

МІЖНАРОДНА ЕКОНОМІКА

УДК 517:332.142.6

JEL classification: B15, Q57, O14

DOI: 10.20535/2307-5651.20.2021.252590

Мазанко Т. О.аспірант кафедри міжнародної економіки
ORCID ID: 0000-0003-0946-2976Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**Mazanko Tetiana**National Technical University of Ukraine
«Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky»КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕВОЛЮЦІЇ НАУКОВИХ ПОГЛЯДІВ
НА ЦИРКУЛЯРНУ ЕКОНОМІКУCRITICAL ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF SCIENTIFIC VIEWS
ON THE CIRCULAR ECONOMY

Методика дослідження полягає в огляді наукових праць засновників і послідовників концепції циркулярної економіки, які відображають ретроспективу виникнення нової на той час концепції, спрямованої на збереження довкілля нашої планети. Ми не можемо однозначно визначити одну дату або вченого, скоріше, наукові праці можна віднести до різних шкіл. Однак вирішальне значення має отримання спільного розуміння концепції циркулярної економіки, оскільки це є умовою її успішного впровадження. У роботі проведено пошук та аналіз наукових досліджень за допомогою баз даних Scopus і Web of Science, а також Google Scholar. Як результат – дослідження проблеми поширення принципів і моделей циркулярної економіки як на світовому рівні, так і в Україні. На думку вчених, екологічні проблеми відкривають нові можливості та є рушійною силою для створення нових промислових технологій, вносять зміни в особливості виробничо-торговельних відносин.

Ключові слова: циркулярна модель економіки, концепція «від колиски до колиски», екоіндустріальний парк.

The aim of the study is the evolution of scientific views on the circular model of economics and modern decisions on its implementation, as well as the formation of their own opinion on the concept of circular economy. The concept of circular economy emerged in the early 70's of the twentieth century. It is based on the idea of reducing the consumption of fossil resources for industrial production, but these bases can be used for any industry. Through the use of the natural cycle model, the circular economy shifts the paradigm of the linear economy "product – production – disposal" to a more modern and environmentally friendly concept of "reduction – reuse – recycling". As environmental issues are constantly brought to the fore, and ways to solve them are trying to find at many climate summits, which are attended by leaders from around the world, the relevance of the topic is obvious. The research methodology consists in reviewing the scientific works of the founders and followers of the concept of circular economy, which reflect a retrospective of the emergence of a new concept at the time, aimed at preserving the environment of our planet. We cannot unambiguously determine a single date or scientist, but rather scientific works can be attributed to different schools that emerged during the emergence of the concept of circular economy and reflect the views of different scientists. However, it is crucial to have a common understanding of the concept of a circular economy, as this is a condition for its successful implementation. The paper searches and analyzes research using Scopus and Web of Science databases, as well as Google Scholar; the scientific works of luminaries with the idea of supporting the ecological and economic development of civilization, which formed the basis of the concept of circular economy, were studied. As a result, a study of the problem of spreading the principles and models of the circular economy both at the global level and in Ukraine. From the point of view of scientists, environmental problems open new opportunities and are the driving force for the creation of new industrial technologies, make changes in the peculiarities of industrial and trade relations. The problem of creating eco-industrial parks in Ukraine is highlighted and examples of such industrial symbioses in the world are given.

Keywords: circular model of economy, concept «Cradle to Cradle», eco-industrial park.

Постановка проблеми. Під час індустріальної еволюції протягом століття переважали моделі лінійного виробництва та споживання, які передбачали, що товари, які виготовлялися, продавалися та використовувалися, після використання викидалися як відходи. Виробники заробляли мільярди, використовуючи таку

модель, вона здавалася надзвичайно вдалою і забезпечувала споживачів доступними продуктами виробництва. Але враховуючи, що екологічний стан планети погіршувався з кожним роком, а запаси викопних ресурсів ставали все меншими, на початку 70-х років учені почали бити на сполох та закликати до більш

економного використання ресурсів і збереження навколишнього середовища. Почали виникати ідеї виробництва з повторним використанням та регенерацією ресурсів – так звана модель економіки замкнутого циклу, або циркулярна модель. Нині у розвинених країнах така модель майже витіснила модель традиційної економіки, але вона має і недоліки: ці виробництва потребують більших затрат і мають меншу віддачу від інвестицій [1]. Розглянемо шлях виникнення моделей циркулярної економіки та впровадження їх у сучасне виробництво.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є еволюція наукових поглядів на циркулярну модель економіки та сучасні рішення щодо її впровадження, а також формування власної думки щодо концепції циркулярної економіки. Оскільки екологічні проблеми постійно виносяться на перший план, а шляхи їх вирішення намагаються знайти на багатьох кліматичних самітах, у яких беруть участь лідери країн з усього світу, актуальність теми очевидна.

Вклад основного матеріалу. Сьогодні немає чітких доказів єдиного походження чи автора виникнення концепції циркулярної економіки, яка бере початок у 70-х роках ХХ ст., але серед засновників слід відзначити:

1) професора США Джона Лайла та його учня Вільяма МакДонафа.

Джон Т. Лайл (1934–1998 рр.) був професором ландшафтної архітектури в *al Poly Pomona* у 1968–1998 рр. Він найбільш відомий своєю роботою у сфері регенеративного дизайну та заснуванням Центру регенеративних досліджень, розташованого в кампусі *Cal Poly Pomona*. Дж. Лайл стверджував: «Зосередженість на регенеративних системах не стільки зосереджена на технологіях, скільки на глибшій турботі щодо формування інтегративних і взаємодопоміжних відносин між людьми та природою» [2].

Архітектор Вільям МакДонаф (народився у 1951 р.), започаткував проектування міст із прицілом на стійкий екобезпечний розвиток, автор книги *Cradle to Cradle: Remaking the Way we make things*, яка вийшла у 2002 р. Мета книги полягає у тому, щоб представити дизайн як «благодійну силу, що відновлює, що прагне створити екологічні сліди, які викликають захоплення, а не жаль». Основна мета концепції *Cradle to Cradle Design* – змістити мислення з «менш поганого» на «краще». В. МакДонаф також сформулював концепцію дизайну *Cradle to Cradle* як *The Five Goods* (хороші матеріали, хороша економіка, хороша енергія, хороша вода, хороше життя), щоб допомогти компаніям зосередити та оцінити свої зусилля, щоб стати «добрішими». *The Five Goods* також були розроблені, щоб запропонувати оптимізований метод досягнення кожної із 17 Цілей сталого розвитку [3];

2) німецького хіміка Міхаеля Браунгарта (народився у 1958 р., співавтор книги *Cradle to Cradle: Remaking the Way we make things*), який стверджує, що люди можуть надавати позитивний, а не негативний вплив на навколишнє середовище, змінивши промислове виробництво. У 1987 р. доктор М. Браунгарт заснував *Environmental Protection Encouragement Agency Umweltforschung* у Гамбурзі, в основі якої лежить *Cradle to Cradle Design* (конструкція «від колиски до колиски»), призначена для створення продуктів, ори-

єнтованих на економіку життєвого циклу. Конструкція «від колиски до колиски» (також згадується як *2CC2*, *C2C*, колиска 2 або регенеративна конструкція) – це біоміметичний підхід до розроблення продуктів і систем, який моделює виробництво на основі природних процесів, де матеріали розглядаються як поживні речовини, що циркулюють у здорових метаболічних процесах [4];

3) архітектора і економіста Вальтера Штахеля. Вальтер Р. Штахель (народився в 1946 р.) – швейцарський архітектор, уперше ввів термін *Cradle to Cradle (C2C)* на протигагу нинішній лінійній економічній системи [5]. Він вплинув на розвиток екологічності у виробництві та споживанні товарів у розвинених країнах, виступаючи за «продовження терміну служби товарів і повторне використання: поповнювати, програмувати, ремонтувати, відновлювати, технічно вдосконалювати». У 1990-х роках В. Штахель поширив це бачення на продаж товарів як послуг як на найефективнішу стратегію кругової економіки. Він описав цей підхід у книзі «Економіка продуктивності» 2006 р. та випустив друге розширене видання у 2010 р., яке містить 300 прикладів і тематичних досліджень. Зараз він тісно співпрацює з Фондом Еллен МакАртур над подальшим просуванням своїх ідей серед економічних суб'єктів;

4) економіста Германа Дейлі. Герман Дейлі є співномінантом на Премію миру через його відкриття, що нинішня економічна система веде до екологічного колапсу, який зараз найбільше відбувається у формі прискорення зміни клімату. Він створив цілу школу вчителів і практиків, відому як екологічна економіка. На його думку, зберігання нинішньої хибної економічної системи призведе до людських страждань величезних розмірів, включаючи політичний хаос, національну та міжнародну конкуренцію та війну за ресурси, що зменшуються, орні землі, а також продовольчі товари та енергію. Без прийняття економічно стійких принципів екологічної економіки на людство чекає похмура майбутнє в ХХІ ст. [6];

5) економістів-екологів Девіда Пірса і Р. Келлі Тернера, які у книзі «Економіка природних ресурсів і навколишнього середовища» пояснюють перехід від традиційної лінійної або відкритої економічної системи до кругової економічної системи [7]. У другій главі книги вони описують циркулярну економічну модель, засновану на гіпотезі про широку взаємозалежність між економікою та навколишнім середовищем. Автори побудували концептуальні основи циркулярної економіки: ресурси – продукти – режим забруднення [7].

Принципи концепції циркулярної економіки включають: 3Rs (*reduce, reuse, recycle* – скорочення, повторне використання, переробка) [8] і 6Rs (*reuse, recycle, redesign, remanufacture, reduce, recover*) (повторне використання, переробка, перепроєкування, переробка, скорочення, відновлення) [9].

Ми можемо виділити декілька прозорливих класиків, які вперше у 1960–1970-х роках зробили питання екологічності загальнодоступним:

Відому біологиню та письменницю Рейчел Карсон, яка народилася у 1907 р. у США. Концепція ЦЕ також може бути натхненною її книгою «Мовчазна весна» [10], яка вийшла друком у 1962 р. та посіла 91-е місце в рейтингу «100 найкращих книг усіх часів і народів».

Письменниця збирила факти та людські історії руйнівного впливу пестицидів і закликала урядовців та науковців, що працювали в галузі сільського господарства, відмовитися від згубного отруєння планети дустом (ДДТ), а громадськість – замислитися і змінити ставлення до ролі людини в природі. В Україні ця книга ще не видавалася [11].

«Межі зростання» (англ. *The Limits to Growth*) – знаменита перша доповідь Римського клубу (автори – Йорген Ранدرس, Донелла Медоуз, Денніс Медоуз), опублікована у 1972 р. [12]. Ця доповідь фактично стала основою сучасної концепції сталого розвитку. Послання цієї книги зберігається й донині: зв'язані ресурси Землі – глобальна природна система, у якій ми всі живемо – ймовірно, не зможуть підтримувати нинішні темпи економічного зростання і зростання населення після 2100 р. Улітку 1970 р. міжнародна група дослідників Массачусетського технологічного інституту розпочала дослідження наслідків продовження світового зростання. Вони дослідили п'ять основних чинників, які визначають і у своїй взаємодії в кінцевому підсумку обмежують зростання на цій планеті: 1) збільшення населення; 2) сільськогосподарське виробництво; 3) виснаження невідновлюваних ресурсів; 4) промислове виробництво; 5) утворення все більшого забруднення навколишнього середовища. Команда Массачусетського технологічного інституту ввела дані про ці п'ять факторів у глобальну комп'ютерну модель, а потім перевірила поведінку моделі за кількома наборами припущень, щоб визначити альтернативні моделі майбутнього людства. «Межі зростання» – це нетехнічний звіт висновків. У книзі також міститься послання надії: «Людина може створити суспільство, у якому вона зможе жити на Землі нескінченно, якщо вона накладає обмеження на себе та своє виробництво матеріальних благ, щоб досягти стану глобальної рівноваги з населенням і виробництвом у ретельно відібраному балансі» [12].

«Космічний корабель Земля» – метафора, представлена Барбарою Уорд і Кеннетом Боулдінгом [13]. Барбара Уорд була журналістом, економістом і радником світових лідерів, які співпрацювали з мікробіологом, лауреатом Пулітцерівської премії Рене Дюбо («Тільки одна Земля», 1972 р.). Економіст Кеннет Боулдінг, автор книги «Сенс двадцятого століття», опублікована у 1964 р., мислив історично та філософськи. «Сенс двадцятого століття» зараз невідома, але К. Боулдінг був ключовим науковцем у розробленні питання стійкості. У своїй роботі автор дав зрозуміти, що людство перебуває в середині «великого переходу» від сільськогосподарського виду до повністю промислового виробництва. На думку К. Боулдінга, цей перехід є небезпечний і буде досить важким. Він може бути зруйнований ядерною війною або неконтрольованим зростанням населення і може зазнати невдачі, якщо ми будемо неправильно використовувати природні ресурси, особливо викопне паливо. Щоб досягти успіху, нам потрібно створити «стабільну технологію із замкнутим циклом високого рівня», яка б не забруднювала та не потребувала вичерпних матеріалів. Твердження автора актуальні і зараз: боротьба зі зміною клімату потребує цілої низки навичок [14].

Р. Бакмінстер Фуллер написав вибухову книгу «Інструкція з експлуатації космічного корабля Земля»,

що вийшла друком у 1969 р. У ній винахідник і науковець Б. Фуллер запропонував вражаючу метафору для нового ідеалу планетарного управління. Ідея полягала в тому, що хоча Земля не поставлялася з інструкціями, наш космічний корабель мав вбудовані функції безпеки, які допомагали нам рухатися. Проте наші пілотні помилки наздоганяли нас. Б. Фуллер стверджував, що ми настільки «зловживали, зловживали та забруднювали» планету, що її, можливо, доведеться перейменувати в *Poluto*. Такий шлях вів до забуття людства. Але якби ми виявили, як працює наш космічний корабель, якби ми навчилися якнайкраще використовувати нашу неймовірну винахідливість, ми могли б стати «повністю та стабільно успішними» [15].

Баррі Коммонер – автор книги «Замкнене коло: природа, людина і техніка», що вийшла у 1971 р. «Замкнуте коло» Б. Коммонера заклало основу промислової екології. Б. Коммонер стверджував, що у післявоєнні десятиліття промислово розвинений світ почав покладатися на безліч «екологічно несправних» технологій, таких як ядерна енергія та використання хімічних пестицидів. Автор уважав, що технології майбутнього повинні відповідати чотирьом основним принципам, які він визначив як закони екології: «Усе пов'язано з усім іншим», «Все має кудись піти», «Природа знає краще» і «Такого, як безкоштовний обід, не існує» [16].

Донелла Х. Медоуз, Денніс Л. Медоуз, Йорген Ранدرس та Вільям В. Беренс III – автори «Межі зростання». Це звіт для проєкту Римського клубу про скрутне становище людства, виданий у 1972 р. Автори використовували комп'ютерне моделювання, щоб дослідити взаємодію між зростанням населення, попитом на ресурси, індустріалізацією, виробництвом їжі та забрудненням навколишнього середовища. Д.Х. Медоуз, Д.Л. Медоуз і Й. Ранدرس оновили аналіз у 1993 р. та 2004 р., і питання про межі й досі викликає активні дебати. Книги Йохана Рокстрема і Маттіаса Клума «Великий світ, мала планета», надрукована у 2015 р. і Дональда Ворстера «Стискання Землі», надрукована у 2016 р., – це лише дві з багатьох книг, які зараз досліджують проблему зростання [13].

Барбара Уорд і Рене Дюбо – автори книги «Тільки одна Земля: Догляд та утримання маленької планети», яка видана у 1972 р. Книга, написана для супроводу Конференції Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища 1972 р., дала міжнародну перспективу до дискусії щодо сталого розвитку. Попередній проєкт книги було розповсюджено для коментарів лідерам із 58 країн, і результат дає зрозуміти, що люди в усьому світі мають досить різні погляди на екологічні проблеми. Наприклад, європейський респондент виступав за відхід від індустріалізації, тоді як державний діяч з Азії написав, що країни, що розвиваються, не можуть дозволити собі «мрії про ландшафти, невинні про труби димарів» [13].

Для Б. Уорд і Р. Дюбо будь-які зусилля, спрямовані на забезпечення виживання людства, повинні були подолати величезний розрив між розвиненими націями та країнами, що розвиваються. Хоча вони не використовували фразу «сталый розвиток», був запропонований новаторський аналіз проблеми підвищення рівня життя бідних без погіршення довкілля. При цьому вони закликали заможних людей відкрити очі. Заможні

країни повинні були визнати шкоду, яку вони завдають біосфері, та визнати, що їхня доля невіддільна від перспектив решти світу. Оскільки багато екологічних загроз були глобальними, Б. Уорд і Р. Дюбо дійшли висновку, що «планетарна взаємозалежність» мала стати моральною та політичною реальністю, а не просто «твердим і неминучим науковим фактом» [13].

З огляду на різноманітні культурні та соціальні та політичні системи, концепція циркулярної економіки у світі розвивалася по-різному. Наприкінці 1990-х років у Китаї пропагувалася модель екоіндустріального парку, а в середині 2000-х років застосування концепції циркулярної економіки введено відповідно до концепції «гармонійного суспільства», яка пізніше була реалізована з наголосом на переробці відходів після споживання і розвитку замкнутого циклу на основі відходів усередині компанії або між різними групами процесорів і споживачів [17]. У Німеччині на початку 1990-х років концепція циркулярної економіки була введена в екологічну політику з метою вирішення питань, пов'язаних із використанням сировини та природних ресурсів для стійкого економічного зростання [18]. У Швейцарії, Великобританії, Данії та Португалії концепція циркулярної економіки застосовується передусім для створення бізнес-моделей щодо використання і переробки відходів [19]. У Європі та Північній Америці корпорації застосовують концепцію циркулярної економіки з метою скорочення використання невідновлювальних ресурсів, повторного використання сировини та переробки ресурсів, а також подовження життєвого циклу товарів [20; 21]. У деяких частинах Південної Кореї та Японії намагаються ввести відповідальність споживачів за використання матеріалів і відходи [22; 23].

Серед ініціатив щодо впровадження концепції циркулярної економіки є створення екоіндустріальних парків. Ініціативи екоіндустріального парку включають обмін водою, енергією, інформацією та матеріалами, «щоб мінімізувати використання енергії та сировини, скоротити відходи і створити стійкі економічні, екологічні та соціальні відносини» [24; 25].

Сьогодні існує кілька прикладів екоіндустріальних парків по всьому світі: у Південній Кореї, Японії, Індії, Австралії, Канаді, США та Європі.

Одним із перших створених у 1960-х років парків є екопромисловий парк у Калундборзі, Данія [26]. Парк об'єднав чотири ключові бізнес-складники: нафтоочисний завод Statoil, фармацевтичну компанію Novo Nordisk, електростанцію Asnaes і виробника гіпсокартону Гургос. Ці компанії в межах муніципалітету торгують енергетичними ресурсами та відходами, а також перетворюють побічні продукти на сировину. Участь у цих процесах також беруть компанії, що знаходяться за межами муніципалітету. Завдяки такому співробітництву підприємства мінімізують витрати, пов'язані з дотриманням жорстких екологічних норм, та отримують економічну вигоду від своїх побічних продуктів. Іншим прикладом є екопромисловий парк в Остерготланді, Швеція. Ця замкнута система підтримує зв'язок між пилорамою, виробничим заводом, целюлозним комбінатом і декількома муніципальними суб'єктами. Метою парку є повторне використання і скорочення викидів CO₂, тепла та електроенергії завдяки використанню біопалива [27]. Прикладом екопромислового

парку є програма «Індустріальна екосистема» в портовому та промисловому комплексах Роттердама, Нідерланди (1994–1997 рр.) [28]. У проєкті задіяно 69 галузей, а зараз залучені і зацікавлені сторони з уряду та академічні сектори, а також члени громади, які співпрацюють із метою зниження використання енергії та скорочення викидів CO₂ [28].

Сьогодні Україна лише починає свій шлях у цьому напрямі [28]. На 2020 р., згідно з даними Міністерства економічного розвитку і торгівлі, до Реєстру індустріальних парків України внесено близько 50 об'єктів. Найбільше таких об'єктів у Львівському та Київському регіонах, але сьогодні ми не маємо жодного створеного саме екопромислового парку. У 2020 р. була представлена програма трансформування одного з промислових парків у перший екоіндустріальний парк. Це буде перший прототип для реалізації подібних парків в Україні. Практика втілення проєктів, що передбачають трансформацію промислових зон і парків в екологічні, є більш поширеною, ніж створення їх «з нуля». Держава повинна розробити повноцінну систему правових норм, що зумовлюють функціонування екопромислових парків, а також слідкувати за їх дотриманням [29]. У 2020 р. індустріальний парк «Біла Церква» став учасником Глобальної програми екоіндустріальних парків в Україні [30]. Метою є створення промислової екосистеми та виробничих і логістичних кластерів. Проєкт націлений на оптимізацію забруднення довкілля та заощадження природних ресурсів. Парк пропонує підприємцям землі промислового використання з усією інженерною інфраструктурою та готові сучасні виробничі, логістичні та складські приміщення для оренди або купівлі, створення екосистеми є значно простішим. Резиденти парку завдяки програмі зможуть використовувати досвід провідних компаній і долучитися до світових практик сталого розвитку та підвищення рівня енергоефективності. Ініціатором проєкту є Організація Об'єднаних Націй [30].

Підсумовуючи погляди засновників концепції циркулярної економіки, визначимо основні напрями на етапі створення:

– Створення циркулярної економічної моделі, яка заснована на гіпотезі про широку взаємозалежність між економікою та навколишнім середовищем. Концептуальні основи такої циркулярної економіки: ресурси – продукти – режим забруднення (Д. Пірс і Р.К. Тернер [7]).

– Створення концепції Cradle to Cradle (C2C) – пропозиція для промисловості перейти на безвідходну діяльність із максимально ефективним використанням природних ресурсів і вже вироблених речовин і матеріалів, а також підтримка безперервного циклу виробництва. Така система зменшує екологічний слід і, таким чином, допомагає захищати та збагачувати природне середовище (В. МакДонаф, М. Браунгарт, В. Штахель [3–5]).

– Створення стабільної технології високого рівня із замкнутим циклом, яка не забруднювала б і не потребувала б вичерпних матеріалів (К.Е. Боулдинг [14]).

Основними подібними складниками для всіх вище перерахованих напрямів є: екологоорієнтованість, зв'язок економіки з екологією, наголос на необхідності прийняття заходів щодо збереження навколишнього середовища та викопних ресурсів.

Зазначимо, що приблизно між 1965 і 1975 рр. книжкову полицю наповнили наукові твори з проблем підтримки еколого-економічного розвитку цивілізації. Можемо сказати, що праці цього десятиліття є багатовимірними, вони охоплюють науку та техніку, політику та економіку, етику, соціальні відносини. Ідеї, якими вони наповнені, були свіжими, актуальними та надзвичайно широкими, вони й досі є актуальними. Нині, коли стійкість як концепція вже «притупилася», вони повернулися до нас у вигляді призу.

Висновки. Якщо подивитися на еволюцію наукових поглядів із ретроспективи нашого часу, то можемо зазначити, що спочатку науковці робили наголос на екологічному складнику планети, а модель циркулярної економіки виникла як спосіб зменшення впливу

промислових виробництв на навколишнє середовище. Серед сучасних рішень упровадження моделей циркулярної економіки слід виділити створення екоіндустріальних парків, які є прикладом симбіозу індустріальних парків та екобезпечних замкнених систем. Дивлячись на розвиток циркулярної економіки, можемо зробити висновок, що варто підходити до мети з багатьох сфер діяльності, неможливо рухатися тільки по прямій цивілізаційного розвитку, доцільні більш гнучкі та наполегливі рішення для збереження екосистеми нашої планети.

Подальших наукових досліджень потребує реалізація засад узагальненої концепції циркулярної економіки на промислових підприємствах із метою забезпечення положень сталого розвитку.

Література:

1. Wautelet, T. (2018). *The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution*. Luxembourg: Positive ImpaKT.
2. The Don B. Huntley Gallery. (2019). John T. Lyle and the Future of Regenerative Design. URL: <https://www.cpp.edu/huntley-gallery/exhibitions/2019-john-t-lyle-and-future-regenerative-design/index.shtml>.
3. McDonough, W. (2020). *William McDonough*. URL: <https://mcdonough.com/>.
4. Sustainability guide. (2021). *Cradle to Cradle*. URL: <https://sustainabilityguide.eu/methods/cradle-to-cradle/>.
5. Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards the Circular Economy: Opportunities for the Consumer Goods Sector*. URL: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/business/reports/ce2013>.
6. Cranfield University. (2016). *Walter Stahel*. URL: <https://www.cranfield.ac.uk/centres/centre-for-competitive-creative-design/our-communities-of-practice/circular-economy/walter-stahel>.
7. Peace Prize Proposal for Sustainable Development. (2018). *Herman Daly*. URL: <https://np4sd.org/about/herman-daly/>.
8. Pearce, D.W. and Turner, R.K. (1990). *Economics of natural resources and the environment*. New York ; London : Harvester Wheatsheaf.
9. Wu H.Q., Shi Y., Xia Q. and Zhu W.D. (2014). Effectiveness of the policy of circular economy in China: a DEA-based analysis for the period of 11th five-year-plan. *Resource Conserve Recycle*. № 83. P. 163–75.
10. Jawahir, I.S., Bradley, R. (2016). Technological elements of circular economy and the principles of 6R-based closed-loop material flow in sustainable manufacturing. *Procedia CIRP*. № 40. P. 103–108.
11. Carson, R. (1962). *Silent spring*. Greenwich : CT Fawcett Publications.
12. Вербовська М. Рейчел Карсон – історія жінки, яка врятувала природу. URL: <https://povaha.org.ua/rejchel-karson-istoriya-zhinky-yaka-vryatuvava-prirodu/> (дата звернення: 21.12.2021).
13. The club of Rome. (n.d.). *The Limits to Growth*. URL: <https://www.clubofrome.org/publication/the-limits-to-growth/>.
14. Rome, A. (2015) Sustainability: The launch of Spaceship Earth. *Nature*. № 527. P. 443–445. URL: <https://www.nature.com/articles/527443a>.
15. Boulding, K.E. (1964). *The Meaning of the Twentieth Century: The Great Transition*. Harper and Row.
16. Fuller, B. (2020) [1969]. *Operating Manual for Spaceship Earth*. Zurich, Switzerland : Lars Müller Publishers.
17. Commoner, B. (1971). *The closing circle*. Nature, Man, and Technology.
18. Sakai, S.I., Yoshida, H., Hirai, Y., Asari, M., Takigami, H., Takahashi, S., Douvan, A.R. (2008). International comparative study of 3R and waste management policy developments. *J Mater Cycles Waste Manag*. № 13(2). P. 86–102.
19. Geng, Y., Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving «leapfrog development». *Int J Sustain Dev World Ecol*. № 15(3). P. 231–239.
20. Costa, I., Massard, G., Agarwal, A. (2010). Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries. *J Clean Prod*. № 18(8). P. 815–822.
21. Hunt, R.G., Franklin, W.E., Hunt, R.G. (1996). LCA – How it came about. *Int. J Life Cycle Assess*. № 1(1). P. 4–7.
22. Unilever. (2015). *Reducing our environmental impact: How we harness the latest science to minimise our environmental footprint*. URL: <https://www.unilever.com/about/innovation/safety-and-environment/reducing-our-environmental-impact>.
23. The Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2015). *Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*. URL: <https://www.oecd.org/env/outreach/EC-Circular-economy.pdf>.
24. Prendeville, S., Sanders, C., Sherry, J., Costa, F. (2015). *Circular Economy: Is it enough?* Wales: EcoDesign Centre.
25. President's Council on Sustainable Development [PCSD]. (2015). *National goals*. URL: <https://clintonwhitehouse3.archives.gov/PCSD/Overview/>.
26. Boix, M., Montastruc, L., Azzaro-Pantel, C., Domenech, S. (2015). Optimization methods applied to the design of eco-industrial parks: a literature review. *J Clean Prod*. № 87. P. 303–317.
27. Індустріальний парк у Данії функціонує за моделлю кругової економіки. URL: <https://rethink.com.ua/uk/news-and-events/pererobka-smittyia/industrialniy-park-u-danii-funktsionue-za-modellyu-krugovoi-ekonomiki> (дата звернення: 21.12.2021).
28. Baas, L. (2010). Östergötland: Towards a sustainable region on the basis of industrial symbiosis and renewable energy. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:464808/FULLTEXT01.pdf>.
29. Baas, L., Boons, F. (2007). The introduction and dissemination of the industrial symbiosis projects in the Rotterdam Harbour and Industry Complex. *International Journal of Environmental Technology and Management*. № 11. DOI: 10.1504/IJETM.2007.015630.
30. Н. Бенч. Чи з'являться екоіндустріальні парки в Україні? URL: <https://biz.nv.ua/ukr/experts/eko-promislovi-parki-v-ukrajini-chi-mozhливо-se-novini-ukrajini-50117954.html> (дата звернення: 20.12.2021).
31. Індустріальний парк «Біла Церква» став учасником Глобальної програми екоіндустріальних парків в Україні. URL: <https://ip-bt.com/industrialnij-park-bila-tserkva-stav-uchasnikom-globalnoyi-programi-eko-industrialnih-parkiv-v-ukrajini/> (дата звернення: 19.12.2021).

References:

1. Wautelet, T. (2018). *The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution*. Luxembourg: Positive ImpaKT.
2. The Don B. Huntley Gallery. (2019). *John T. Lyle and the Future of Regenerative Design*. Retrieved from: <https://www.cpp.edu/huntley-gallery/exhibitions/2019-john-t-lyle-and-future-regenerative-design/index.shtml>.
3. McDonough, W. (2020). *William McDonoug*. Retrieved from: <https://mcdonough.com>.
4. Sustainability guide. (2021). *Cradle to Cradle*. Retrieved from: <https://sustainabilityguide.eu/methods/cradle-to-cradle>.
5. Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards the Circular Economy: Opportunities for the Consumer Goods Sector*. Retrieved from: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/business/reports/ce2013>.
6. Cranfield University. (2016). *Walter Stahel*. Retrieved from: <https://www.cranfield.ac.uk/centres/centre-for-competitive-creative-design/our-communities-of-practice/circular-economy/walter-stahel>.
7. Peace Prize Proposal for Sustainable Development. (2018). *Herman Daly*. Retrieved from: <https://np4sd.org/about/herman-daly>.
8. Pearce, D. W. and Turner, R. K. (1990). *Economics of natural resources and the environment*. New York, London: Harvester Wheatsheaf.
9. Wu HQ, Shi Y, Xia Q and Zhu WD. (2014). Effectiveness of the policy of circular economy in China: a DEA-based analysis for the period of 11th five-year-plan. *Resource Conserve Recycle*, 83, 163–75.
10. Jawahir, IS., Bradley, R. (2016). Technological elements of circular economy and the principles of 6R-based closed-loop material flow in sustainable manufacturing. *Procedia CIRP*, 40, 103–8.
11. Carson, R. (1962). *Silent spring*. Greenwich: CT Fawcett Publications.
12. Verbovska M. (2017). *Rachel Carson – the story of a woman who saved nature*. Retrieved from: <https://povaha.org.ua/rejchel-karson-istoriya-zhinky-yaka-vryatuvala-pryrodu>.
13. The club of Rome. (n.d.). *The Limits to Growth*. Retrieved from <https://www.clubofrome.org/publication/the-limits-to-growth/>
14. Rome, A. (2015) Sustainability: The launch of Spaceship Earth. *Nature*, 527, 443–445. Retrieved from: <https://www.nature.com/articles/527443a>.
15. Boulding, K.E. (1964). *The Meaning of the Twentieth Century: The Great Transition*. Harper and Row.
16. Fuller, B. (2020) [1969]. *Operating Manual for Spaceship Earth*. Zurich, Switzerland: Lars Müller Publishers.
17. Commoner, B. (1971). *The closing circle*. Nature, Man, and Technology.
18. Sakai, SI., Yoshida, H., Hirai, Y., Asari, M., Takigami, H., Takahashi, S., Douvan, AR. (2008). International comparative study of 3R and waste management policy developments. *J Mater Cycles Waste Manag*, 13(2), 86–102.
19. Geng, Y., Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving “leap-frog development”. *Int J Sustain Dev World Ecol*, 15(3), 231–9.
20. Costa, I., Massard, G., Agarwal, A. (2010). Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries. *J Clean Prod*, 18(8), 815–22.
21. Hunt, RG., Franklin, WE., Hunt, RG. (1996). LCA – How it came about. *Int. J Life Cycle Assess*, 1(1), 4–7.
22. Unilever. (2015). *Reducing our environmental impact: How we harness the latest science to minimise our environmental footprint*. Retrieved from <https://www.unilever.com/about/innovation/safety-and-environment/reducing-our-environmental-impact>.
23. The Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2015). *Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*. Retrieved from: <https://www.oecd.org/env/outreach/EC-Circular-economy.pdf>.
24. Prendeville, S., Sanders, C., Sherry, J., Costa, F. (2015). *Circular Economy: Is it enough?* Wales: EcoDesign Centre.
25. President’s Council on Sustainable Development [PCSD]. (2015). *National goals*. Retrieved from: <https://clintonwhitehouse3.archives.gov/PCSD/Overview>.
26. Boix, M., Montastruc, L., Azzaro-Pantel, C., Domenech, S. (2015). Optimization methods applied to the design of eco-industrial parks: a literature review. *J Clean Prod*, 87, 303–17.
27. ReThink. (2018). *The industrial park in Denmark operates on the model of a circular economy*. Retrieved from: <https://rethink.com.ua/uk/news-and-events/pererobka-smittyia/industrialniy-park-u-danii-funktsionue-za-modellyu-krugovoi-ekonomiki>.
28. Baas, L. (2010). *Östergötland: Towards a sustainable region on the basis of industrial symbiosis and renewable energy*. Retrieved from: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:464808/FULLTEXT01.pdf>.
29. Baas, L., Boons, F. (2007). *The introduction and dissemination of the industrial symbiosis projects in the Rotterdam Harbour and Industry Complex*. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 11. doi: 10.1504/IJETM.2007.015630.
30. Bench, N. (2020). Will there be eco-industrial parks in Ukraine? Retrieved from: <https://biz.nv.ua/ukr/experts/eko-promislovi-parki-v-ukrajini-chi-mozhlivo-ce-novini-ukrajini-50117954.html>.
31. Bila Tserkva Industrial Park. (2020). *Bila Tserkva Industrial Park became a participant in the Global Program of Eco-Industrial Parks in Ukraine*. Retrieved from: <https://ip-bt.com/industrialnij-park-bila-tserkva-stav-uchasnikom-globalnoyi-programi-eko-industrialnih-parkiv-v-ukrajini>.