

# ЕКОНОМІКА ЗАМКНЕНОГО ЦИКЛУ: КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ ТА РОЗРОБКА ПІДХОДІВ ЩОДО ВВЕДЕННЯ В ДІЮ

*Шевченко Т.І., к.е.н., с.н.с., Сумський національний аграрний університет*  
*Лозинська І.В., д.е.н., доцент, Сумський національний аграрний університет*

«In the spaceman economy, what we are primarily concerned with is stock maintenance, and any technological change which results in the maintenance of a given total stock with a lessened throughput is clearly a gain...»

*Kenneth Boulding,*  
*«The Economics of the Coming Spaceship Earth», 1966*

## Актуальність

З прийняттям 7-ї Програми дій з навколишнього середовища на період до 2020 року «Благополучне життя в межах нашої планети» (з англ. «Seventh General Union Environment Action Programme to 2020 ‘Living well within the limits of our planet’») <sup>1</sup>, управління ресурсами і відходами у ЄС набуває нового більш широкого змісту – «...перехід до кругової економіки шляхом управління життєвим циклом з каскадним використанням ресурсів та залишками відходів, близькими до нуля...». Згодом Європейською Комісією було затверджено «План дій ЄС щодо кругової економіки: замикання циклу» (з англ. «Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy») <sup>2</sup>, який актуалізує ряд питань стосовно координації процесу забезпечення товарами у напрямку збереження цінності конкретного матеріалу та виробу у економічній системі якомога довше.

## Новизна

В роботі запропоновано підхід щодо введення в дію моделі економіки замкненого циклу (кругової економіки, циркулярної економіки) на основі управління потенціалом циклічності матеріалів за фазами (1) оптимальний розподіл наявного потенціалу, (2) максимальне використання розподіленого потенціалу та (3) нарощування нового потенціалу. Дослідження ґрунтується на гіпотезі у відповідності до якої якомога тривале збереження цінності техногенних матеріалів у економічній системі можливе за умови координації процесів оптимального розподілу наявного потенціалу циклічності конкретного матеріалу та максимального використання розподіленого потенціалу.

---

<sup>1</sup> Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 “Living well, within the limits of our planet”. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D1386&from=EN>.

<sup>2</sup> European Commission., 2015. Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 2.12.2015, COM (2015) 614 final. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>.

## Основна частина

Наріжним каменем кругової економіки є ідея *відтворювального дизайну* (з англ. «regenerative design»), що належить американцю Дж. Лайлу<sup>3</sup>, який вперше запропонував застосувати концепцію відтворювального дизайну до будь-якої системи, тому його можна вважати одним із засновників нової філософії дизайну систем. З часом ця ідея знайшла відображення та у подальшому розвинута М. Браунгартом, В. Макдонофом, А. Болінгером у концепції «від колиски до колиски»<sup>4</sup>, виходячи з якої будь-які матеріали можуть розглядаються як біологічні або техногенні поживні речовини, які при умові продукування системою відповідних виробів та матеріалів залучаються до біологічного або індустріального метаболізму.

Засновником концепції *індустріального метаболізму* можна вважати Р. Айреса<sup>5</sup>, який досліджував питання оптимізації потоків техногенного матеріалу на різних рівнях організації системи з точки зору їх замикання. На глобальному рівні промисловий метаболізм більш відомий як метаболізм антропосфери<sup>6</sup>, на рівні декількох підприємств – індустріальний симбіоз, одним з типів якого є мутуалізм – взаємовигідний обмін між двома організаціями<sup>7 8</sup>.

Ще одна концептуальна система, що лежить в основі кругової економіки<sup>9</sup> – біоніка або *біомімікрія* (з англ. «biomimicry»), яка набула популярності завдяки книзі Джанін Бенюс «Біомімікрія: інновації, на які надихнула природа». Авторка визначає біомімікрію як нову науку, яка вивчає моделі природи, а потім імітує або запозичує ідеї, що лежать в основі природних процесів, для вирішення людських проблем<sup>10</sup>. У своїй книзі вона формулює принципи, на які покладається біомімікрія, зокрема «природа-модель», «природа-міра» та «природа-наставник», а також підкреслює стійкість як загальну мету біоніки. Перший принцип передбачає вивчення моделей поведінки природи та застосування цих знань для вирішення проблем техногенних систем. Другий принцип полягає у використанні екологічних стандартів для визначення стійкості створених людиною інновацій. Третій принцип закликає до перегляду взаємовідносин між людиною та природою і підкреслює необхідність переоцінки природи в позиції джерела цінних знань, які

---

<sup>3</sup> Official site of the John T. Lyle Center for Regenerative Studies. About regeneration. Access mode: <http://env.cpp.edu/rs/about-regeneration>.

<sup>4</sup> Braungart M., McDonough W., Bollinger A. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design // Journal of Cleaner Production. – №15. – 2007. – P. 1337-1348.

<sup>5</sup> Ayres R.U. Industrial metabolism: theory and policy. The Greening of Industrial Ecosystems, National Academy Press, Washington, 1994, P. 23-37.

<sup>6</sup> Baccini, P., Brunner, P., 1991. Metabolism of the Anthroposphere. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

<sup>7</sup> Chertow M.R. Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. Annual Review of Energy and the Environment. – №25. – 2000. – P. 313-337.

<sup>8</sup> Boons F., Bocken, N.M.P. Assessing the sharing economy: analysing ecologies of business models. Research in Design Series, PLATE: Product lifetimes and the environment. – №9. – 2017. – P.46-50.

<sup>9</sup> Ellen-MacArthur-Foundation, 2013a. “Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition.” Vol. 1.

<sup>10</sup> Benyus, J. Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York, USA: William Morrow & Company, 1997.

вона може дати<sup>11</sup>. Отже, покладаючись на принцип «природа-модель» для введення в дію кругової економіки, при моделюванні відновлюваних систем потрібно на кожний її «вихід» передбачити *технічний редуцент* як аналог редуцента екосистеми.

Проблеми циркуляційної економіки з точки зору збереження цінності матеріалу і виробу одночасно, тобто створення довговічного виробу у петлі «від колиски до колиски», досліджував У. Стахель<sup>12</sup>. Він виділяв для техногенних циклів два напрями попередження утворення відходів – рециклінг матеріалу і повторне використання виробу, досліджуючи останній в контексті забезпечення довговічності, ремонтпридатності, можливостей розширення життєвого циклу виробу шляхом модернізації та реконструкції. Також він досліджував питання «функціональної економіки послуг» або «продуктивної економіки», у якій виробник має бути орієнтований на задоволення кінцевих потреб споживача шляхом надання відповідних послуг, а не на продаж виробу, покликаного забезпечувати ці потреби. Акцентуючи увагу на еколого-економічних перевагах багатократного використання виробу перед його переробкою, У. Стахель описує економіку у петлях (з англ., «loop economy», «economy in loops», «cradle to cradle economy», «circular economy», «regenerative economy», «performance economy»), та підкреслює існування *аксіоми найменшої петлі* як самої вигідної – мова йде про пріоритет модернізації виробу і повторного використання деталей та вузлів у порівнянні з рециклінгом.

Разом з тим, слід підкреслити, що відновлення виробу/модулів/частин орієнтовано на короткий період щодо збереження цінності. Навіть при наявності технічної можливості відновлення, у більшості випадків нові вироби витісняють з ринку старі оскільки перші стають більш привабливими для споживача та більш ефективними для виробника, особливо це стосується електронного обладнання. Отже, у довгостроковому періоді пріоритет безумовно має ставитися на збереженні цінності матеріалів – рециклінг (з англ. «recycling»), з яких вироблено виріб, а питання «reuse» виробу мають розглядатися у контексті можливості подовження витку кожного з цих матеріалів.

У Програмі дій зазначено, що «більш круговою економікою» є така економіка, де цінність матеріалів і ресурсів зберігається в економічній системі так довго, наскільки це можливо, де утворення відходів зведено до мінімуму<sup>13</sup>. У цьому визначенні робиться акцент на час перебування матеріалу в економіці, який можна подовжити шляхом збільшення кількості обертів матеріалу, а також шляхом розширення життєвого циклу виробу через повторне використання відновленого чи модернізованого виробу/його частин. Спеціалісти Фонду «EllenMacArthur» визначають кругову економіку як індустріальну систему, яка відновлюється завдяки задуму та дизайну і спрямована на використання відновлюваної енергії,

---

<sup>11</sup> Див. посилання 9.

<sup>12</sup> Stahel W. The Performance Economy, Second Edition, Palgrave-MacMillan, London, 2010, 350 p.

<sup>13</sup> Див. посилання 2.

усунення використання токсичних хімічних речовин, які ускладнюють повторне використання, та усунення відходів шляхом досконалого дизайну матеріалів, виробів, систем та в рамках цього бізнес-моделей<sup>14</sup>. Це визначення дає більш широке уявлення про комплекс завдань, які охоплює кругова економіка, зокрема окрім забезпечення максимальної кількості обертів виробу та матеріалу робиться наголос на необхідності використання безпечних матеріалів та речовин, відновлюваної енергії. З позиції напрямів ієрархії поводження з відходами, найчастіше кругова економіка відображається як поєднання 3R – скорочення утворення відходів (з англ. «reduce»), повторне використання (з англ. «reuse») та переробки (з англ. «recycling»).

Більш повне визначення з точки зору окреслення можливих процесів, які потребують оптимізації, наводиться в роботі Гайсдорфера М. та ін., де кругова економіка визначена як відновлювана система, в якій вхідні ресурси та відходи, викиди та втрати енергії мінімізуються за рахунок уповільнення, замикання та звуження потоків матеріалу та енергії; цього можна досягти завдяки дизайну, технічному обслуговуванню, ремонту, повторному використанню, відновленню, модернізації та переробці<sup>15</sup>. В той же час, повертаючись до першого визначення, що викладено у Плані дій<sup>16</sup>, де мова йде про якомога довший час перебування матеріалу в економічній системі, слід констатувати, що саме процеси уповільнення та замикання потоків матеріалу та енергії мають відношення до циклічно-орієнтованих, а от процеси звуження потоків матеріалу є суто дематеріалізаційними процесами.

Наразі вченими<sup>17 18 19</sup> розробляються різні бізнес-моделі як у напрямку збереження цінності матеріалу та виробу, які за цільовою спрямованістю можна поділити на дві групи – підходи орієнтовані на замикання петлі та на її подовження через уповільнення у часі. У той же час між науковцями не існує єдиної думки стосовно концептуалізації кругової економіки як моделі<sup>20</sup>, дискусія у науковому колі переважно ведеться у напрямках визначення соціо-еколого-економічного виміру, кількості ланок ієрархії управління відходами та вичерпного переліку бізнес-моделей. Не дивлячись на це, на наш погляд, питання введення в дію кругової економіки лежить у площині політики та відповідних стратегій, які здатні забезпечити безперервне нарощування потенціалу циклічності матеріалів та

---

<sup>14</sup> Див. посилання 9.

<sup>15</sup> Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N., Hultink E.J. The Circular Economy: A new sustainability paradigm? // Journal of Cleaner Production. – 2016. – P. 1-12.

<sup>16</sup> Див. посилання 2.

<sup>17</sup> Bakker C., Wang F., Huisman J., Hollander M. Products that go round: exploring product life extension through design // Journal of Cleaner Production. – №69. – 2014. – P. 10-16.

<sup>18</sup> Bocken N.M.P., Short S.W., Rana P., Evans S. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes // Journal of Cleaner Production. – №65. – 2014. – P. 42-56.

<sup>19</sup> Boons F., Bocken N.M.P. Assessing the sharing economy: analysing ecologies of business models // Research in Design Series, PLATE: Product lifetimes and the environment. – №9. – 2017. – P. 46-50.

<sup>20</sup> Kirchherr, J. Reike, D. Hekkert, M., 2017 Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling. 127, 221–232.

виробів, що продукує економічна система, і максимальне використання наявного потенціалу покладаючись на пріоритети збереження цінності виробів/їх частин та матеріалів в цій системі якомога довше. Для розробки відповідних стратегій, не вирішеною на основі системного підходу залишається проблема створення теоретико-методологічного базису управління потенціалом циклічності матеріалів в економічній системі на основі диференціації заходів за фазами управління потенціалом циклічності конкретних матеріалів та виробів (оптимальний розподіл наявного потенціалу, використання розподіленого потенціалу, безперервного нарощування нового потенціалу), що потребує наукового обґрунтування.

Основна ідея роботи полягає у дослідженні *усіх можливих форм прояву потенціалу циклічності матеріалу та виробу одночасно у просторі та часі* (наявні ресурси, невикористані резерви, явні можливості та ін.)<sup>21</sup>. Ми виходимо з того, що використання матеріалу у економічній (індустріальній) системі може носити багатократний характер і тоді матеріал втілюється у послідовному ряді виробів, що утворюють спіралеподібний цикл, який вимірюється кількістю обертів та тривалістю кожного оберту. Цей ряд доцільно формувати шляхом оптимального розподілу наявного потенціалу циклічності матеріалу, виходячи з мінімальних втрат первісної цінності матеріалу, що одночасно сприятиме збільшенню кількості його обертів. При моделюванні оптимального ряду виробів виникає можливість дослідити взаємозв'язок між суміжними життєвими циклами виробів. Це дозволить ідентифікувати можливості нарощування потенціалу циклічності матеріалу не в межах життєвого циклу одного виробу, а в межах життєвих циклів суміжних виробів змодельованого ряду. Спіралеподібний цикл матеріалу є частиною ресурсного циклу, його певним сегментом, а отже його замикання та уповільнення призводить до реструктуризації циклу в цілому<sup>22</sup>. У цьому контексті сегментацію ресурсного циклу можна розглядати як ефективний інструмент для дослідження необхідних структурних трансформацій в економіці у напрямі переходу до кругової моделі.

Схема багатократного обертання матеріалу передбачає виробництво виробу з матеріалу, отриманого з попереднього виробу, та який може бути вилучений та у подальшому використаний у виробництві наступного виробу. Для збільшення кількості обертів  $k$ -го матеріалу в економічній системі, на нашу думку, потрібно *моделювати оптимальний ряд виробів*, в якому послідовно обертається один і той же матеріал. Під оптимальним рядом виробів циклічного обертання  $k$ -го матеріалу будемо розуміти послідовність виробів, що підібрано і упорядковано у відповідності до зміни якісних характеристик матеріалу за кожним наступним циклом його обертання. Такий ряд може формуватися за допомогою моделювання

---

<sup>21</sup> Shevchenko T., Kronenberg J. Management of material cyclicity potential: example of electrical and electronic products // Research in Design Series, PLATE: Product lifetimes and the environment. – №9. – 2017. – P. 377–381.

<sup>22</sup> Shevchenko T., Danko Yu., Krasnorutskyy O. Management of waste electrical and electronic products in compliance with the circular economy: What are the future Challenges for EU Member States? // International Journal of Ecology & Development. – 3(33). – 2018. – P. 47–55.

процесу його багатократного обертання на основі підбору найбільш прийнятних з точки зору мінімальної втрати первісної цінності матеріалу (на виході оберту) виробів. Оптимальний ряд виробів, в яких по суті використовується один і той же матеріал, утворює цикл багатократного обертання матеріалу.

Визначимо *цикл багатократного обертання матеріалу* як життєвий цикл матеріалу в частині його  $m$ -кратного використання. Матеріал, який використовується у виробництві перший раз (первинний матеріал), умовно визначимо як «матеріал 1-го оберту», матеріал, який використовується у виробництві  $j$ -й раз, умовно визначимо як «матеріал  $j$ -го оберту». Якщо розглядати структуру циклу багатократного використання матеріалу, що формується з оптимального ряду виробів, тоді  $j$ -й оберт матеріалу охоплює життєвий цикл  $i$ -го виробу цього ряду. Виходячи з цього, оскільки циклічність використання матеріалу передбачає його обертання у межах встановленого ряду виробів, тому важливо аналізувати життєві цикли суміжних виробів, замість життєвого циклу тільки одного виробу.

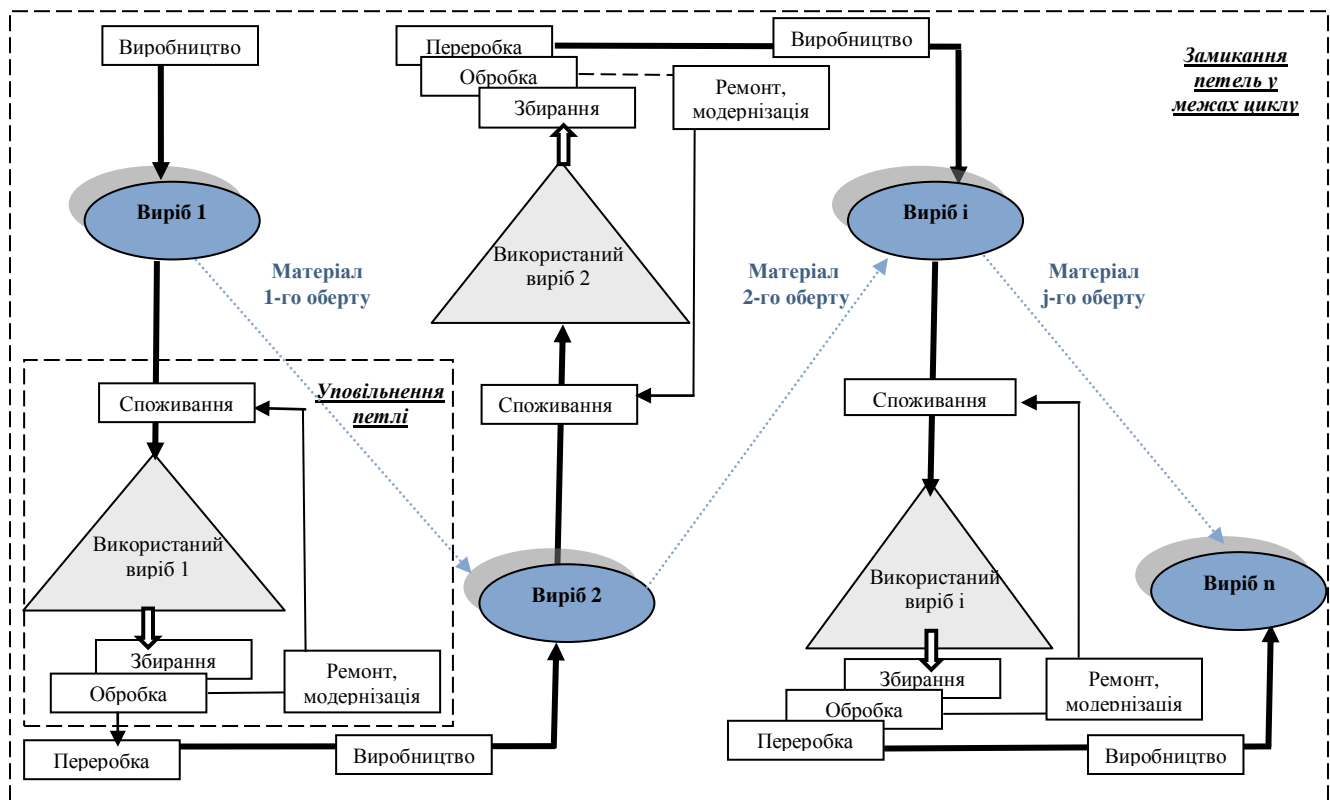
На рис. 1 представлено послідовність обертання  $k$ -го матеріалу за встановленим оптимальним рядом виробів  $n$ . Ця схема визначає та окреслює межі нарощування та використання потенціалу циклічності конкретного матеріалу, на ній представлено життєвий цикл матеріалу в частині його багатократного обертання, а також життєві цикли усіх суміжних виробів змодельованого ряду.

Слід відмітити, що різниця між запропонованим підходом до управління техногенними матеріальними ресурсами та традиційним поводження з відходами (з англ. «waste management») полягає у перенесенні фокусу з життєвого циклу виробу на життєвий цикл матеріалу в частині його багатократного використання в цілому, а також на життєві цикли суміжних виробів, зокрема.

Визначимо циклічність матеріалу як набуту його властивість бути багатократно використаним в економічній системі, яка формується протягом життєвих циклів суміжних виробів як елементів циклу багатократного обертання матеріалу. Ми припускаємо, що циклічність, як набута властивість матеріалу, з'являється завдяки розподілу, формуванню та використанню потенціалу циклічності матеріалу, що в свою чергу потребує відповідного управління цими процесами. *Управління потенціалом циклічності матеріалів* визначимо як процес становлення та підтримки здатності системи до збереження цінності матеріалів в економічній системі так довго, наскільки це можливо, шляхом формування, розподілу та максимального використання наявного потенціалу<sup>23</sup>.

---

<sup>23</sup> Див. посилання 21.



- > переміщення  $k$ -го матеріалу у межах змодельованого оптимального ряду виробів  $n$ , що утворює цикл багатократного обертання матеріалу;
- > відновлення старого виробу/частин, у яких міститься  $k$ -й матеріал;
- .....> послідовність обертання  $k$ -го матеріалу у відповідності до встановленого оптимального ряду виробів

Рисунок 2 – Багатократне обертання  $k$ -го матеріалу в межах оптимального ряду виробів  $n$ \*

\* Доповнено на основі джерела [21]

Під потенціалом циклічності матеріалу будемо розуміти багаторівневу, інтегровану та динамічну сукупність усіх видів явних можливостей, невикористаних/ частково використаних резервів та наявних ресурсів, включаючи перспективи їх збільшення, які використовуються/ можуть бути використані для забезпечення багатократного обертання матеріалу в економічній системі<sup>24</sup>.

Формування потенціалу циклічності матеріалу можна трактувати як процес ідентифікації і створення можливостей/ передумов та необхідних ресурсів щодо забезпечення збереження цінності матеріалу у межах змодельованої системи «ресурс – продукт – використаний продукт – ресурс’ – продукт’» якомога довше, структуризація і упорядкування можливостей та наявних ресурсів у відповідності

<sup>24</sup> Див. посилання 21.

до раціональної поведінки усіх учасників цієї системи, а також виявлення неявних можливостей для зростання потенціалу у перспективі. Формування потенціалу циклічності відбувається на стадіях проектування, виробництва і споживання життєвих циклів суміжних  $i$ -го та  $(i+1)$ -го виробів, що входять до складу циклу багатократного обертання  $k$ -матеріалу. Під розподілом потенціалу циклічності матеріалу будемо розуміти моделювання ряду виробів на основі мінімальної втрати його вихідної цінності. Після здійснення оптимального розподілу, підлягає моніторингу вилучений матеріал, який здійснив  $j$ -й оберт та переходить до наступного  $(j+1)$ -го витку обертання у відповідності до змодельованого оптимального ряду виробів  $n$  у межах циклу  $m$ -кратного використання цього матеріалу. Процес використання потенціалу циклічності матеріалу визначимо як залучення конкретного матеріалу, отриманого в результаті  $j$ -го оборту, у виробництво конкретного  $i$ -го виробу у відповідності до оптимального їх ряду, який формує цикл обертання цього матеріалу<sup>25</sup>.

Для раціонального розподілу наявного потенціалу циклічності виробу/ частин, необхідно встановлювати зв'язки між різними за профілем діяльності/надання послуг підприємствами з метою забезпечення максимально можливого використання уніфікованих деталей і модулів, відновлення пошкодженого виробу, модернізації і оновлення старих виробів. В даному контексті функціонування відновлюваних систем неможливе без впровадження системи ідентифікації для забезпечення циклічності матеріалів та виробів. Такі системи ґрунтуються на впровадженні ідентифікаційних стандартів, призначених ідентифікувати деталь/вузол/матеріал, що циркулює у системі. Необхідність їх впровадження обумовлена потребою у моніторингу та логістичній координації матеріальних і продуктових потоків. Впровадження цих стандартів дозволить застосовувати інструмент «Internet of things»<sup>26</sup> для інформаційного супроводу цих потоків, який має значний потенціал для замикання і уповільнення петель в економічній системі. Система ідентифікаційних стандартів для забезпечення багатократного обертання матеріалів та виробів буде сприяти якомога повнішому роздільному збиранню відпрацьованих виробів. Наприклад, для мотивації користувачів повертати відпрацьовані вироби може бути застосована електронна карткова система нарахування бонусів за повернення відпрацьованих виробів через торгівельні підприємства. Система призначила компенсувати працю/витрати користувача за відповідній внесок у забезпечення їх роздільного збирання.

На сьогоднішній день сучасна європейська політика у сфері охорони навколишнього середовища має декілька стратегічних орієнтирів, а саме: попередження утворення відходів та їх переробка, стале використання ресурсів, інтегрована політика стосовно виробу, стале споживання та виробництво. Важливо відмітити, що кожний з чотирьох вказаних орієнтирів спрямований у

---

<sup>25</sup> Див. посилання 21.

<sup>26</sup> Див. посилання 9.



певному сенсі на нарощування та використання потенціалу циклічності матеріалів/речовин, які використовуються у тих чи інших виробках. Багатовекторність процесів нарощування потенціалу циклічності матеріалу обумовлює необхідність диверсифікації управління цими процесами. При цьому під диверсифікацією управління будемо розуміти багаторівневність, різноманітність об'єктів управління, а також багатоваріантність форм і методів досягнення поставлених завдань<sup>27</sup>.

Об'єктивними передумовами диверсифікації управління потенціалом циклічності матеріалів є можливість ідентифікації, упорядкування та узгодження процесів у ланцюжку «ресурс – виріб – використаний виріб – ресурс’ – виріб’» з метою збереження постадійно створюваної цінності матеріалу; в контексті подовження життєвого циклу виробу мова йде також про збереження цінності деталі/модуля/виробу якомога довше в економічній системі. Профіль вирішуваних завдань учасників вказаного ланцюжку дуже широкий і охоплює різні процеси/види діяльності/дії (розробка та конструювання виробів, матеріалів його виробництва, техніки і технології, безпосередньо виробництво матеріалів/речовин, виробництво складових частин та виробу у цілому, його дистрибуція, користування, ремонт, відновлення, роздільне збирання використаного виробу, його попередня обробка та переробка). При цьому усі види діяльності/ процеси/ дії охоплюють різні стадій життєвих циклів суміжних виробів, де обертається k-й матеріал. Виходячи з викладеного, необхідно підкреслити, що для забезпечення максимальної кількості обертів техногенного матеріалу потрібно формувати раціональну поведінку усіх учасників ланцюжку «ресурс – виріб – використаний виріб – ресурс’ – виріб’».

Багаторівневність в управлінні потенціалом циклічності передбачає охоплення різних рівнів: індивідуум, організація, регіон. Кожен з цих рівнів характеризується певним об'єктом та суб'єктом управління. Стратегія забезпечення циклічності матеріалів/ речовин виробів має фокусуватися на всіх зазначених рівнях з метою формування раціональної поведінки усіх учасників ланцюжку.

## **Висновки**

Для суттєвого просування вгору в ієрархії поводження з відходами (реалізація напрямів «reduce», «reuse», «recycling») у майбутньому неминуче з'являться нові вимоги, які будуть стосуватися не тільки відходів та вимог до виробів, а вже конкретних матеріалів/речовин, з яких вони виробляються. Покладаючись на концептуальне підґрунтя «кругової економіки» та заходи Плану дій, потрібно зазначити, що у визначенні та обґрунтуванні майбутніх вимог безумовна ставка буде робитися на безперервне нарощування та якомога повне використання наявного потенціалу циклічності техногенних матеріалів. У цьому відношенні саме обмеження у використанні первинних матеріалів щодо виробництва певних виробів повинно мати місце. Більше того, для якомога довшого збереження

---

<sup>27</sup> Див. посилання 21, 22.

цінності матеріалів в економіці, потрібно говорити про єдиний можливий доступ виробників визначеної групи товарів до матеріалу і-го оборту. Моніторинг переміщення конкретного матеріалу у межах встановленого циклу багатократного обертання матеріалу (змодельований оптимальний ряд виробів) може стати одним з інструментів реалізації стратегії управління потенціалом циклічності техногенних матеріалів для певних категорій виробів. Встановлення кількості обертів для конкретного матеріалу та мінімальних рівнів використання виробниками матеріалів j-го оборту у виробництві певних виробів може стати однією з таких вимог.

В роботі запропоновано та описано (у загальному вигляді) підхід щодо введення в дію моделі економіки замкнутого циклу на основі управління потенціалом циклічності матеріалів за фазами (1) оптимальний розподіл наявного потенціалу, (2) максимальне використання розподіленого потенціалу та (3) нарощування нового потенціалу. Вивчення явища циклічності матеріалу (а також виробу в контексті уповільнення замкнутої петлі) з позиції потенціалу обумовлене необхідністю виявлення усіх можливих форм прояву циклічності в просторі та часі: можливості, резерви та наявні ресурси, що зосереджені у межах однієї системи. Різниця між запропонованим підходом до управління техногенними матеріальними ресурсами та традиційним поводження з відходами полягає у перенесенні фокусу з життєвого циклу виробу на життєвий цикл матеріалу в частині його багатократного використання в цілому, а також на життєві цикли суміжних виробів (як структурні елементи матеріального циклу), зокрема.