УДК 338.4:679

І. В. Киричук
ORCID: 0009-0002-9538-5515
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра зовнішньоекономічної та митної діяльності

ОПТИМІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ У ФАРМАЦЕВТИЧНІЙ ГАЛУЗІ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

https://doi.org/10.23939/smeu2025.01.345

© Киричук І. В., 2025

У статті сформульовано переваги та виклики, зумовлені впровадженням принципів циркулярної економіки у фармацевтичній галузі. Обґрунтовано основні стратегічні аспекти оптимізації бізнес-процесів в умовах сталого розвитку. За результатами дослідження висвітлено специфіку впровадження принципів циркулярної економіки у фармацевтичній галузі через актуалізацію екологічних, економічних та соціальних переваг такого переходу, а також аналізування потенційних можливостей та викликів на цьому шляху. Для ефективної трансформації бізнес-процесів фармацевтичних компаній на засадах циркулярної економіки запропоновано застосовувати поетапний підхід, що передбачає діагностику конкретної бізнес-системи, аудит матеріальних та енергетичних потоків, виявлення "вузьких місць" та джерел відходів, оцінювання потенціалу циркулярної трансформації різних бізнес-процесів, визначення пріоритетних напрямів оптимізації бізнес-процесів, розроблення циркулярної стратегії компанії, встановлення вимірюваних цілей та KPI, формування дорожньої карти трансформації, визначення необхідних ресурсів та джерел фінансування. Водночас обґрунтовано доцільність імплементації пілотних проєктів, упровадження циркулярних рішень на окремих ділянках виробництва, тестування інноваційних технологій та процесів, оцінювання результатів та коригування підходів, накопичення практичного досвіду із метою масштабування успішних циркулярних бізнес-практик.

Ключові слова: циркулярна економіка, сталий розвиток, бізнес-процеси, оптимізація, фармацевтична галузь, інновації, Європейський "зелений" курс.

Постановка проблеми

У світі, який прагне до сталого розвитку, фармацевтична промисловість відіграє важливу роль. Традиційна (лінійна) модель економіки "бери – зроби – викидай", яка зосереджується на масовому споживанні та генеруванні великої кількості відходів, поступається місцем більш регенеративному та відновлювальному підходу – циркулярній економіці. Ця трансформаційна модель концентрується не лише екологічній відповідальності. Натомість йдеться про відкриття низки економічних можливостей та інноваційних практик, які забезпечують довголіття та сталість у сфері охорони здоров'я.

Від перетворення відходів на гроші до переосмислення використання ресурсів циркулярна економіка готова революціонізувати підходи до фармацевтичного виробництва, споживання та управління відходами. Саме тому дослідження новаторських практик, які створюють основу для кращого майбутнього у фармацевтиці, є економічно доцільним. Проблема полягає в тому, як трансформувати виклики у можливості для економічного зростання та сталого розвитку українських фармакомпаній, враховуючи положення Європейського "зеленого" курсу.

Киричук І.В.

Актуальність дослідження

Циркулярна економіка – це модель виробництва та споживання, яка заохочує повторне використання, переробку та оновлення матеріалів і продуктів протягом усього їх життєвого циклу [1]. Це альтернатива традиційній лінійній економічній моделі, адже спрямована на те, щоб ресурси використовувалися якомога довше, вилучаючи з них максимальну цінність під час використання, а потім відновлюючи та регенеруючи продукти та матеріали в кінці кожного терміну служби.

У фармацевтичній промисловості підходи циркулярної економіки можуть бути застосовані на різних етапах виробництва ліків, розподілу, споживання та утилізації. Отже, доцільно зосередитись на проєктуванні відходів поза системою, використанні інноваційних екологічних матеріалів і замиканні циклів потоків ресурсів [2].

Традиційно фармацевтична промисловість працює за лінійною моделлю: сировина видобувається, ліки виготовляються, споживаються, а залишки утилізуються. Ця модель має кілька недоліків, зокрема неефективне використання ресурсів, високий рівень відходів і значний вплив на навколишнє середовище через утилізацію як матеріалів, що не зазнають біологічного розкладання, так і сильнодіючих фармацевтичних сполук.

Перехід до циркулярної економіки у фармацевтиці передбачає переосмислення та трансформацію цього лінійного процесу, щоб зробити його сталішим. Основні аспекти охоплюють:

1) сталі джерела – використання відновлюваних або сталіших джерел сировини [3];
2) екологічно чисті виробничі процеси – зменшення споживання енергії, мінімізація відходів і зниження вуглецевого сліду виробничих процесів;
3) подовження терміну експлуатації виробу – розробка фармацевтичних препаратів і упаковки, із довшим терміном служби, повторним використанням або легкою переробкою;
4) програми переробки та повторного використання ліків – впровадження систем збору невикористаних або протермінованих ліків для безпечної переробки або перепрофілювання [4];
5) відновлення цінних сполук – вилучення цінних інгредієнтів із потоків фармацевтичних відходів, які можна повторно використовувати в інших процесах.

Актуальність цього дослідження зумовлена низкою вагомих факторів, що відображають сучасні виклики та можливості розвитку галузі [5]:

1. Екологічні імперативи:

1.1.Забруднення водних ресурсів: фармацевтичні препарати та їхні метаболіти потрапляють у стічні води та далі в природні екосистеми, завдаючи шкоди водним організмам та потенційно впливаючи на здоров’я людини. Циркулярна економіка пропонує підходи для мінімізації цих викидів через краще управління відходами виробництва, повернення розчинників та реагентів у виробничий цикл, а також розробку екологічно чистіших процесів.

1.2.Утворення фармацевтичних відходів: фармацевтична промисловість генерує значну кількість відходів, зокрема невикористані ліки, протерміновані препарати, пакування та відходи виробництва. Лінійний підхід “виробив – використав – викинув” призводить до накопичення цих відходів на полігонах, що створює екологічні ризики. Циркулярна модель передбачає повторне використання, переробку та відновлення цінних матеріалів з цих відходів.

1.3.Вичерпання природних ресурсів: виробництво фармацевтичних препаратів потребує значних обсягів природних ресурсів, включаючи воду, енергію та сировину. Перехід до циркулярної економіки сприятиме ефективнішому використанню цих ресурсів, зменшуючи залежність від первинної сировини та мінімізуючи екологічний слід галузі.

1.4.Економічна доцільність:

2.1.Зниження витрат: впровадження циркулярних практик може сприяти значному зниженню витрат фармацевтичних компаній за рахунок зменшення обсягів відходів, оптимізації використання ресурсів, повторного використання матеріалів та енергії.

2.2. Створення нових бізнес-моделей: циркулярна економіка відкриває можливості для розробки інноваційних бізнес-моделей, таких як повернення та переробка лікарських засобів, оренда медичного обладнання, сервісні моделі замість продажу продуктів.

2.3.Підвищення конкурентоздатності: компанії, які впроваджують принципи циркулярної економіки, можуть отримати конкурентні переваги завдяки зниженню витрат, покращенню екологічної репутації та залученню інвесторів, орієнтованих на сталий розвиток.

2. Соціальні аспекти:

3.1.Покращення здоров'я населення: зменшення забруднення навколишнього середовища фармацевтичними речовинами сприятиме покращенню здоров'я населення та зниженню ризиків розвитку захворювань, пов'язаних із забрудненням.

3.2.Відповідальне споживання та виробництво: дослідження в галузі циркулярної економіки у фармацевтиці сприятимуть формуванню відповідальнішого ставлення до споживання лікарських засобів як серед медичних працівників, так і серед пацієнтів, а також стимулюватиме виробників до впровадження більш сталих практик.

3.3.Сприяння інноваціям та створенню нових робочих місць: перехід до циркулярної економіки потребує розробки нових технологій, процесів та бізнес-моделей, що може привести до створення нових робочих місць у сфері переробки, відновлення та екологічно чистого виробництва.

3. Регуляторні вимоги та суспільний тиск:

4.1.Посилення екологічного законодавства: у багатьох країнах спостерігається тенденція до посилення екологічних норм та вимог до фармацевтичної промисловості щодо управління відходами та зменшення впливу на навколишнє середовище.

4.2. Зростання суспільної свідомості: споживачі, інвестори та інші зацікавлені сторони все більше уваги приділяють екологічній та соціальній відповідальності компаній, що створює тиск на фармацевтичні компанії щодо впровадження сталих практик.

Отже, дослідження у сфері циркулярної економіки у фармацевтиці є надзвичайно актуальним, оскільки спрямоване на вирішення нагальних екологічних, економічних та соціальних проблем, сприяє сталому розвитку галузі та відповідає сучасним вимогам суспільства та регуляторних органів. Результати таких досліджень можуть стати основою для розроблення практичних рекомендацій та стратегій для впровадження циркулярних принципів у фармацевтичній промисловості як в Україні, так і в глобальному аспекті.

Формулювання мети та завдань статті

Метою цієї статті є обґрунтування актуальності впровадження принципів циркулярної економіки у фармацевтичній галузі за допомогою висвітлення екологічних, економічних та соціальних переваг такого переходу, а також аналізу потенційних можливостей та викликів на цьому шляху. Водночас завдання передбачають комплексне дослідження циркулярних бізнес-практик провідних компаній у світі, зокрема в ЄС, підкреслюючи їх багатовимірні переваги та необхідність системного переходу до більш сталої та відповідальної моделі функціонування, що є передумовою оптимізації бізнес-процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналізуючи останні дослідження, варто узагальнити твердження науковців щодо необхідності та своєчасності інтеграції принципів циркулярної економіки у фармацевтичну галузь для досягнення цілей сталого розвитку. Нижче подано основні думки щодо теми дослідження:

1. Детальне розкриття екологічних імперативів. Це передбачає демонстрацію критичного впливу лінійної моделі фармацевтики на забруднення довкілля (водних ресурсів, ґрунтів, повітря), утворення значних обсягів відходів та виснаження природних ресурсів. Також варто говорити про обґрунтування того, як циркулярні підходи можуть мінімізувати ці негативні наслідки.
2. Розгляд економічної доцільності. Слід проаналізувати потенційні економічні вигоди для фармацевтичних компаній від упровадження циркулярних практик, таких як зниження операційних витрат, створення нових бізнес-моделей (наприклад, відновлення та повторне використання лікарських засобів, оренда обладнання), підвищення ресурсоефективності та зміцнення конкурентоздатності на ринку, що дедалі більше орієнтується на сталість.

3. Оцінка соціальних аспектів, що полягає у висвітленні позитивного впливу циркулярної фармацевтики на здоров'я населення через зменшення забруднення, сприяння відповідальному споживанню та виробництву лікарських засобів. Також йдеться про потенціал для створення нових "зелених" робочих місць та стимулювання інновацій.
4. Аналізування зовнішніх факторів, що супроводжується розглядом впливу дедалі вищих регуляторних вимог у сфері екології та сталого розвитку, а також зростання суспільного тиску та очікувань щодо екологічної відповідальності фармацевтичних компаній як ключових драйверів для переходу до циркулярної економіки.
5. Визначення потенційних можливостей та викликів через ідентифікацію ключових можливостей для впровадження циркулярних рішень у різних аспектах фармацевтичного ланцюга створення вартості (від розробки та виробництва до дистрибуції та утилізації), а також аналізування потенційних бар'єрів та викликів, які необхідно подолати на цьому шляху.

Імплементація бізнес-моделей циркулярної економіки у фармацевтичному секторі здійснить кілька потенційних позитивних впливів на сталість [6, 7]. Насамперед, це проявляється у зменшенні відходів (шляхом переробки та повторного використання матеріалів промисловість може значно зменшити свій екологічний слід); збереженні ресурсів (ефективному використанні сировини, що допомагає зберегти ресурси, зменшуючи залежність від видобутку ресурсів і зводячи до мінімуму екологічні порушення); зменшенні викидів (екологічно ефективне виробництво та процеси зменшення відходів сприяють зниженню викидів парникових газів); економії коштів (циркулярні практики можуть сприяти істотному зниженню витрат завдяки оптимізації використання ресурсів і управління відходами); інноваціях та зміцненні конкурентоспроможності (компанії, які стали на шлях циркулярності, швидше за все, будуть впроваджувати інновації, змінюючи своє ринкове позиціонування та краще реагуючи на нормативні вимоги та тиск споживачів щодо сталих практик).

Перехід від лінійної до циркулярної моделі у фармацевтичному секторі являє собою поступовий зсув до більш стійких, економічно життєздатних та екологічно чистих практик. Коли ця модель набуває популярності, вона може забезпечити довгострокові переваги (див. таблицю) як для навколишнього середовища, так і для сталого розвитку галузі [8].

Узагальнення переваг та недоліків (викликів) упровадження принципів циркулярної економіки у фармацевтичній галузі

Аспект	Переваги	Недоліки / Виклики
Економічна ефективність	Зниження витрат на сировину через повторне використання матеріалів	Високі початкові інвестиції у зміну бізнес-процесів та технологій
Екологічна стійкість	Зменшення кількості фармацевтичних відходів	Складність утилізації та переробки деяких видів ліків і пакування
Інновації	Стимулювання розроблення екологічніших препаратів та упаковки	Необхідність у дороговартісних R&D та нових технологіях
Репутація компаній	Покращення іміджу та зростання довіри серед споживачів і партнерів	Можливий "зелений камуфляж" без реального ефекту, що призводить до втрати довіри
Регуляторна відповідність	Відповідність сучасним екологічним нормам та стандартам	Неоднозначність регуляцій щодо повторного використання або переробки медичних виробів
Користь для суспільства	Зменшення забруднення довкілля, збереження ресурсів для майбутніх поколінь	Потрібна широка просвітницька робота серед населення та медичних працівників
Логістика та ланцюги постачання	Оптимізація використання ресурсів на всьому життєвому циклі продукту	Складність у відстеженні продуктів після використання та повернення на переробку

Варто згадати й про Європейський "зелений" курс (ЄЗК), започаткований у грудні 2019 р., що є всеосяжною стратегією, спрямованою на досягнення кліматичної нейтральності Європейського Союзу до 2050 р. Ця ініціатива істотно впливає на усі сектори, зокрема фармацевтичну галузь, стимулюючи перехід до сталості [9]. Нижче деталізовано вплив ЄЗК на фармацевтичний сектор:

1. Регуляторне середовище та відповідність:
– підвищені екологічні стандарти: ЄЗК запроваджує суворіші екологічні норми, яких фармацевтичні компанії повинні дотримуватися протягом усього життєвого циклу своєї діяльності та продукції;
– стратегія щодо хімічних речовин для сталого розвитку: Ця стратегія, що є частиною ЄЗК, спрямована на створення середовища, вільного від токсичних речовин, і впливає на фармацевтичну промисловість, зосереджуючись на небезпечних хімічних речовинах, комбінованих ефектах та дуже стійких хімічних речовинах. Вона також має на меті сприяти виробництву та постачанню безпечних і стійких лікарських засобів;
– політика щодо екологічно чистої продукції: Це заохочує розроблення довговічніших, придатних для повторного використання, модернізації та ремонту продуктів, що може вплинути на фармацевтичну упаковку та медичні вироби;
– правила щодо пакування: нові правила передбачають, що вся упаковка повинна бути придатною для переробки до 2030 р., з конкретними вимогами щодо вмісту переробленої сировини для пластикової упаковки. Фармацевтичному сектору надано тимчасові винятки до 2035 р. для упаковки, яка безпосередньо контактує з лікарськими засобами;
– розширена відповідальність виробника (РВВ): цей принцип застосовується суворіше, вимагаючи від фармацевтичних компаній покривати витрати, пов'язані з очищенням мікрозабруднювачів у міських стічних водах, що утворюються внаслідок використання їхньої продукції. Це зумовлює необхідність інвестицій у передові технології очищення стічних вод;
– директива щодо екологічних заяв: спрямована на захист споживачів від "зеленого камуфляжу" (грінвошингу), забезпечуючи обґрунтованість екологічних заяв компаній. Це вплине на те, як фармацевтичні компанії комунікують свої зусилля у сфері сталого розвитку.
2. Стимулювання сталого розвитку та інновацій:
– зусилля з декарбонізації: фармацевтична промисловість встановлює амбітні науково обґрунтовані цілі щодо скорочення викидів парникових газів у своїй діяльності та ланцюгах постачання, узгоджуючись із цілями Паризької угоди. Це передбачає інвестиції у відновлювані джерела енергії;
– ініціативи циркулярної економіки: акцент ЄЗК на циркулярній економіці спонукає фармацевтичний сектор до впровадження практик, які підвищують ефективність використання ресурсів, зменшують відходи та сприяють повторному використанню та переробці матеріалів. Це передбачає розробку продуктів зі зменшеним впливом на довкілля та оптимізацію виробничих процесів;
– "зелена" хімія та виробництво: зростає увага до розробки екологічно чистіших промислових процесів, таких як проточна хімія та механохімія, щоб мінімізувати використання шкідливих розчинників та зменшити споживання енергії у виробництві активних фармацевтичних інгредієнтів (АФІ);
– екологічно чисте пакування: фармацевтичні компанії досліджують ековаріанти пакування, зокрема зменшення розміру та ваги упаковки, використання матеріалів, що підлягають переробці та повторному використанню, а також покращення простежуваності;
– зменшення фармацевтичного забруднення: ЄЗК визнає проблему фармацевтичного забруднення водних об'єктів і заохочує заходи щодо зменшення викидів від виробництва та сприяння розробленню лікарських засобів, які є менш шкідливими для довкілля.
3. Можливості та виклики:
– бізнес-можливості: перехід до сталого розвитку може створити нові бізнес-можливості в таких сферах, як екологічно чисті виробничі технології, управління відходами та розробка екологічно чистих продуктів;

- підвищення конкурентоздатності: компанії, які активно впроваджують принципи сталого розвитку, можуть отримати конкурентну перевагу, залучаючи екологічно свідомих споживачів та інвесторів;
- регуляторні перешкоди: фармацевтична промисловість високорегульована, що може створювати труднощі для швидкого впровадження принципів циркулярної економіки та інноваційних виробничих змін через тривалі процеси затвердження;
- складність ланцюга постачання: глобальність фармацевтичних ланцюгів постачання, значна частина виробництва АФІ відбувається за межами ЄС, створює проблеми із забезпеченням дотримання екологічних стандартів на всіх рівнях.

Підсумовуючи, розробки науковців та політичні ініціативи є значним каталізатором змін у фармацевтичній промисловості. Це спонукає компанії виходити за межі простого дотримання вимог до цілеспрямованої інтеграції екологічної сталості у свої стратегії, діяльність та життєвий цикл продукції. Хоча існують певні виклики, довгострокове бачення циркулярної економіки відкриває як екологічні переваги, так і можливості для інновацій та зростання в цьому секторі для українських компаній.

Виклад основного матеріалу

Глобальні екологічні виклики, посилення ресурсної кризи та зростання вимоги суспільства до корпоративної відповідальності спонукають фармацевтичні компанії до пошуку інноваційних підходів у організації власних бізнес-процесів. Концепція циркулярної економіки, що ґрунтується на принципах "замкненого циклу", постає як перспективна альтернатива традиційній лінійній моделі виробництва та споживання. Фармацевтична галузь, попри свою соціальну значущість, залишається одним із суттєвих джерел екологічного навантаження через високий рівень відходів, споживання енергії та викиди забруднювальних речовин. Імплементація засад циркулярної економіки у бізнес-процеси фармацевтичних підприємств дозволяє не лише мінімізувати негативний вплив на довкілля, але й оптимізувати операційну діяльність, підвищити економічну ефективність та посилити конкурентні позиції на ринку.

Циркулярна економіка у фармацевтичному секторі ґрунтується на трьох ключових принципах: мінімізація відходів та забруднення, збереження продуктів та матеріалів у використанні якомога довше, а також регенерація природних систем. На відміну від лінійної моделі "взяти – виробити – викинути", циркулярний підхід передбачає створення замкнених циклів виробництва, де ресурси використовуються багаторазово, а відходи стають сировиною для нових процесів.

Фармацевтична галузь характеризується специфічними особливостями, які впливають на імплементацію циркулярних бізнес-моделей [10, 11]:

1. Висока регуляторна насиченість галузі.
2. Специфічні вимоги до якості та безпеки продукції.
3. Комплексність та наукоємність виробничих процесів.
4. Значний обсяг хімічних відходів та побічних продуктів.
5. Проблема фармацевтичного забруднення довкілля.

Упровадження циркулярних принципів у фармацевтичній галузі потребує трансформації не лише виробничих процесів, але й зміни парадигми управління, що охоплює весь життєвий цикл продукції – від досліджень і розробок до утилізації невикористаних лікарських засобів.

Оптимізація процесів R&D на засадах циркулярної економіки охоплює:

- впровадження принципів "зеленої хімії" – використання безпечніших розчинників, каталізаторів та реагентів, які мінімізують утворення токсичних відходів;
- застосування біокаталізу та ензиматичних процесів як альтернативи хімічному синтезу;
- використання комп'ютерного моделювання та штучного інтелекту для зменшення кількості фізичних експериментів та оптимізації процесів синтезу;
- розробка "циркулярних молекул" – активних фармацевтичних інгредієнтів, які швидше розкладаються у довкіллі

Упровадження цих підходів дозволяє не лише зменшити екологічний слід від дослідницької діяльності, але й прискорити процес розробки та знизити його вартість.

Циркулярні підходи до виробництва фармацевтичної продукції передбачають:

– оптимізацію використання сировини через впровадження принципів безвідходного виробництва;
– регенерацію та повторне використання розчинників у виробничих процесах;
– застосування безперервного виробництва замість періодичного для підвищення ефективності та зменшення відходів;
– модернізацію обладнання з акцентом на енергоефективність та мінімізацію споживання води;
– упровадження систем рекуперації енергії та тепла;
– використання відновлюваних джерел енергії для забезпечення виробничих потреб.

Прикладом успішної імплементації таких підходів є досвід компанії Novartis, яка завдяки впровадженню циркулярних технологій зменшила споживання води на 35 %, а викиди CO_2 на 24 % за 5 років [12].

Циркулярна трансформація логістичних процесів полягає в:

– оптимізації транспортних маршрутів та переході на екологічніші види транспорту;
– упровадженні принципів “зеленої логістики” та зменшенні вуглецевого сліду;
– розвитку локальних ланцюгів постачання для зменшення транспортних відстаней;
– використанні багаторазової та біорозкладної упаковки;
– упровадженні технологій відстеження продукції на основі блокчейну для забезпечення прозорості та контролю якості.

За даними досліджень, оптимізація логістичних процесів на засадах циркулярної економіки дозволяє фармацевтичним компаніям зменшити логістичні витрати на 15–20 %, а вуглецевий слід на 30 %.

Оптимізація процесів управління відходами передбачає створення комплексних систем, що забезпечуватимуть:

– сортування та переробку виробничих відходів з виділенням цінних компонентів;
– повернення невикористаних або протермінованих лікарських засобів через програми зворотного прийому;
– безпечну утилізацію фармацевтичних відходів з мінімальним впливом на довкілля;
– переробку упаковки та вторинне використання матеріалів;
– упровадження технологій деактивації фармацевтичних забруднювачів у стічних водах.

Досвід компанії AstraZeneca демонструє ефективність таких підходів – за рахунок упровадження комплексної програми управління відходами компанія досягла показника утилізації 94 % загального обсягу відходів, що утворюються [13].

Діджиталізація відіграє ключову роль у трансформації бізнес-процесів фармацевтичних компаній на засадах циркулярної економіки [14]:

1. Інтернет речей (IoT) дозволяє оптимізувати виробничі процеси, контролювати використання ресурсів та мінімізувати відходи через постійний моніторинг параметрів виробництва.
2. Аналітика великих даних забезпечує прогнозування попиту, оптимізацію ланцюгів постачання та виявлення можливостей для циркулярних інновацій.
3. Блокчейн-технології підвищують прозорість фармацевтичного ланцюга постачання, забезпечують відстеження походження сировини та боротьбу з фальсифікатом.
4. Цифрові платформи сприяють створенню “циркулярних екосистем”, де різні учасники фармацевтичного ринку можуть обмінюватися ресурсами, відходами та побічними продуктами.
5. Штучний інтелект оптимізує розроблення лікарських засобів та виробничі процеси з мінімізацією ресурсозатрат.

Інтеграція цих технологій дає змогу створити “розумне фармацевтичне виробництво”, що функціонує за принципами циркулярної економіки.

Слід зауважити, що імплементація принципів циркулярної економіки у бізнес-процеси фармацевтичних компаній забезпечує низку конкурентних переваг:

1) економічні переваги:
· зниження витрат на сировину та матеріали (до 30–40 %);
· скорочення енергозатрат (на 15–25 %);
· зменшення витрат на утилізацію відходів (на 40–60 %);
· підвищення операційної ефективності;
· зниження ризиків, пов'язаних із ресурсним забезпеченням та волатильністю цін на сировину;
· поліпшення корпоративного іміджу та доступ до "зелених" інвестицій;
2) екологічні переваги:
· зменшення викидів парникових газів;
· скорочення споживання природних ресурсів;
· мінімізація фармацевтичного забруднення водних систем;
· зниження обсягів відходів, що потрапляють на звалища;
· збереження біорізноманіття та екосистем.

За даними Ellen MacArthur Foundation, перехід до циркулярної моделі економіки може забезпечити фармацевтичним компаніям економію ресурсів вартістю понад $1 трлн на глобальному рівні [10].

Незважаючи на очевидні переваги, циркулярна трансформація фармацевтичної галузі стикається із низкою викликів:

1. Регуляторні обмеження – жорсткі вимоги до якості та безпеки лікарських засобів можуть ускладнювати впровадження циркулярних інновацій.
2. Високі початкові інвестиції в технологічну модернізацію та реструктуризацію процесів.
3. Складність переходу від усталених лінійних бізнес-моделей до циркулярних.
4. Недостатній рівень міжгалузевої співпраці для створення замкнених циклів.
5. Брак спеціалізованих знань та компетенцій у сфері циркулярної економіки.

Подолання цих бар'єрів потребує комплексного підходу, а саме: адаптації регуляторної бази для сприяння циркулярним інноваціям, розвитку державно-приватного партнерства для фінансування трансформаційних проєктів, формування галузевих альянсів та платформ співпраці, розроблення освітніх програм та підвищення кваліфікації персоналу, запровадження економічних стимулів для циркулярних інновацій.

Для ефективної трансформації бізнес-процесів фармацевтичних компаній на засадах циркулярної економіки доцільно застосовувати поетапний підхід. Спершу слід забезпечити діагностику діючої бізнес-системи, провести аудит матеріальних та енергетичних потоків, виявити "вузькі місця" та джерела відходів, оцінити потенціал циркулярної трансформації різних бізнес-процесів, визначити пріоритетні напрями оптимізації бізнес-процесів. На наступному етапі здійснюється стратегічне планування – розроблення циркулярної стратегії компанії, встановлення вимірюваних цілей та KPI, формування дорожньої карти трансформації, визначення необхідних ресурсів та джерел фінансування. Згодом доцільно провести імплементацію пілотних проєктів, упровадження циркулярних рішень на окремих ділянках виробництва, тестування інноваційних технологій та процесів, оцінку результатів та корегування підходів, накопичення практичного досвіду. Логічним продовженням стане масштабування успішних циркулярних бізнес-практик за рахунок поширення успішних рішень на всі виробничі підрозділи компанії, інтеграція циркулярних принципів у корпоративну культуру, розвиток співпраці з партнерами для створення замкнених циклів, постійне удосконалення та інновації. Завершальним етапом має бути моніторинг та звітність, що полягає у відстеженні ключових показників циркулярності, регулярній оцінці економічних та екологічних результатів, підготовці нефінансової звітності щодо досягнення цілей сталого розвитку та ефективна комунікація щодо досягнень із стейкхолдерами.

Кожен з рекомендованих етапів (див. рисунок) потребує системного підходу та інтеграції принципів циркулярної економіки в корпоративну культуру та операційну діяльність фармацевтичної компанії. Успішна трансформація відбувається не лише на технологічному рівні, але й потребує зміни парадигми мислення на всіх рівнях організації.

1. Підготовчий етап

- **Аудит поточного стану** - аналіз матеріальних та енергетичних потоків компанії, виявлення "вузьких місць" та джерел відходів
- **Бенчмаркінг** - вивчення найкращих циркулярних бізнес-практик у фармацевтичній галузі
- **Формування команди трансформації** - створення крос-функціональної групи з представників різних підрозділів компанії
- **Підвищення обізнаності персоналу** - проведення освітніх заходів щодо принципів циркулярної економіки

2. Стратегічне планування

- **Розробка циркулярної візії** - визначення довгострокових цілей та принципів трансформації
- **Встановлення KPI** - формування чітких показників циркулярності для різних бізнес-процесів
- **Створення дорожньої карти** - планування послідовності дій з часовими межами та відповідальними особами
- **Бюджетування** - розрахунок необхідних інвестицій та очікуваної окупності

3. Оптимізація процесу досліджень і розробок

- **Впровадження принципів "зеленої хімії"** - перехід до безпечніших розчинників та реагентів
- **Інтеграція цифрових інструментів моделювання** - використання штучного інтелекту для оптимізації синтезу
- **Розробка екологічно безпечних формул** - створення лікарських засобів, що швидше розкладаються у довкіллі
- **Переосмислення упаковки** - розробка біорозкладних або багаторазових пакувальних рішень

4. Трансформація виробничих процесів та реорганізація ланцюгів постачання

- **Модернізація виробничого обладнання** - інвестиції в енергоефективні технології
- **Впровадження безперервного виробництва** - перехід від періодичного до безперервного процесу
- **Створення систем рекуперації** - встановлення обладнання для повторного використання розчинників
- **Автоматизація та цифровізація виробництва** - впровадження IoT-датчиків для оптимізації споживання ресурсів
- **Перехід на відновлювані джерела енергії** - встановлення сонячних панелей, вітрогенераторів тощо
- **Створення локальних мереж постачання** - зменшення транспортних відстаней
- **Впровадження реверсивної логістики** - організація повернення тари та невикористаних препаратів
- **Оптимізація транспортних маршрутів** - зниження вуглецевого сліду перевезень
- **Запровадження цифрового відстеження** - використання блокчейну для контролю якості та прозорості

5. Розробка системи управління відходами та формування циркулярних бізнес-моделей

- **Створення інфраструктури для сортування** - встановлення систем для розділення різних типів відходів
- **Впровадження технологій переробки** - інвестиції в обладнання для рекуперації цінних компонентів
- **Запуск програм збору невикористаних ліків** - організація пунктів прийому у аптеках
- **Очищення стічних вод** - встановлення систем для нейтралізації фармацевтичних забруднювачів
- **Перехід від продажу до сервісного підходу** - розробка сервісних моделей для медичного обладнання
- **Створення платформ спільного використання** - організація обміну ресурсами між підприємствами
- **Впровадження принципу "продукт як послуга"** - зміна моделі взаємодії з медичними закладами
- **Розвиток промислового симбіозу** - налагодження співпраці з іншими галузями для використання побічних продуктів

6. Впровадження пілотних проєктів та масштабування успішних практик

- **Ідентифікація пріоритетних ініціатив** - вибір проєктів з найвищим потенціалом
- **Тестування на окремих виробничих лініях** - апробація циркулярних рішень в обмеженому масштабі
- **Оцінка результатів пілотів** - аналіз економічної та екологічної ефективності
- **Корегування підходів** - внесення змін на основі отриманого досвіду
- **Поширення циркулярних рішень** - впровадження успішних практик у всіх підрозділах
- **Розбудова партнерських мереж** - розширення співпраці для створення замкнених циклів
- **Інтеграція з постачальниками** - залучення партнерів до циркулярної трансформації
- **Стандартизація процесів** - розробка внутрішніх стандартів циркулярності
- **Впровадження систем моніторингу** - відстеження ключових показників циркулярності
- **Регулярний аудит матеріальних потоків** - періодична оцінка ефективності використання ресурсів
- **Підготовка нефінансової звітності** - публікація звітів про сталий розвиток
- **Безперервні інновації** - пошук нових можливостей для циркулярної оптимізації
- **Управління знаннями** - збереження та поширення набутого досвіду всередині організації

Рекомендовані етапи оптимізації бізнес-процесів фармацевтичних компаній на засадах циркулярної економіки

Висновки

Оптимізація бізнес-процесів фармацевтичних компаній на засадах циркулярної економіки є не лише відповіддю на екологічні виклики, але й потужним інструментом підвищення економічної ефективності та конкурентоспроможності. Трансформація фармацевтичної галузі у напрямку циркулярної моделі потребує системних змін у всіх аспектах діяльності – від досліджень і розробок до управління відходами та взаємодії зі споживачами.

Впровадження циркулярних принципів дозволяє фармацевтичним компаніям не лише мінімізувати негативний вплив на довкілля, але й оптимізувати витрати, підвищити ресурсну ефективність та створити нові джерела цінності.

Для успішної циркулярної трансформації фармацевтичної галузі необхідна синергія зусиль бізнесу, регуляторів, наукових установ та суспільства. Лише комплексний підхід, що поєднує технологічні інновації, організаційні зміни та нові бізнес-моделі, здатен забезпечити перехід від лінійної до циркулярної парадигми функціонування фармацевтичних підприємств.

Перспективи подальших досліджень

У перспективі подальших досліджень – вивчення досвіду провідних фармацевтичних компаній з метою підтвердження гіпотези, що інвестиції в циркулярні інновації забезпечують як екологічні, так і економічні вигоди у довгостроковій перспективі.

Список літератури

1. Velenturf A. P. M., Purnell P. Principles for a Sustainable Circular Economy. ***Sustainable Production and Consumption.*** 2021. 27(1):1437–1457. DOI: https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.018
2. Khan F., Ali Y. Implementation of the circular supply chain management in the pharmaceutical industry. ***Environment, Development and Sustainability***. Published online January 10, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s10668-021-02007-6
3. Lieder M., Rashid A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. ***Journal of Cleaner Production***. 2016. 115(115):36–51. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042
4. Lubick N. Drugs in the Environment: Do Pharmaceutical Take-Back Programs Make a Difference? ***Environmental Health Perspectives***. 2010. 118(5). DOI: https://doi.org/10.1289/ehp.118-a210
5. Schneikart, Gerald & Mayrhofer, Walter & Löffler, Clemens & Frysak, Josef (2024). A roadmap towards circular economies in pharma logistics based on returnable transport items enhanced with Industry 4.0 technologies. ***Resources Conservation and Recycling***. 206. 107615. 10.1016/j.resconrec.2024.107615.
6. Ang, K.L., Saw, E.T., He, W., Dong, X. and Ramakrishna, S. (2021), "Sustainability framework for pharmaceutical manufacturing (PM): a review of research landscape and implementation barriers for circular economy transition", Journal of Cleaner Production, Vol. 280, p. 124264.
7. Руда М. В., Мирка Я. В. (2020). Циркулярні бізнес-моделі в Україні. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку*. Том 2. № 1. С. 107–121. URL: https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/9d8c213f-df42-4e44-b9bb-65433020da78/content
8. Shpak N., Kuzmin O., Melnyk O., Ruda M., Sroka W. (2020). Implementation of a Circular Economy in Ukraine: The Context of European Integration. ***Resources,*** 9(8), 96. https://doi.org/10.3390/resources9080096.
9. Shpak N., Melnyk O., Horbal N., Ruda M., Sroka W. (2021). Assessing the Implementation of the Circular Economy in the EU countries. Forum Scientiae Oeconomia, Vol. 9, No. 1 URL: https://www.researchgate.net/publication/350496011_ASSESSING_THE_IMPLEMENTATION_OF_THE_CIRCULAR_ECONOMY_IN_THE_EU_COUNTRIES
10. Ellen MacArthur Foundation (2024). Circularity in the pharmaceutical industry: Opportunities and challenges. URL: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/
11. ЮНІДО (2024). Циркулярна економіка для промислового розвитку в Україні. Дослідження стану. URL: https://www.eu4environment.org/app/uploads/2024/09/Report-Circular-Economy-for-Industrial-Development-in-Ukraine-Ukrainian.pdf
12. Deloitte (2024). The Circular Economy: a question of when, not if. URL: https://www.deloitte.com/dk/en/blogs/sustainability/blog-majbritt-the-circular-economy-a-question-of-when-not-if.html
13. McKinsey & Company (2024). What is circularity? URL: https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-circularity
14. Гусєва О. Ю., Легомінова С. В. (2018). Диджиталізація – як інструмент удосконалення бізнес-процесів, їх оптимізація. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. No 1 (23). С. 33–39.

References

1. Velenturf A. P. M., Purnell P. (2021). Principles for a Sustainable Circular Economy. ***Sustainable Production and Consumption***. 27(1):1437–1457. DOI: https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.018
2. Khan F., Ali Y. (2022). Implementation of the circular supply chain management in the pharmaceutical industry. Environment, ***Development and Sustainability***. Published online January 10, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s10668-021-02007-6
3. Lieder M., Rashid A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. ***Journal of Cleaner Production***. 115(115):36–51. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042
4. Lubick N. (2010). Drugs in the Environment: Do Pharmaceutical Take-Back Programs Make a Difference? ***Environmental Health Perspectives***. 118(5). DOI: https://doi.org/10.1289/ehp.118-a210
5. Schneikart, Gerald & Mayrhofer, Walter & Löffler, Clemens & Frysak, Josef. (2024). A roadmap towards circular economies in pharma logistics based on returnable transport items enhanced with Industry 4.0 technologies. ***Resources Conservation and Recycling***. 206. 107615. 10.1016/j.resconrec.2024.107615.
6. Ang, K. L., Saw, E. T., He, W., Dong, X. and Ramakrishna, S. (2021). "Sustainability framework for pharmaceutical manufacturing (PM): a review of research landscape and implementation barriers for circular economy transition", ***Journal of Cleaner Production***, Vol. 280, p. 124264.
7. Ruda M. V., Myrka Ya. V. (2020). Circular business models in Ukraine. ***Management and entrepreneurship in Ukraine: stages of formation and development problems***. Vol. 2. No. 1. P. 107–121. URL: https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/9d8c213f-df42-4e44-b9bb-65433020da78/content
8. Shpak N., Kuzmin O., Melnyk O., Ruda M., Sroka W. (2020). Implementation of a Circular Economy in Ukraine: The Context of European Integration. ***Resources,*** 9(8), 96. https://doi.org/10.3390/resources9080096.
9. Shpak N., Melnyk O., Horbal N., Ruda M., Sroka W. (2021). Assessing the Implementation of the Circular Economy in the EU countries. ***Forum Scientiae Oeconomia***, Vol. 9, No. 1 URL: https://www.researchgate.net/publication/350496011_ASSESSING_THE_IMPLEMENTATION_OF_THE_CIRCULAR_ECONOMY_IN_THE_EU_COUNTRIES
10. Ellen MacArthur Foundation. (2024). Circularity in the pharmaceutical industry: Opportunities and challenges. URL: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/
11. UNIDO (2024). Circular economy for industrial development in Ukraine. State of the art. URL: https://www.eu4environment.org/app/uploads/2024/09/Report-Circular-Economy-for-Industrial-Development-in-Ukraine-Ukrainian.pdf
12. Deloitte (2024). The Circular Economy: a question of when, not if. URL: https://www.deloitte.com/dk/en/blogs/sustainability/blog-majbritt-the-circular-economy-a-question-of-when-not-if.html
13. McKinsey & Company. (2024). What is circularity? URL: https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-circularity
14. Guseva O. Yu., Legominova S. V. (2018). Digitalization - as a tool for improving business processes, their optimization. Economics. Management. Business. No. 1 (23). P. 33-39.

V. Kyrychuk
Lviv Polytechnic National University,
Department of Foreign Trade and Customs

OPTIMIZATION OF BUSINESS PROCESSES IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY IN THE CONDITIONS OF THE CIRCULAR ECONOMY

© Kyrychuk I. V., 2025

The article formulates the advantages and challenges of implementing circular economy principles in the pharmaceutical industry. The main strategic aspects of optimizing business processes in the context of sustainable development are substantiated. The results of the study highlight the specifics of

implementing circular economy principles in the pharmaceutical industry by updating the environmental, economic and social benefits of such a transition, as well as analyzing potential opportunities and challenges along the way.

Despite the obvious advantages, the circular transformation of the pharmaceutical industry faces a number of challenges: regulatory restrictions – strict requirements for the quality and safety of medicines can complicate the implementation of circular innovations; high initial investments in technological modernization and restructuring of processes; the complexity of the transition from established linear business models to circular ones; insufficient level of inter-industry cooperation to create closed cycles; lack of specialized knowledge and competencies in the field of circular economy.

It has been proven that overcoming these barriers requires a comprehensive approach, namely: adapting the regulatory framework to promote circular innovations, developing public-private partnerships to finance transformation projects, forming industry alliances and cooperation platforms, developing educational programs and staff training, and introducing economic incentives for circular innovations.

For effective transformation of business processes of pharmaceutical companies on the basis of a circular economy, it is proposed to apply a phased approach that involves diagnosing the existing business system, auditing material and energy flows, identifying "bottlenecks" and sources of waste, assessing the potential for circular transformation of various business processes, determining priority areas for optimizing business processes, developing a circular strategy for the company, setting measurable goals and KPIs, forming a transformation roadmap, and determining the necessary resources and sources of financing. At the same time, the feasibility of implementing pilot projects, introducing circular solutions in individual production areas, testing innovative technologies and processes, evaluating results and adjusting approaches, and accumulating practical experience in order to scale successful circular business practices are substantiated.

Keywords: circular economy, sustainable development, business processes, optimization, pharmaceutical industry, innovations, European Green Deal.