господарства та викликані цим різноманітні витрати [4].

### 3.2. Розрахунок економіко-екологічної ефективності застосування ремануфактурінгу

Практично будь-який пристрій містить дорогоцінні метали, кераміку та інші хімічні елементи. Раніше в старих мікросхемах та приладах їх містилося більше, але зараз, завдяки новим технологіям, їх кількість мала, як наприклад, в мобільних телефонах (табл. 3.1) [13].

Таблиця 3.1

#### Вміст металів у мобільних телефонах

Метал	Вміст металу в 1 телефоні, г	Ціна металу за 1 г, грн.	Ціна металу в 1 телефоні, грн.
Мідь	8,75	0,20	$8,75 * 0,20 = 1,75$
Кобальт	3,81	0,92	$3,81 * 0,92 = 3,51$
Олово	1,0	0,52	$1,0 * 0,52 = 0,52$
Тантал	0,4	8,44	$0,4 * 8,44 = 3,38$
Срібло	0,25	21,69	$0,25 * 21,69 = 5,42$
Золото	0,024	1659,86	$0,024 * 1659,86 = 39,84$
Паладій	0,009	2087,13	$0,009 * 2087,13 = 18,78$
<b>Разом:</b>			<b>73,20</b>



Найбільша питома вага припадає на мідь: в ряді випадків її можна витягти до 15 г. У середньому ж у мобільних телефонах міститься близько 8,5 г міді. Кількість перехідного металу кобальту або широко поширеного заліза є не таким значним – близько 3 г. Що стосується благородних металів, то їх з мобільного телефону можна витягти зовсім небагато: близько 0,25 г срібла, яке є в складі плат і контактів, а також у середньому 0,024 г золота. Ці 24 мг золота розподілені по контактам і прощадковим доріжкам в якості покриття з мінімальною товщиною. Здавалося б, це дуже мало, однак при нинішній ціні на даний метал (орієнтовно 1700 грн. за грам станом на 05.12.2020 року) у кожному старому невикористаному пристрої «пропадає» золота на 40 грн.

Загалом, з приблизно 40 таких пристроїв можна витягти стільки ж золота, скільки добувають з однієї тонни золотоносної руди (рис. 3.1).

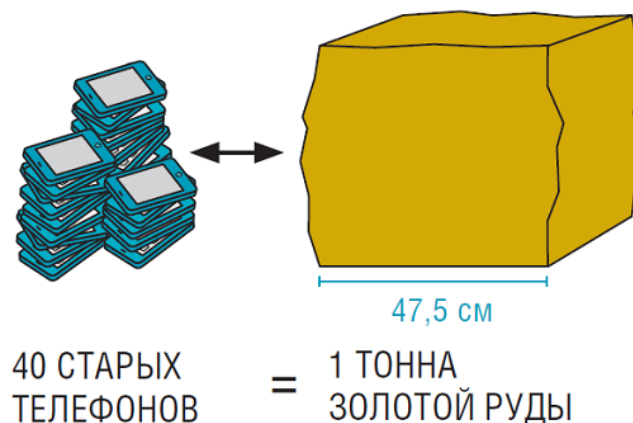


Рис. 3.1. Вміст золота у мобільних телефонах

А ось в сім-картах міститься далеко чимала кількість золота, якою покривають контактну площадку. Стверджують, що з однієї сім-карти можна добути до 0,5 г золота.

Що стосується платини і паладію, їх міститься менше міліграма, але такі метали мають найбільшу вартість. Якщо зібрати весь метал, то сума буде близько 2 доларів.

Згідно з дослідженнями фахівців, у світі сьогодні є понад 3 млрд. невикористаних мобільних телефонів, які зберігаються вдома у користувачів.

При цьому кількість цінної сировини, яка в них прихована, становить 70 т золота на суму понад 2,5 млрд. євро, а також 24,5 т паладію, 735 т срібла, близько 25 т міді та 11 т кобальту.

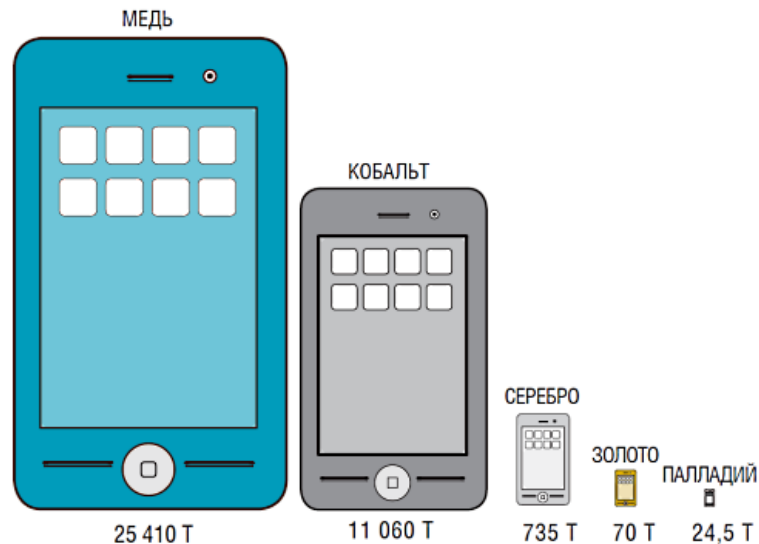


Рис. 3.2. Кількість металів у понад 3 млрд. мобільних телефонах [13]

Для прикладу розрахунку ефективності ремануфактурінгу було взято три різні моделі старих мобільних телефонів з ціною ремонту окремих його елементів, на основі яких було визначено середню вартість ремонту кожного (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

### Вартість ремонту мобільних телефонів

№	Позиції ремонту	Моделі (ціна ремонту у грн.)		
		iPhone 3G	Xiaomi Mi 3	Nokia Lumia 510
1.	Заміна сенсорного скла	650,00	800,00	650,00
2.	Заміна екрану (дисплея)	650,00	1100,00	1000,00
3.	Заміна корпусу (задньої панелі)	650,00	650,00	650,00
4.	Заміна акумуляторної батареї	650,00	750,00	—
5.	Заміна шлейфу синхронізації та зарядки	650,00	550,00	650,00
6.	Заміна шлейфу аудіо роз'єму	650,00	550,00	650,00
7.	Заміна задньої камери	650,00	850,00	650,00
8.	Заміна фронтальної камери	—	650,00	—
9.	Заміна поліфонічного динаміку	650,00	700,00	650,00
10.	Заміна голосового динаміку	650,00	700,00	650,00
11.	Заміна датчику наближення та освітлення	650,00	650,00	—
12.	Заміна мікрофону	650,00	700,00	650,00
13.	Заміна вібротору	650,00	700,00	650,00

Продовження табл. 3.2

14.	Відновлення завантажувача	—	850,00	—
15.	Заміна шлейфу кнопки Home	650,00	—	—
16.	Заміна шлейфу кнопки Power	650,00	—	—
17.	Ремонт чи заміна Wi-Fi модуля	1000,00	1000,00	1000,00
18.	Ремонт чи заміна GSM модуля	1000,00	1000,00	1000,00
19.	Заміна кнопки гучності	650,00	700,00	650,00
20.	Відновлення материнської плати	1100,00	1100,00	1100,00
21.	Чистка-профілактика після потрапляння вологи	650,00	650,00	650,00
22.	Чистка та відновлення після потрапляння вологи	800,00	850,00	800,00
<b>Середня вартість ремонту:</b>		715,00	775,00	753,00

Усереднена ціна ремонту ( $\Pi_p$ ) одного мобільного телефону з урахуванням всіх приведених вище моделей становить – 748,00 грн.

Розрахунок собівартості ( $C$ ) мобільного телефону проведено умовно на прикладі вищевказаних моделей:

$$C = \Pi_{\text{сер}} - \text{ТН} - \text{В}_{\text{л}} \quad (3.12)$$

$\Pi_{\text{сер}}$  – середня ціна мобільного телефону;

ТН – торгова націнка (20%):  $\text{ТН} = 1300,00 * 0,2 = 260,00$  грн.;

$\text{В}_{\text{л}}$  – логістичні витрати (15%):  $\text{В}_{\text{л}} = 1300,00 * 0,15 = 195,00$  грн.;

$C = 1300,00 - 260,00 - 195,00 = 845,00$  грн.

Отже, ефективність від застосування ремануфактурінгу складає:

$$E = \frac{\Delta \text{ЕШ} + C}{\Pi_p} \quad (3.13)$$

$E = (73,20 + 845,00) / 748,00 * 100\% = 123\%$ .

Згідно проведеного розрахунку можна зробити висновок, що застосування ремануфактурінгу є досить ефективним, тому необхідно сприяти розвитку цього напрямку циркулярної економіки.

## ВИСНОВКИ

Циркулярна економіка – не тільки теоретична концепція, що відповідає ідеям сталого розвитку, а й динамічна прикладна сфера. Вона охоплює економічні індустріальні підходи і регенеративні системи широкого спектру, в яких втрати, викиди, відходи, витік енергії та використання первинних ресурсів зводяться до мінімуму за допомогою уповільнення, зациклення і звуження матеріальних та енергетичних потоків. Це досягається за рахунок інноваційного промислового і продуктового дизайну, орієнтованого на довговічність та тривале використання; технічного обслуговування і сервісної підтримки; ремонту; повторного та спільного використання; відновлення, переробки та ін.

Тому, в сучасних умовах утилізація є аж ніяк не самим передовим методом поводження з відходами. Істотний потенціал у своєму розпорядженні мають технології ремануфактурінгу, що дозволяють не просто отримати з відходів додаткові сировину та енергію, а й відновлювати відслужившу продукцію або її окремі компоненти, поставляючи їх на ринок в якості повноцінних замінників нових виробів. Відсутність в країні необхідних потужностей для утилізації відходів, а також значні вигоди, якими володіє ремануфактурінг у сфері заощадження ресурсів, праці та енергії, обумовлюють доцільність в ряді секторів переорієнтацію зусиль на підтримку нової екологічно ефективної галузі відновлення продукції, що базується на інноваційних підходах. Цьому сприятиме взаємодія представників бізнесу і держави, у тому числі в рамках приватно-державних партнерств, що дозволить одночасно знизити тиск на навколишнє середовище, скоротити споживання ресурсів, створити додаткові робочі місця.

Отже, перехід до циркулярної економіки є вкрай важливим для майбутнього України і може бути досягнутий за рахунок посилення і розвитку систем екологічного регулювання, державної підтримки компаній,

які переходять на циркулярну економіку, стимулювання досліджень та інтеграції компаній в глобальні мережі екологічно відповідального бізнесу. Створення циркулярної економіки в Україні – це, в першу чергу, питання ретельного перегляду державної політики і законодавства. Досвід розвинених країн показує, що найбільша відповідальність переходу до циркулярної економіки залежить передусім від державного апарату.

На сучасному етапі розвитку глобальної циркулярної економіки доцільне використання більш гнучких і диференційованих підходів для опису її концепції, в тому числі для розробки галузевих стратегій та національних промислових стандартів.

Як основний споживач матеріалів та енергії, а також значне джерело відходів, галузь промисловості потребує стратегічних процесів відновлення. Щоб зберегти свою конкурентоспроможність по відношенню до основних промислових конкурентів, таких як США та Китай, Європі дійсно необхідно заохочувати відновлення виробництва, змінюючи сформований підхід до повторного використання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александрова В.Д. Современная концепция циркулярной экономики. *International Journal of Humanities and Natural Sciences. Экономические науки*. 2019. Vol. 5-1. С. 87-93. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-kontseptsiya-tsirkulyarnoy-ekonomiki/pdf> (дата звернення: 25.10.2020).
2. Андреева Н.М. Інноваційна ідеологема впровадження економіки замкнених циклів в контексті пріоритетів «зеленого зростання» України. Міжнародна наукова конференція «Економіко-екологічні проблеми сучасності у дослідженнях науковців»: матеріали конференції. Одеський державний екологічний університет. Одеса: «ТЕС», 2019. С. 5-10.
3. Валько Д.В. Циркулярная экономика: понятийный аппарат и диффузия концепции в отечественных исследованиях. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент»*. 2019. №2(37). С. 42-49. URL: <http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/18875.pdf> (дата звернення: 15.11.2020).
4. Васюкова Г.Т., Ярошева О.І. Екологія: підручник для студентів. К.: Кондор, 2009. 524 с.
5. Ветрова М.А. Обоснование стратегических и операционных решений предприятий в условиях перехода к циркулярной экономике: диссертация. СПб.: СПбГУ, 2018. 432 с.
6. Зварич І.Я. Циркулярна економіка і глобалізоване управління відходами. *Журнал європейської економіки. Міжнародна економіка. Тернопільський національний економічний університет*. 2017. Том 16. №1(60). С. 41-57. URL: <http://jeej.wunu.edu.ua/index.php/ukjee/article/view/914> (дата звернення: 23.10.2020).
7. Ильина А.И. Циркулярная экономика и циркулярные бизнес-модели. СПб., 2018. 81 с. URL: [https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/13404/1/VKR-Ilina-Anastasiya\\_%284%29.docx](https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/13404/1/VKR-Ilina-Anastasiya_%284%29.docx) (дата звернення: 01.11.2020).

8. Концепція циркулярної економіки як механізм забезпечення структурних трансформацій у сфері поводження з відходами. URL: <http://www.ecos.kiev.ua/news/view/749> (дата звернення: 23.10.2020).
9. Краєвська А.С. Економіка природокористування: дистанційний курс. В.: ВНТУ, 2011.
10. Курси Лондонської біржи кольорових металів (LME). URL: <https://specstali.pro/services/LME-course> (дата звернення: 03.12.2020).
11. Маменко О.М., Портянник С.В. Економіка природокористування: підручник. Х.: Кафедра прикладної екології ХДЗВА, 2017. 286 с. URL: [http://repository.hdzva.edu.ua/bitstream/repoHDZVA/785/1/56%D0%A0%20%D0%9C%D0%B0menko%20Portiannik%20%20286%20%D1%81%20%D0%9F.pdf](http://repository.hdzva.edu.ua/bitstream/repoHDZVA/785/1/56%20%D0%A0%20%D0%9C%D0%B0menko%20Portiannik%20%20286%20%D1%81%20%D0%9F.pdf) (дата звернення: 25.11.2020).
12. Мочерний С.В. Економічна енциклопедія: у 3-х томах. Т.1. К.: Академія, 2000. 864 с.
13. На вес золота: скільки драгметаллів міститься в старих мобільних телефонах? URL: <https://ichip.ru/tekhnologii/video-s-time-lapse-uskoryaem-vremya-7350> (дата звернення: 02.12.2020).
14. Офіційний сайт МінФіну. Ціни на дорогоцінні метали. URL: <https://index.minfin.com.ua/markets/bullion/> (дата звернення: 05.12.2020).
15. Офіційний сайт МінФіну. Курс валют НБУ. URL: <https://minfin.com.ua/currency/nbu/> (дата звернення: 05.12.2020).
16. Офіційний сайт Представництва ООН в Україні. URL: <http://sdg.org.ua/ua> (дата звернення: 01.12.2020).
17. Орловська Ю.В., Яковишина Т.Ф., Орловський Є.С. Зелене будівництво як складова політики ЄС щодо розвитку циркулярної економіки. Східна Європа: Економіка, бізнес та управління. Економіка природокористування та навколишнього середовища. 2016. Вип. 5(05). С. 365-371. URL: [http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/5\\_2016/70.pdf](http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/5_2016/70.pdf) (дата звернення: 05.11.2020).

18. Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Ветрова М.А. Формирование современной системы обращения с отходами – от безопасного захоронения к ремануфактурингу (опыт ЕС, задачи для России). Экономика и экология. 2016. №4(60). С. 181-188. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sovremennoy-sistemy-obrascheniya-s-othodami-ot-bezopasnogo-zahoroneniya-k-remanufakturingu/pdf> (дата звернення: 27.10.2020).

19. Ремануфактуринг в мире: ресурсосбережение и экогуманность. URL: <https://sites.google.com/site/remontavtozapcastej/remanufaktoring> (дата звернення: 12.11.2020).

20. Строительство завода по ремануфактурингу автомобильных деталей «Mercedes-Benz» в Шанхае. URL: [http://russian.news.cn/2017-10/20/c\\_136694177.htm](http://russian.news.cn/2017-10/20/c_136694177.htm) (дата звернення: 10.11.2020).

21. Тимошенко І.П., Дронова О.Л. Циркулярна економіка для умов України. Формування ринкових відносин в Україні. 2018. №9(208). С. 120-127. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/frvu\\_2018\\_9\\_18.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/frvu_2018_9_18.pdf) (дата звернення: 01.11.2020).

22. Хоменко О.В. Циркулярна економіка – основа сталого розвитку КНР. Журнал «Україна-Китай». 2018. №12. URL: <https://sinologist.com.ua/homenko-o-v-tsyrukulyarna-ekonomika-osnova-stalogo> (дата звернення: 25.10.2020).

23. Циркулярна економіка: йти по колу, щоб піти вперед. URL: <https://peremoga.space> (дата звернення: 23.10.2020).

24. Эффективность экономики, экологические инновации, климатическая и энергетическая политика – 2017. Economic Performance, Environmental Innovation, Climate and Energy Policy: Сборник статей по результатам 2-го Международного научно-исследовательского семинара / за ред. Пахомовой Н.В., Рихтер К.К. (отв. ред.). СПб.: «Скифия-принт», 2017. 240 с. URL: [https://istina.msu.ru/download/61941902/1dRSVd:JCp8s2W3n-N2BCHnUm2bku7\\_uqg/](https://istina.msu.ru/download/61941902/1dRSVd:JCp8s2W3n-N2BCHnUm2bku7_uqg/) (дата звернення: 02.11.2020).



25. Binshi Xu, Enzhong Li, Handong Zheng, etc. The Remanufacturing Industry and Its Development Strategy in China. Strategic Study of CAE. 2017. Vol. 19, No. 3. P. 1-6. URL: <http://journal.hep.com.cn/sscae/EN/10.15302/J-SSCAE-2017.03.009#1> (дата звернення: 27.10.2020).

26. Koopman R., Laney K. Remanufactured Goods: An overview of the U.S. and Global Industries, Markets and Trade. Washington: USITC Publication, 2012. Inv. No. 332-525. 284 p. URL: <https://usitc.gov/publications/332/pub4356.pdf> (дата звернення: 28.10.2020).

27. Lee Choon-Man, Woo Wan-Sik, Roh Young-Hwa Remanufacturing: Trends and Issues. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology. 2017. Vol. 4, No. 1. P. 113-125.

28. Matsumoto M., Yang S., Martinsen K., Kainuma Y. Trends and Research Challenges in Remanufacturing. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology. 2016. Vol. 3, No. 1. P. 129-142. URL: <https://www.researchgate.net/publication/313886639> (дата звернення: 23.10.2020).

29. Official website of the Centre for Remanufacturing & Reuse (CRR). URL: <https://www.remanufacturing.org.uk> (дата звернення: 17.11.2020).

30. Official website of the European Remanufacturing Network (ERN). URL: <https://www.circle-economy.com/tool/european-remanufacturing-network> (дата звернення: 03.11.2020).

31. Walsh B., Waugh R., Symington H. Circular Economy Evidence Building Programme: summary report. 2015. 16 p. URL: <https://www.zerowastescotland.org.uk> (дата звернення: 28.11.2020).

## ДОДАТКИ

Додаток А  
Глобальні цілі сталого розвитку



UNITED NATIONS  
**UKRAINE**

ГЛОБАЛЬНІ  
**ЦІЛІ**  
СТАЛОГО РОЗВИТКУ



## Додаток Б

## Класифікація продуктів, які підлягають вторинному використанню

Операція	Причина	Приклад товару
Технічне обслуговування та ремонт	Дефект / Брак (новий продукт) Дефект / Брак (БВ продукт) Втрата споживчої корисності (БВ продукт)	Комп'ютери і комплектуючі Побутова техніка та електроніка Авто і транспортні засоби Верстати, машини та обладнання
Повторне використання	Закінчення циклу використання	Зворотна тара, упаковка, чохла, палети, контейнерні візки і т.п.
Відновлення	Вичерпаний термін придатності (новий продукт) Вичерпаний термін придатності (БВ продукт) Дефект / Брак (новий продукт) Дефект / Брак (БВ продукт) Втрата споживчої корисності (БВ продукт) Застарілі моделі / неліквідні товари (новий продукт) Зіпсована упаковка (новий продукт)	Комп'ютери і комплектуючі Побутова техніка та електроніка Авто і транспортні засоби Верстати, машини та обладнання Меблі Електротовари та елементи живлення (лампи, батарейки і т.п.)
Переробка	Вичерпаний термін придатності (новий продукт) Вичерпаний термін придатності (БВ продукт) Дефект / Брак (новий продукт) Дефект / Брак (БВ продукт) Втрата споживчої корисності (БВ продукт) Застарілі моделі / неліквідні товари (новий продукт) Зіпсована упаковка (новий продукт)	Книжкова і книговидавнича продукція Текстиль та взуття Пакувальні матеріали (поліетилен, скло, пластик і т.п.) Продукти харчування Ліки Косметика та побутова хімія Будівельні матеріали Складові елементи продуктів, що не підлягають відновленню Відсортовані тверді побутові та техногенні відходи
Реставрація	Продукт, який був у застосуванні	Меблі Авто і транспортні засоби Музичні інструменти

## Додаток В

## Автомобільні компоненти, які підлягають ремануфактурінгу та переробці



№	Частина автомобілю	Ремануфактурінг	Переробка
1.	Вікно	Технологія рідкого скла	Скловолоконна ізоляція, скляні пляшки, килимовий клей та ін.
2.	Сидіння	Перетяжка зношених тканин та елементів	Матеріал для звукоізоляції в автомобілях
3.	Кузов	Очищення та вирівнювання, фарбування	Частина автомобілів або сталеві / алюмінієві вироби
4.	Багажник		Частина автомобілів, у тому числі використання в інтер'єрі
5.	Бампер		
6.	Шина	Відновлення протектора	Прогумований асфальт для автомагістралей, цемент
7.	Диск	Очищення та вирівнювання, фарбування	Сталеві / алюмінієві вироби
8.	Двері	Очищення та вирівнювання, фарбування	Частина автомобілів або сталеві / алюмінієві вироби
9.	Фари	Технологія рідкого скла	Скловолоконна ізоляція, скляні пляшки, килимовий клей та ін.
10.	Гальмівний диск та колодки	Очищення, ущільнення, встановлення нових елементів	Сталеві / алюмінієві вироби
11.	Радіатор	Очистка, встановлення нових елементів	Алюмінієві вироби
12.	Двигун	Розбирання старого ядра, огляд, чистка, операції по відновленню і тестування	Алюмінієві вироби

13.	Акумулятор	Якісний аналіз та перевірка безпеки акумуляторних батарей, відновлення акумуляторних блоків і модулів, тестування	Подрібнення, нейтралізація кислоти та відокремлення полімерів від свинцю. Вилучені матеріали використовують у багатьох інших виробках, включаючи нові батареї
14.	Омивач	Чистка	Пластикові вироби
15.	Масла і рідини	—	Очистка і повторне використання
16.	Амортизатор	Огляд, чистка, операції по відновленню і тестування	Сталеві / алюмінієві вироби
17.	Свічки запалювання		
18.	Коробка передач	Демонтаж і ретельна чистка. Всі деталі перевіряються, ідентифікована непрацююча деталь замінюється на нову або відновлену з високою якістю. Після цього модулі збирають і коробка передач проходить тестування	Сталеві / алюмінієві вироби
19.	Гальмівний циліндр	Огляд, чистка, операції по відновленню і тестування	Сталеві / алюмінієві вироби
20.	Педальний вузол		
21.	Вихлопна труба та глушник	Огляд, чистка, вирівнювання	Сталеві / алюмінієві вироби
22.	Рульове колесо	Чистка, нанесення нового покриття, фарбування	Пластикові вироби
23.	Бортовий комп'ютер	Демонтаж, відновлення частин та елементів, використання при виготовленні нових комп'ютерів	Пластикові вироби
24.	Подушки безпеки	Демонтаж модуля, огляд, тестування та повторне використання	Пластикові вироби
25.	Поліуретановий ущільнювач	Очищення та повторне використання	Поліуретан
26.	Блок електричних реле та запобіжників	Демонтаж, відновлення частин та елементів, використання при виготовленні нових реле і запобіжників, тестування	Сталеві / алюмінієві вироби
27.	Повітряний фільтр	Демонтаж металевих деталей, їх чистка і збірка з використанням нових фільтруючих матеріалів, клеїв, прокладок.	Пластикові вироби
28.	Бензобак і бензонасос	Демонтаж і ретельна чистка, операції по відновленню, тестування	Сталеві / алюмінієві вироби