

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

---

Науково-практичний журнал

---

*Scientific and practical journal*



**Економіка  
Промисловості**  
*Economy of Industry*

---

Видається з 1997 року

Виходить щоквартально

---



№ 4 (108)

2024

**Науково-практичний журнал «Економіка промисловості» видається з 1997 р.  
Ідентифікатор медіа R30-02851  
Виходить щоквартально**

**Журнал внесено до Переліку наукових фахових видань України (категорія Б)**  
(відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 15.10.2019 р. № 1301)

**ISSN 1562-109X (Print)**  
**ISSN 2306-532X (Online)**

Журнал зареєстровано у Міжнародному центрі  
періодичних видань (ISSN International  
Center, м. Париж)

Журнал «Економіка промисловості» індексується українською загальнодержавною реферативною базою даних «Україніка наукова» і представлений у **Науковій електронній бібліотеці періодичних видань НАН України**. Видання розміщено у світовій електронній бібліотеці наукової періодики **EBSCO Publishing**. Журнал внесено до світового каталогу наукових періодичних видань **Ulrich's Periodicals Directory**. Журнал внесено до переліку журналів міжнародного індексу наукового цитування **Index Copernicus** (Польща). Видання індексується вільно доступною системою **Google Scholar**. З 2013 р. науково-практичний журнал «Економіка промисловості» індексується у міжнародних наукометричних базах: **DRJI** (Directory of Research Journals Index), **ERIH PLUS** (European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences) та **Research Bible** (Токіо, Японія).

**Засновники:**

Національна академія наук України,  
Інститут економіки промисловості

**E-mail:**

econindustry.iie@gmail.com,

admin@econindustry.org.

**Web:** www.ojs.econindustry.org.

**Web:** iie.org.ua

**Адреса редакції:**

вул. М. Капніст, 2,

Київ, Україна, 03057.

**Тел.:** (044) 200-55-71.

**Моб.:** (050) 191-85-63

**Науково-редакційна рада:**

ЗАЛОЗНОВА Ю.С. (голова науково-редакційної ради, чл.-кор. НАН України. Інститут економіки промисловості НАН України), ВОЛЬЧИН І.А. (д.т.н., проф. Інститут теплоенергетичних технологій НАН України), ГЕСЦЬ В.М. (акад. НАН України. Інститут економіки та прогнозування НАН України), КВІЛНЦЬКІ А. (д.е.н. Лондонська академія науки і бізнесу, Велика Британія), ЛБАНОВА Е.М. (акад. НАН України. Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України).

**Редакційна колегія:**

АМОША О.І. (головний редактор, акад. НАН України. Інститут економіки промисловості НАН України), ВИШНЕВСЬКИЙ О.С. (заст. головного редактора, д.е.н., ст. досл. Інститут економіки промисловості НАН України), ДАСІВ А.Ф. (секретар редакційної колегії, відповідальний редактор, к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), АНТОНЮК В.П. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), БРЮХОВЕЦЬКА Н.Ю. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), БУЛЄСВ І.П. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), КРАВЧЕНКО О.О. (д.е.н., проф. Державний університет інфраструктури і технологій), МИХНЕНКО В. (PhD, доц. Оксфордський університет, Велика Британія), НОВІКОВА О.Ф. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), ПОКОТИЛЕНКО Р.В. (к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), СМІРНОВ Р.Г. (PhD, проф. Університет Далхаузі, Канада), СОЛДАК М.О. (к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ХАРАЗІШВІЛІ Ю.М. (д.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ЧЕРЕВАТСЬКИЙ Д.Ю. (д.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України).

Статті для публікації в науково-практичному журналі відбираються на умовах конкурсу, за результатами внутрішнього та зовнішнього рецензування. Відповідальність за достовірність фактів, дат, назв, власних імен, даних, цитат несуть безпосередньо автори статей. Редакція може не поділяти висловлені у статтях думки та висновки, що не покладає на неї ніяких зобов'язань. Передруки і переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції. Матеріали друкуються мовою оригіналу.

**Рекомендовано до друку вченою радою Інституту економіки промисловості НАН України**  
(протокол № 11 від 21.11.2024 р.)

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2024

## ЗМІСТ

### МАКРОЕКОНОМІЧНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОСТІ

<b>Солдак М.О.</b> Розгортання циркулярних промислових екосистем – умова екоефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями.....	5
<b>Лазаренко Д.О., Белінська Я.В., Папук Д.О.</b> Залучення екоіндустріальних парків у циркулярну економіку: державна підтримка підприємств із переробки будівельного сміття .....	34

### ПРОБЛЕМИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ТА ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОМИСЛОВОСТІ

<b>Криль Я.М.</b> Воднева енергетика в Україні: передумови, потенціал і перспективи європейської інтеграції .....	49
<b>Логвіненко Б.І.</b> Стратегічні перспективи розвитку літєвого виробництва в Україні .....	63

### ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІКИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ І ВИРОБНИЧИХ КОМПЛЕКСІВ

<b>Мажара Г.А., Пархомук А.Р.</b> Імітаційне моделювання фінансових потоків підприємства на прикладі автосалону .....	86
---	----



**РОЗГОРТАННЯ<sup>1</sup> ЦИРКУЛЯРНИХ ПРОМИСЛОВИХ ЕКОСИСТЕМ –  
УМОВА ЕКОЕФЕКТИВНОЇ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ,  
СПРИЧИНЕНИХ ВОЄННИМИ ДІЯМИ<sup>2</sup>**

Наслідки воєнних дій є безпрецедентним випадком заподіяння шкоди довкіллю в Україні. За офіційними даними на території України через пошкодження (руйнування) будівель і споруд унаслідок бойових дій утворилося понад 670 тис. т відходів, що можна вважати мінімально можливою кількістю за попередніми оцінками. Атаки тривають і спричиняють збільшення обсягів відходів, навантаження на землекористування в громадах і формування екологічної загрози.

Міжнародний досвід свідчить про можливість одержання екологічної, соціальної та економічної вигоди від повторного використання відходів будівництва та знесення. У контексті реалізації євроінтеграційного вектора Україна має зосередитися на ефективному управлінні такими відходами згідно з принципами циркулярної економіки – повторного використання, переробки та відновлення. Виконання цього невідкладного завдання можливе завдяки створенню умов для розгортання промислових циркулярних екосистем – сукупності суб'єктів різних видів економічної діяльності та громадянського суспільства, які працюють та еволюціонують спільно з метою створення доданої вартості на основі принципів скорочення використання первинних матеріалів, повторного використання матеріалів і продуктів, їх переробки та відновлення, продовжуючи тим самим життєвий цикл товарів та формуючи їх додаткову цінність.

*Мета* статті полягає в обґрунтуванні доцільності розгортання циркулярних промислових екосистем як умови екоефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями.

На прикладі однойменного проєкту глобальної компанії Energy Vault з гравітаційного зберігання енергії за допомогою композитних блоків, у виробництві яких використовуються промислові відходи й відходи будівництва та знесення, окреслено ключові дії, які сприятимуть появі та розвитку в Україні циркулярних промислових екосистем на основі наявних технологій. Визначено коло проблемних питань, які необхідно вирішувати для формування інститутів, рутин, поведінки та культури економічних суб'єктів при розгортанні циркулярних промислових екосистем, зокрема з метою ліквідації наслідків для довкілля, спричинених

<sup>1</sup> Від англ. deployment – використання чогось для досягнення певного ефекту.

<sup>2</sup> Статтю підготовлено в процесі досліджень за науковим проєктом «Гарантії дотримання соціально-економічних та екологічних прав людини в умовах війни та повоєнної трансформації» (номер держреєстрації 0123U101199).



воєнними діями. Надано рекомендації щодо актуалізації правового забезпечення управління відходами від руйнування будівель і споруд, що утворюються внаслідок бойових дій; реформування та розширення кола інструментів стимулювання сталого поведіння з відходами; розвитку міждисциплінарних досліджень.

*Ключові слова:* циркулярні промислові екосистеми, циркулярна економіка, довкілля, відходи будівництва та знесення, відходи руйнувань.

*JEL:* O13; L70

Шкода довкіллю почала проявлятися з перших днів бойових дій на території України. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України на початок 2024 р. попередня сума завданих довкіллю збитків перевищила 2,4 трлн грн (Укрінформ, 2024). На основі оцінки прямих фізичних пошкоджень фахівці Київської школи економіки наводять такі цифри: сума прямих збитків, завданих з 2022 р., сягнула майже 155 млрд дол. (KSE, 2024), із них АПК і земельним ресурсам – 8,7 млрд, лісовому фонду – 4,5 млрд, екологічні збитки, розраховані як збитки від викидів в повітря та не є прямими втратами нерухомості чи інших активів України, становлять 16,4 млрд дол. Ці дані свідчать про масштабність екологічних наслідків воєнних дій.

Наразі гостро постає проблема пошуку ефективних шляхів управління відходами від руйнувань, яких за мінімальною оцінкою по всій країні вже понад 670 тис. т (Міндовкілля, 2023). За даними обласних військових адміністрацій найбільша кількість відходів від руйнувань фіксується в Київській, Херсонській, Харківській, Миколаївській, Донецькій та Запорізькій областях. Обсяги відходів збільшуються з кожним днем, що спричиняє навантаження на землекористування в громадах і створення екологічних загроз.

Найближчими роками рішення органів державної влади, міжнародних донорів, представників фінансово-кредитних установ і приватного сектору визначатимуть напрями розподілу інвестицій, направлених на повоєнну відбудову України. Відновлення економіки потребуватиме значної кількості природних ресурсів і супроводжуватиметься значними викидами парникових газів. Проте в умовах воєнного стану існує

значний ризик недостатнього включення принципів екологічного управління у процесі господарювання. Очевидно, що вже зараз на державному рівні необхідно подбати про підвищення екологічної ефективності (екоефективності) використання ресурсів шляхом сприяння впровадженню моделей замкнутого циклу виробництва та підтримки цінності продуктів, матеріалів і компонентів на основі принципів циркулярної економіки 4Rs: скорочення (Reduce), повторне використання (Reuse), переробка (Recycle) та відновлення (Recover).

Циркулярна економіка формує новий ландшафт бізнес-моделей підприємств, стимулюючи їх перехід від традиційних лінійних підходів до інноваційних моделей, орієнтованих на замкнуті цикли використання ресурсів. У таких моделях підприємства прагнуть зменшити відходи, максимально задіяти ресурси, створювати продукти, які можна повторно використовувати, ремонтувати або переробляти. Для реалізації замкнутих циклів у процесах виробництва формуються нові екосистеми, де різні компанії співпрацюють для досягнення загальних цілей сталого розвитку. У таких екосистемах відходи одних підприємств стають ресурсами для інших. Це приводить до співпраці між організаціями або підприємствами різних секторів економіки з метою ефективного обігу матеріалів і енергії, стимулює розвиток нових знань, пов'язаних з ефективним використанням ресурсів (Aarikka-Stenroos, Ritala, Thomas, 2021; Konietzko et al., 2020) сприяє створенню сталої ціннісної інноваційної пропозиції для переробки, повторного застосування та/або скорочення споживання ресурсів (Kanda et al., 2021; Sairanen et al., 2024).

Концепція циркулярних промислових екосистем набула поширення в зарубіжних роботах (Aarikka-Stenroos, Ritala, Thomas, 2021; Narala, 2023; Trevisan et al., 2023). В українській науковій літературі дослідження в цій предметній сфері представлені (Череватський та ін., 2022), але не так широко і не стосуються створення замкнутих циклів у контексті ліквідації наслідків для довкілля, пов'язаних із воєнними діями.

*Мета* статті полягає в обґрунтуванні доцільності розгортання циркулярних промислових екосистем як умови екоєфективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями.

Структуру статті побудовано відповідно мети таким чином: 1) на основі системного підходу та концепції еволюційної економіки уточнено розуміння «циркулярних промислових екосистем»; 2) здійснено пошук й узагальнення емпіричних даних щодо появи й успішного функціонування циркулярних промислових екосистем на основі поведінки з відходами будівництва та знесення в країнах ЄС; 3) на прикладі проекту глобальної компанії Energy Vault у частині виготовлення блоків із відходів будівництва та знесення окреслено ключові ідеї, які сприятимуть появі та розвитку циркулярних промислових екосистем на основі наявних технологій, та надано рекомендації щодо їх реалізації з урахуванням європейського досвіду. У висновках підбито підсумки дослідження.

**Наукове розуміння циркулярних промислових екосистем.** Концепція циркулярної економіки нерозривно пов'язана з поняттям «стала екосистема», яке передусім стосується природного середовища та взаємодії всіх живих організмів, що створюють симбіотичну екосистему, де кожен елемент покладається на дії інших членів, щоб вижити і процвітати. Це визначення з деякою адаптацією використовується у сфері економічних відносин. Дж. Мур уперше застосував екологічну термінологію до бізнес-середовища (Moore, 1993). Згодом визначення бізнес-ландшафту як набору підприємств, організацій та окремих осіб, що

спільно розвиваються та еволюціонують, було прийнято економічною спільнотою. Ідея про те, що підприємства не можуть існувати самі, а спираються на досвід, керівництво, обмін контактами, передачу знань і фінансову підтримку з боку інших підприємств і організацій, набуває популярності. Поняття «екосистема» все частіше використовується в менеджменті та бізнесі для опису колективів різнорідних, але взаємодоповнюючих організацій, які спільно створюють певну продукцію системного рівня, аналогічну до «екосистемної послуги», що надається природними екосистемами, яка виходить за рамки результатів і діяльності будь-якого окремого учасника екосистеми (Thomas, Autio, 2020; Підоричева, 2020).

Подібно до того, як у біологічних екосистемах відбувається обмін енергією та речовинами між її складовими, учасники економічних екосистем теж пов'язані певними потоками. Із використанням цієї логіки автори роботи (Aarikka-Stenroos, Ritala, Thomas, 2021) класифікують циркулярні екосистеми на три категорії: за потоком матеріалів та енергії (промислові екосистеми); потоком знань (підприємницькі екосистеми та екосистеми знань); потоком економічної цінності (інноваційні екосистеми). Відмінності між ними полягають у складі, ключових ідеях і, що є найважливішим, – в очікуваних результатах, а саме для:

промислової екосистеми – стале промислове виробництво;

підприємницької екосистеми – сприяння запуску та розширення нових підприємницьких проектів, зосереджених на сталому виробництві;

екосистеми знань – сприяння перетворенню досягнень наукових знань у сфері циркулярної економіки на сталі продукти та послуги;

інноваційної екосистеми – створення сталої цінності, завдяки якій здійснюються переробка, повторне використання та/або скорочення обсягу ресурсів.

У такому контексті циркулярні промислові екосистеми являють собою регіональне співтовариство ієрархічно незалежної,

але взаємозалежної різномірної групи акторів, які виробляють промислові товари та послуги в симбіотичній співпраці та з використанням ресурсів (Aarikka-Stenroos, Ritala, Thomas, 2021).

Бажані результати діяльності промислових екосистем можна пов'язати зі стратегічними пріоритетами Європейського Союзу. Вони полягають у підтримці справедливого і стійкого відновлення та досягненні амбіцій щодо «зеленого» і цифрового переходів в економіці («подвійний перехід»). У контексті досягнення цієї мети промислова стратегія Європейського Союзу спрямована на створення стійкої, конкурентоспроможної та інноваційної промисловості, яка здатна адаптуватися до сучасних викликів, зокрема зміни клімату, цифрової трансформації та глобальної конкуренції. ЄС прагне досягти кліматичної нейтральності до 2050 р., тому промислова стратегія активно підтримує «зелену» трансформацію промислових секторів. Вона передбачає скорочення викидів парникових газів, підвищення енергоефективності, розвиток відновлюваної енергетики та широке застосування принципів циркулярної економіки у виробничих бізнес-моделях.

Щодо матеріальних потоків промислових екосистем, то їх модель ґрунтується на порівнянні промислових процесів і ролі промислових підприємств із трофічними рівнями в біологічній екосистемі. Галузі та підприємства в системі є аналогічними до організмів у природній екосистемі, а фізичне місце розташування, в якому працює виробництво, аналогічне до середовища проживання організму. Кожне підприємство у промисловій екосистемі має свою нішу чи функціональну роль (Geng, 2002). Їхні ролі можуть бути визначені так само, як і в екологічній системі, а саме:

виробники (первинні) – здійснюють видобуток матеріалів та збір сировини для забезпечення інших галузей;

споживачі (вторинні виробники) – використовують сировину від первинних виробників для створення готових матеріалів і продуктів;

сортувальники – розбирають і сортують відходи діяльності, транспортують у формі, доступній для їх подальшого споживання;

редуценти – використовують відходи діяльності як виробників, так і споживачів, здійснюють їх переробку та відновлення, продовжуючи тим самим життєвий цикл, та повертають назад у промислову екосистему як нові цінні матеріали, придатні для забезпечення процесів виробництва.

Пропонується розуміти циркулярні промислові екосистеми як сукупність суб'єктів різних видів економічної діяльності та громадянського суспільства, які спільно працюють й еволюціонують з метою створення доданої вартості на основі принципів скорочення використання первинних матеріалів, повторного використання матеріалів і продуктів, їх переробки та відновлення, продовжуючи тим самим життєвий цикл товарів і формуючи їх додаткову цінність.

Застосування до циркулярних промислових екосистем ідей еволюційної економіки є принциповим для їх наукового розуміння. Саме еволюційну теорію в економіці зазвичай застосовують для пошуку відповіді на питання щодо створення різноманітності в економічній популяції, збереження і передачі корисної інформації, що стосується вирішення конкретних адаптивних проблем і довголіття суб'єктів екосистем (Aldrich et al., 2008). У рамках генетичної парадигми підприємство є аналогічним до організму в біологічній екосистемі, а ДНК – це економічне знання, інформація, які є невід'ємною частиною підприємства і від яких залежить його виживання, адаптація та довголіття. Біологічній категорії «ген» в економіці відповідає економічна «рутина». Рутини успадковуються та визначають можливу поведінку суб'єкта. Організми, що мають кращі рутини, можуть краще за інших пристосовуватися до змін середовища і розвиватися. Можливе і не генетичне спадкування, коли специфічні знання та інформація не успадковуються, а передаються завдяки навчанню, оточенню та взаємодії суб'єктів. Походження таких системних

явищ, як мова, культура та наука, пов'язується не стільки з генетичним, скільки з «м'яким спадкуванням» (Солдак, 2019). Біологічна різноманітність забезпечує багатогранність життя на Землі. В економічній екосистемі різноманітність відповідних атрибутів, що визначають динаміку екосистем, також необхідна для підвищення ймовірності її переходу до вищого стану. Зокрема, для успішного розвитку економічної екосистеми велике значення має різноманітність суб'єктів інноваційної активності, технологічних лідерів, практик ведення бізнесу, організаційних структур управління.

Навіть такий короткий огляд основних ідей еволюційної теорії дозволяє стверджувати, що поява і розвиток циркулярних промислових екосистем полягає не лише у використанні наукових знань і практичного досвіду (інженерних навичок, умінь), що може вирішитися шляхом запозичення технічних і організаційних інновацій. Вони потребують також розбудови нової, орієнтованої на створення сучасних технологічних процесів і технічних об'єктів промисловості, що може відбуватися поступово в процесі еволюційної взаємодії технологій і соціуму. Це можливо, насамперед, завдяки формуванню інститутів, організаційних рутин та економічної культури учасників ланцюгів створення вартості, необхідних для переходу до кліматично нейтрального виробництва, заснованого на вищому технологічному рівні (Вишневський, Князев, 2018; Солдак, 2023).

Формування умов для появи циркулярних промислових екосистем є сферою державної політики в частині створення ринку для «зелених» товарів шляхом розбудови системи публічних закупівель, підтримки інвестицій в інноваційні рішення, упродовження фінансових інструментів зменшення негативного впливу на довкілля.

**Інформаційна база дослідження.** Ситуація, причинена бойовими діями в Україні, не має прецедентів у сучасній історії Європи. Після Другої світової війни на її території відбулося декілька збройних конфліктів, найбільш масштабними з яких вважаються Балканські війни 1990-х років.

Через свою унікальну економічну та політичну історію поки не всі постраждалі країни показали здатність впоратися з накопиченими відходами руйнування будівель і споруд згідно з принципами циркулярної економіки. У той же час їх досвід свідчить, що проблему управління відходами руйнувань вони намагаються вирішити в рамках загальної стратегії управління відходами будівництва та знесення (Alite et al., 2023). У зв'язку з цим Україні слід фокусувати увагу на більш успішному досвіді країн ЄС щодо управління відходами будівництва та знесення (Construction and Demolition Waste, CDW). Необхідно також урахувати той факт, що, на відміну від українських реалій, ці приклади засновані на стратегіях управління відходами в економіці мирного часу. До того ж причини утворення будівельних відходів є іншими та, як правило, пов'язані з урбанізацією, яка посилюється (Huang, 2018; Huang, 2020; Alite et al., 2023; Gálvez-Martos, 2018; Nadazdi, Naunovic, Ivanisevic, 2022).

Для пошуку й узагальнення емпіричних даних щодо появи та успішного функціонування циркулярних промислових екосистем на основі управління відходами будівництва та знесення в країнах ЄС обрано базу даних Порталу фінансування та тендерів Європейського Союзу (EU Funding & Tenders Portal). Аналіз інструментів стимулювання поведінки з відходами в географічному розрізі здійснено на основі бази даних Організації економічного співробітництва і розвитку (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) та Інструментів політики для довкілля (Policy Instruments for the Environment).

**Європейська політика у сфері управління відходами будівництва та знесення.** У Європі відходи будівництва та знесення становлять понад третину всіх відходів (Gálvez-Martos et al., 2018). Вони належать до сфери «міського видобутку» (urban mining) і мають велике значення для досягнення амбітних цілей ЄС у сфері економіки замкнутого циклу (Zhang et al., 2020). Відходи будівництва та знесення складаються зі сміття, що утворюється при будівництві,

будівельному ремонті та знесенні будівель, будівництві та демонтажі доріг і мостів. Вони містять широкий спектр матеріалів: бетон, цегла, дерево, скло, метали та пластик, азбест. Оскільки відходи будівництва та знесення характеризуються великим об'ємом і вагою, чинять негативний вплив на навколишнє середовище, стале управління ними є пріоритетом для багатьох країн.

Серед секторів промисловості Європи будівельний є найбільш ресурсомістким. Він використовує близько 50% доступної первинної сировини і виробляє понад 33% загального обсягу відходів, що утворюються в Європі. Існує величезний потенціал для переробки вторинної сировини з відходів будівництва та знесення, але його реалізація ще далека від того, щоб стати загальнопоширеною. Технології розділення та утилізації будівельних відходів є доступ-

ними і загалом недорогими. Тим не менш, рівень їх переробки суттєво відрізняється за країнами Європи, коливаючись від менше 10% до понад 90%. Суттєва різниця обумовлена дією історичних, культурних, інституційних чинників, що впливає на можливість появи й успішного функціонування циркулярних промислових екосистем. Нідерланди, Словенія, Італія, Данія, Фінляндія та Великобританія досягли успіху у створенні ринків для відновлених відходів (рис. 1). Їх будівельний сектор є високоциклічним, оскільки вдається повторно вводити великі обсяги відходів в економіку та отримувати енергію, уникаючи таких варіантів утилізації, як спалювання, поховання та навіть зворотне засипання, яке відповідно до Рамкової директиви про відходи (Waste Framework Directive, WFD) вважається низькоякісним відновленням відходів (European Commission, 2008).

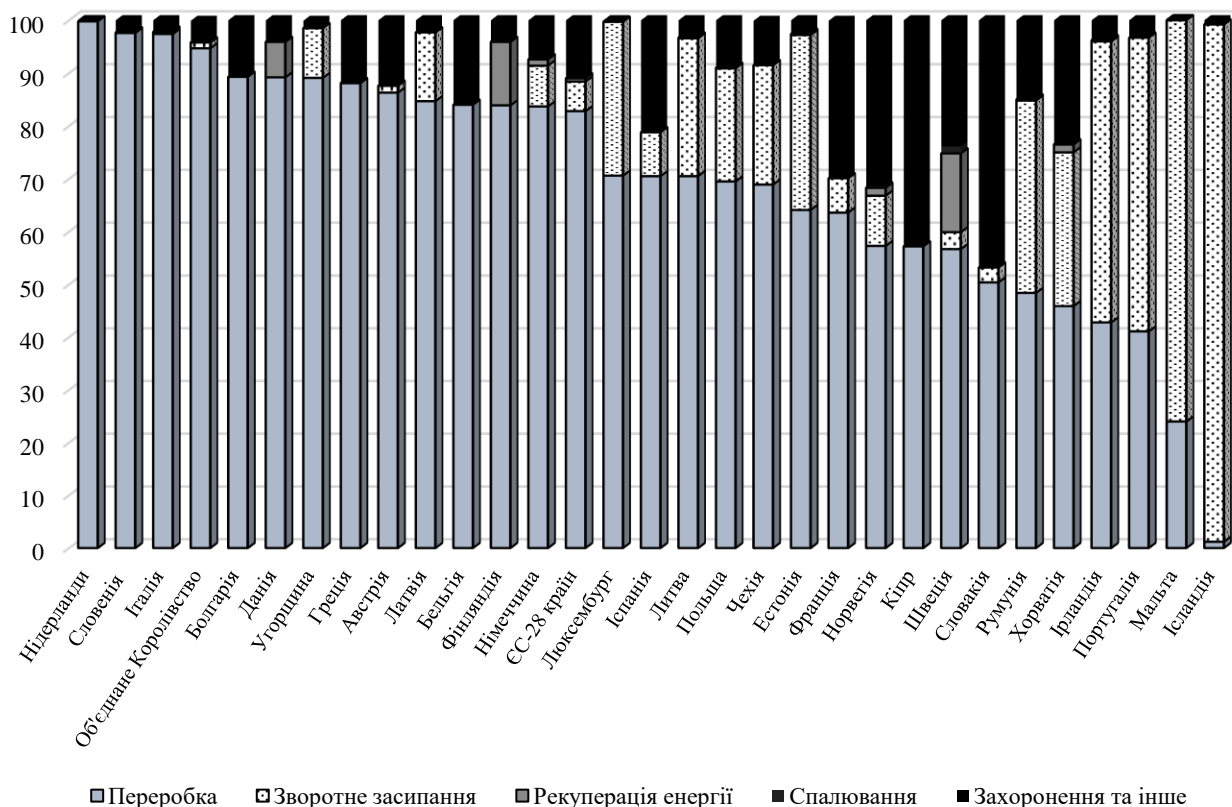


Рисунок 1 – Управління відходами будівництва та знесення в країнах Європи (відповідно до застосування процесу рециклінгу відходів), %

Джерело: (ЕЕА, 2020).

Управління відходами будівництва та знесення потребує ефективних державних постанов, стратегій, цілей, дотримання заходів контролю за утворенням відходів і зусиль щодо їх мінімізації (Deng et al., 2008). У Європейському Союзі ці питання пов'язані із законодавством з циркулярної економіки. Перший План дій зі створення економіки замкнутого циклу (Circular economy action plan, CEAP) у Європі було схвалено у 2015 р., а в 2020 р. був прийнятий другий CEAP (European Commission, 2020). Він спрямований на прискорення трансформаційних змін, яких потребує європейський «зелений» курс (Green Deal), на основі заходів у галузі економіки замкнутого циклу, що реалізуються з 2015 р. План являє собою набір взаємопов'язаних ініціатив щодо розроблення політики у сфері створення товарів і послуг із використанням принципів сталого розвитку, що забезпечує екологічні, соціальні й економічні вигоди. Політика має на меті зробити екологічні продукти, послуги та бізнес-моделі нормою та змінити способи споживання на такі, що мінімізують утворення відходів.

Завдяки європейським ініціативам щодо впровадження принципів циркулярної економіки в галузі промисловості стало будівництво останнім часом привертає все більше уваги представників бізнесу, громадськості та академічних кіл – ключових акторів циркулярних промислових екосистем (Ghisellini, Cialani, Ulgiati, 2016).

**Поява циркулярних промислових екосистем управління відходами будівництва та знесення в країнах Європи.** Пошук й узагальнення інформації про появу та успішне функціонування циркулярних промислових екосистем управління відходами будівництва та знесення в країнах Європи здійснено за даними Порталу фінансування та тендерів Європейського Союзу (European Commission, 2024). Портал служить інструментом для організацій, підприємств, наукових інститутів, державних установ та різних інших суб'єктів, які прагнуть досягти успіху у сфері циркулярної економіки, а також для пошуку інформації про можливості

об'єднання зусиль завдяки програмам підтримки наукових досліджень та інновацій (Horizon Europe), захисту довкілля та кліматичних інновацій (LIFE), досліджень та інновацій у вугільній і сталеливарній промисловості (Research Fund for Coal and Steel) та ін.

База даних Порталу фінансування та тендерів Європейського Союзу містить понад 10 тис. проєктів, що отримували або отримують фінансування у двох програмних періодах: 2014-2020 та 2021-2027 рр. за всіма доступними 34 програмами. Після уточнення критеріїв пошуку за ключовими словами «circular», «construction and demolition waste» та «CDW» кількість проєктів скоротилася до 480, а програм, за якими вони фінансувались або фінансуються, – до 20. При цьому в програмному періоді 2014-2020 рр. фінансування отримували 186 проєктів, а у 2021-2027 рр. – вже 294. Значне зростання проєктних пропозицій та їх фінансової підтримки підтверджує важливість досліджень у цій предметній сфері. Детальний огляд проєктів дозволив виокремити ті, що стосуються безпосередньо сфери будівництва. Узагальнену інформацію наведено в додатку.

Аналіз даних щодо проєктів із циркулярної економіки в галузі будівництва, які отримували або отримують фінансування Європейського Союзу, дозволив дійти таких висновків.

1. Склад виконавців майже кожного із зазначених проєктів є різноманітним. Установи та підприємства різних сфер діяльності спільно працюють і взаємодіють для реалізації принципів циркулярної економіки в галузі будівництва. Взаємопов'язані учасники створюють колективну цінність і надають цілісні рішення, які жоден учасник не може розробити поодиночі (Song, Gnyawali, Qian, 2024). І це цілком відповідає концепції циркулярної промислової екосистеми.

2. Проєкти спрямовані на забезпечення «наскрізної стійкості», тобто від екологічно чистого дизайну продукту до максимальної переробки будівельних відходів

по циркулярному ланцюгу. Дослідження стосуються екодизайну продукції, можливостей її модернізації для продовження життєвого циклу, утилізації з мінімальним екологічним збитком. Планування демонтажу і деконструкції здійснюється вже на етапі проєктування з прийняттям принципів циркулярної економіки, завдяки чому досягається зменшення обсягів відходів будівництва та знесення.

3. Циркулярні промислові екосистеми орієнтовані на регіональні матеріальні потоки, і проєкти спрямовані на підтримку зміцнення місцевих або регіональних ринків вторинних матеріалів. Разом із тим, з урахуванням транснаціонального та глобального характеру клімату й навколишнього середовища, їх масштабу та складності, а також міжнародного аспекту ланцюга постачання сировини, в рамках деяких проєктів діяльність здійснюється не тільки на рівні ЄС, але і за його межами.

4. Проєкти є мультидисциплінарними. Вони охоплюють різні наукові галузі та сфери: електротехніка, електронна інженерія, радіотехніка, програмне забезпечення, інформаційна інженерія, матеріалознавство, економіка, сільське та лісове господарство. Багатопрофільний характер досліджень потребує поєднання додаткових знань і ресурсів для ефективного вирішення проб-

леми впливу на довкілля промислової діяльності. Необхідно докладати скоординованих дослідницьких та інноваційних зусиль у багатьох дисциплінах і секторах для забезпечення безпечних, економічно здійснених, екологічно обґрунтованих та соціально прийнятних рішень по всьому ланцюгу створення вартості (розвідка, видобуток, переробка, проєктування, стійке та повторне використання, переробка та відновлення) (CORDIS – EU research results, 2020a).

5. Склад країн-учасниць проєктів є дуже схожим. Дослідження, як правило, координують Нідерланди, Бельгія, Португалія, Італія, Іспанія, Франція, Фінляндія, Німеччина. Це пояснюється розвинутою системою інструментів політики управління відходами будівництва та знесення. Орієнтуючись на встановлену в Рамковій директиві про відходи систему управління відходами, країни-члени ЄС розробили різні інструменти та національні правила управління відходами. Компанія Deloitte (2017) розділила держави-члени ЄС на три категорії відповідно до рівня зрілості їхньої правової бази (вставка 1). Саме країни Північної та Західної Європи характеризуються розвинутою правовою базою управління відходами будівництва та знесення й високим рівнем дотримання чинного законодавства.

*Вставка 1*

### **Групи країн ЄС (разом із Великою Британією) за рівнем зрілості правової бази з управління CDW**

Перша група: країни ЄС зі зрілим національним законодавством – вимоги до управління відходами будівництва та знесення зафіксовані в національному законодавстві до прийняття Рамкової директиви про відходи; упроваджено стандарти для сприяння дотриманню законів (Австрія, Бельгія, Данія, Фінляндія, Франція, Люксембург, Німеччина, Нідерланди, Швеція).

Друга група: країни ЄС з передовим законодавством – вимоги до управління відходами будівництва та знесення зафіксовані в національному законодавстві до прийняття Рамкової директиви про відходи, але правоохоронна діяльність слабша, ніж у першій групі країн (Чехія, Естонія, Угорщина, Ірландія, Італія, Мальта, Португалія, Іспанія, Велика Британія).

Третя група: країни зі законодавством, що розвивається, – вимоги до управління відходами будівництва та знесення, які зафіксовано в національному законодавстві, в основному були попередньо визначені Рамковою директивою про відходи; слабе правозастосування (Болгарія, Хорватія, Кіпр, Греція, Латвія, Литва, Польща, Румунія, Словаччина, Словенія).

*Джерело:* (Deloitte, 2017).

6. У сприянні виникненню циркулярних промислових екосистем вирішальну роль відіграють економічні інструменти (вставка 2). Для аналізу застосування їх країнами ЄС використано базу даних OECD Інструменти політики для довкілля (Policy Instruments for the Environment – PINE) (OECD, 2024). Із набору даних відсортовано країни ЄС та обрано всі інструменти за такими сферами: «тверді відходи», «деградація землі», «забруднення землі», «забруд-

нення води». Не всі сфери стосуються безпосередньо управління відходами будівництва та знесення. Однак упровадження циркулярних моделей в одній галузі сприяє появі циркулярних моделей в інших завдяки економічній вигоді (скорочення витрат на сировину, оптимізація виробництва або підвищення рентабельності), технологічному трансферу та інноваціям і загалом зміні споживчої поведінки та зростанню попиту на екологічно чисті продукти і послуги.

## Вставка 2

### Інструменти екологічної політики в країнах ЄС

**Податки та збори** (Taxes and fees) збільшують вартість забруднюючої діяльності чи продукції та перешкоджають їх споживанню й виробництву незалежно від цільового призначення податків чи зборів. Податки та збори становлять більшість інструментів політики в базі даних PINE.

**Екологічно вигідні субсидії та виплати** (Environmentally Beneficial Subsidies and Payments). Субсидія або виплата є екологічно вигідною, якщо вона прямо чи опосередковано знижує відносну ціну чистого продукту або діяльності. Субсидії надаються певним секторам або підприємствам для заохочення екологічно вигідних практик і можуть бути у вигляді грантів, податкових пільг або позик із низьким відсотком. Виплати надаються власникам землі, підприємствам або організаціям за збереження екосистем, здійснення заходів щодо захисту довкілля або підтримку біорізноманіття.

**Торгові дозволи та компенсації** (Tradable Permits and Offsets) застосовуються для розподілу прав на викиди або використання ресурсів. Торгові дозволи – це дозволи (квоти) на викиди забруднюючих речовин, які можна купувати та продавати на ринку. Кожен дозвіл надає його власнику право на певний обсяг викидів. Компенсації дозволяють організаціям, які не можуть повністю зменшити свої викиди, інвестувати в проєкти щодо зменшення або усунення викидів у сферах, не пов'язаних безпосередньо з їх діяльністю.

**Схеми повернення депозиту** (Deposit-refund scheme) встановлюють надбавку до ціни потенційно забруднюючої продукції. Додаткова плата повертається в разі уникнення забруднення завдяки повторному використанню продукту. Схеми повернення депозиту зазвичай застосовуються до такої продукції, як пляшки, акумулятори, автомобілі або списані шини.

**Добровільні методи** (Voluntary approaches) – це зобов'язання фірм або галузей покращити свою екологічну ефективність поза законом. Добровільні підходи не є економічними інструментами, запровадженими урядом, – вони можуть бути предметом переговорів між державним органом і приватними сторонами. Добровільні угоди залучають зацікавлених сторін і дозволяють досягти консенсусу, однак вони не часто підкріплюються регулярним наглядом для перевірки їх впливу на навколишнє середовище.

Джерело: (OECD, 2024).

Для наочного співставлення на рис. 2 групи країн сформовано за запропонованим компанією Deloitte рівнем зрілості законодавства (вставка 1). Інструменти, які залучають країни першої та другої груп, тобто

країни з більш зрілим законодавством з управління відходами будівництва та знесення, є різноманітнішими, ніж третьої, до якої належать країни, екологічна правова база яких у даний час тільки розвивається.

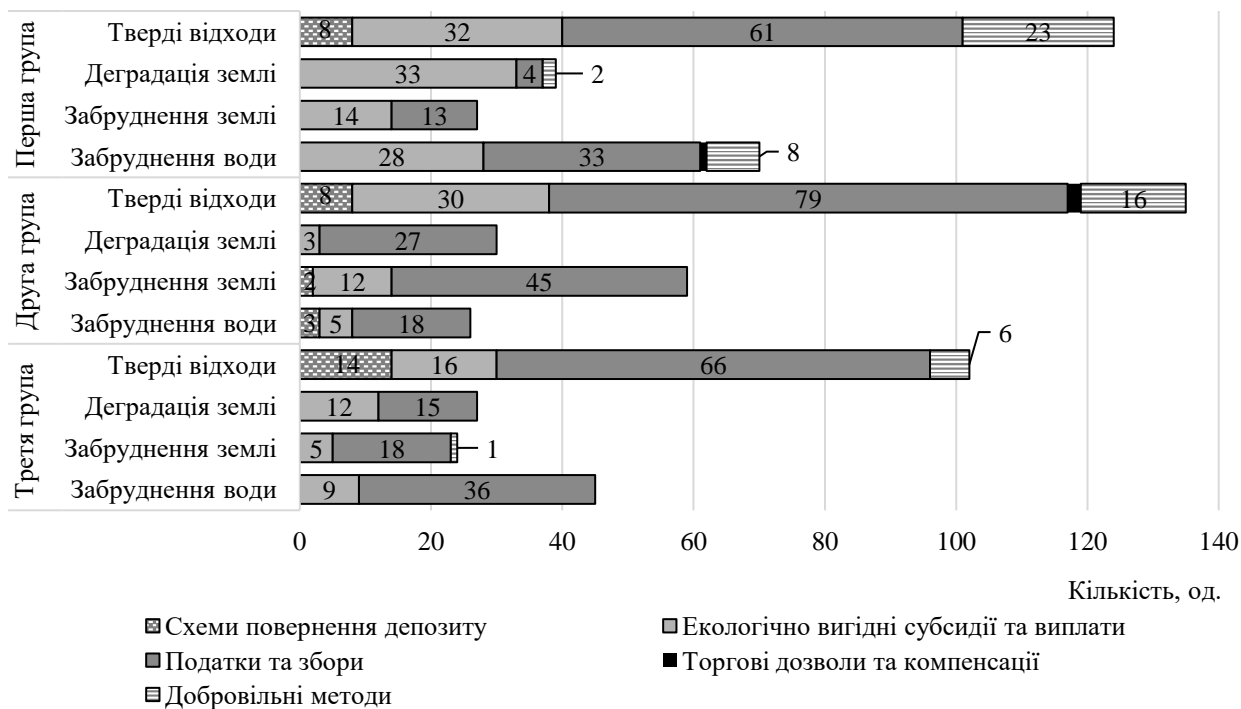


Рисунок 2 – Використання інструментів екологічної політики країнами ЄС (за групами)

Джерело: складено за (OECD, 2024).

У країнах Європи останнім часом більш поширеного застосування набувають добровільні інструменти. Одним із важливих із них для сприяння сталому розвитку та циркулярній економіці є «зелені» публічні закупівлі. Це «процес, за допомогою якого органи державної влади прагнуть закуповувати товари, послуги та роботи зі зниженим впливом на довкілля протягом усього їхнього життєвого циклу порівняно з товарами, послугами та роботами з такою ж основною функцією, які були б закуплені в іншому випадку» (European Commission COM, 2008). Для досягнення цих цілей організації державного сектору можуть використати екологічні критерії при здійсненні державних закупівель.

Екологічні критерії можуть охоплювати весь цикл закупівель – від оцінки потреб і визначення об'єкта закупівлі (наприклад, постачання сталого бетону), технічних специфікацій (наприклад, вибору способів будівництва та типів матеріалів) до вибору постачальника (наприклад, досвід проєктувальника чи підрядника), екологічного маркування (наприклад, додаткові позначення для використання будівельних

матеріалів з переробленим вмістом) та управління договором (наприклад, навчання персоналу з розподілення відходів будівництва та знесення на місці).

Завдяки широкому застосуванню інструментів і конкретним національним правилам управління відходами, чітко визначеними в нормативних актах, країни ЄС демонструють стратегічні наміри досягти своїх екологічних цілей у сфері поводження з відходами будівництва та знесення.

Досвід країн ЄС щодо створення умов для появи й успішного функціонування циркулярних промислових екосистем можна розглядати як якісний орієнтир для реалізації політики управління відходами будівництва, знесення та руйнувань, зокрема в реаліях України.

**Ситуація в Україні у сфері управління будівельними відходами та відходами руйнувань.** Ще за мирних часів будівельні відходи складали основну частку відходів на сміттєвих полігонах. За оцінкою вітчизняних будівельних компаній реальний обсяг вивезення будівельного лому після знесення одного п'ятиповерхового чоти-

рипід'їзного будинку становить 4,5-5 тис. т (Попович, Захарко, Мальований 2013).

Із 2022 р. в Україні з'явився новий вид відходів – від руйнувань. Це «частини (уламки) пошкоджених (зруйнованих) об'єктів, а також матеріали, предмети, які були всередині або поряд із такими об'єктами у момент пошкодження (руйнування) та/або виконання робіт із демонтажу та які повністю або частково втратили свої споживчі властивості та не можуть у подальшому використовуватись за місцем їх утворення чи виявлення» (Верховна Рада України, 2022). За мінімальною оцінкою на території України через пошкодження (руйнування) будівель і споруд унаслідок бойових дій утворилося понад 670 тис. т відходів (Міндовкілля, 2024). Вони стали однією з найбільших проблем для громад через їх великий обсяг і небезпечність для довкілля. За результатами лабораторних досліджень на деяких майданчиках тимчасового зберігання відходи від руйнації містять шкідливий для здоров'я азбест<sup>1</sup>.

За компонентами відходи від руйнувань значно відрізняються від звичайних відходів будівництва та знесення. На цій підставі відходи, що утворилися через пошкодження (руйнування) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведення робіт із ліквідації їх наслідків, включено як однойменну підгрупу 12 в групі 16 «Відходи, не зазначені в інших групах» до нового Національного переліку відходів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України у жовтні 2023 р. За аргументацією Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України поява такої групи зумовлена необхідністю окремого обліку та управління відходами, які утворилися через війну. Вони містять, зокрема, такі небезпечні види відходів, як «змішані медичні та фармацевтичні відходи», «відходи боєприпасів», «піротехнічні відходи», «інші відходи вибухових речовин», «знищена військова техніка» (Верховна Рада України, 2023а).

Порядком управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель і споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, визначено такі способи поводження з відходами руйнувань після їх збирання, сортування (по можливості) та перевезення (транспортування) від місця їх утворення до об'єктів управління відходами або місць тимчасового зберігання: оброблення (перероблення) відходів від руйнувань та/або їх знешкодження (у разі потреби); зберігання відходів від руйнувань на місцях тимчасового зберігання або на інших об'єктах управління відходами (до їх утилізації чи видалення); утилізація відходів від руйнувань (використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів); видалення відходів від руйнувань, включаючи їх захоронення. Поки переважають три останні способи.

В Україні виникають певні труднощі із розробленням власних технологій, які дозволяють відсортувати відходи руйнувань і виокремлювати корисну складову, а саме бракує необхідної інфраструктури (майданчиків зберігання, дробильного обладнання, сортувальних шредерів) та кваліфікованих фахівців. З урахуванням цих чинників процес створення циркулярних промислових екосистем може тривати від кількох років до кількох десятиліть. В умовах воєнного стану створення циркулярних промислових екосистем має додаткові виклики, які можуть уповільнити процес або змінити його пріоритети. Насамперед, труднощі пов'язані з фінансуванням проєктів, оскільки більшість державних коштів спрямовується на оборону та гуманітарну допомогу. За оцінками фахівців перероблення відходів руйнувань у будівельні матеріали для нових інфраструктурних проєктів потребує величезних фінансових витрат (порівняно із захороненням на полігонах дорожче приблизно у 32 рази (Сафранов, Приходько, Михайленко, 2024)). Війна виснажує

<sup>1</sup> Згідно із Законом України «Про систему громадського здоров'я» з 2023 р. використання азбесту повністю заборонено відповідно до стандартів ЄС (Верховна Рада України, 2023b).

фінансові ресурси, тому розроблення та реалізація циркулярних проєктів можуть відкладатися на необмежений термін. Однак імовірною є поява нових можливостей для міжнародних інвестицій, зокрема тих, що відповідають ESG-тренду (інвестування на основі еколого-кліматичних критеріїв) та грантових програм, спрямованих на відновлення економіки на засадах сталого розвитку.

В Україні є позитивний досвід переробки відходів руйнувань. Але поки що це поодинокі приклади, які стосуються «місць що на слуху» (Буча, Гостомель у Київській області), ініційовані зарубіжними компаніями або за їх безпосередньої участі та координування. Як правило, це приклади даунсайклінгу, тобто перероблений продукт має меншу вартість і меншу складність, ніж первинний. Крім того, процес не є наукомістким, не стимулює інвестиції в наукові дослідження та розробки, не сприяє появі нових матеріалів, технологій і бізнес-моделей, а отже, не створює основу для постійного вдосконалення діючих і появи нових циркулярних промислових екосистем. У сучасних умовах швидкої зміни технологій саме наукомісткі рішення дозволяють промисловості адаптуватися до нових викликів і швидко впроваджувати інновації. Це дає змогу циркулярним екосистемам еволюціонувати, вдосконалювати свої процеси відповідно нових викликів.

**Виникнення промислових циркулярних екосистем із застосуванням світових технологій переробки відходів будівництва та знесення.** Фахівці Інституту економіки промисловості НАН України звернули увагу на проєкт із гравітаційного зберігання енергії глобальної компанії енергії Energy Vault (Череватський et al., 2024). Відповідно до проєкту технологію розроблено за аналогією з насосними гідроелектростанціями, які покладаються на силу гравітації для накопичення та скидання енергії. Тільки вода замінена композитними блоками, які підні-

маються та опускаються за потребою. Унікальне застосування матеріалознавства до основного носія накопичення енергії – композитних блоків дозволяє використовувати для їх виготовлення альтернативні матеріали: промислові відходи і відходи будівництва та знесення (Energy Vault, 2021). Для України участь у такому проєкті може мати стратегічне значення. Налагодження масового виробництва бетонних блоків дало б змогу побудувати в найбільш постраждалих від бойових дій регіонах велику кількість енергосховищ і тим самим вирішити широкий спектр енергетичних й екологічних проблем.

За представленою технологією «башта» висотою до 90 м будується з 5 тис. поставлених один на одного блоків із бетону масою 35 т кожен. Будівництво «башти» здійснюється в періоди надлишку електроенергії в мережі, подолання ж дефіциту ресурсу передбачає розбір конструкцій зі спуском блоків на землю, що супроводжується роботою двигуна крана в генераторному режимі. Перша комерційна демонстраційна установка Energy Vault, яку в 2020 р. було підключено до національної комунальної мережі Швейцарії, мала потужність 5 МВт/35 МВт·год. (Череватський, 2022). Виходячи з наявності в Україні 670 тис. т відходів руйнувань можна припустити можливість будівництва трьох таких «башт»: приблизно 19 тис. блоків із 670 тис. т відходів (670 тис. т / 35 т) та три «башти» (19 тис. блоків / 5 тис.). Розбір однієї «башти» – це один цикл, при якому виробляється 35 МВт·год. Розбір трьох башт дозволить отримати 105 МВт·год. електроенергії. Такі цикли можуть здійснюватися двічі на добу в «пікові» години. Якщо врахувати, що середня вартість електроенергії по країнах ЄС у вересні 2024 р. згідно з Household Energy Price Index<sup>1</sup> складала 240 євро/МВт·год., то можна припустити, що вивільнення енергії 210 МВт·год. у вартісному вираженні складає 50,4 тис. євро за добу, або 1,5 млн євро

<sup>1</sup> Household Energy Price Index (2024). URL: <https://www.energypriceindex.com/price-data> (дата звернення: 15.10.2024)

за місяць. Наведені розрахунки є лише орієнтовними і потребують детального аналізу, але дозволяють уявити перспективи розвитку циркулярної промислової екосистеми у сфері управління відходами будівництва та знесення.

Основними кроками, які можуть допомогти Україні створити циркулярну промислову екосистему в рамках проєкту Energy Vault у частині виготовлення блоків із відходів будівництва та знесення, зокрема відходів руйнувань, є такі:

ініціювання переговорів із компанією Energy Vault для обговорення можливостей співпраці (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України);

визначення в централізованому порядку обсягів відходів будівництва та знесення, зокрема відходів руйнувань (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, місцеві органи влади найбільш постраждалих від бойових дій територій); детальний аналіз на їх відповідність технічним вимогам для виготовлення композитних блоків; здійснення акредитованих лабораторних досліджень (наприклад, промислова випробувальна лабораторія EUROLAB, ТОВ «Центральная биохимическая лаборатория»);

забезпечення дотримання законодавчих норм і міжнародних стандартів у процесі управління відходами будівництва та знесення, зокрема відходів руйнування, з урахуванням вимог щодо екологічної безпеки та сталого розвитку (місцеві органи влади найбільш постраждалих від бойових дій територій);

локалізація виробництва завдяки участі у виготовленні та встановленні блоків Energy Vault, що дозволить створити нові робочі місця, розвивати внутрішній ринок і скорочувати витрати на транспортування технологій з-за кордону (вітчизняні промислові підприємства з виробництва залізобетонних виробів, наприклад, Завод залізобетонних виробів, (м. Одеса), ПАТ «Броварський завод залізобетонних конструкцій»,

ТОВ «Житомир-Агробудіндустрія», ТДВ «Хмельницькзалізобетон»);

адаптація технологій для використання локальних відходів, з урахуванням особливостей будівельних матеріалів, що використовувалися в Україні (наприклад, Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, Український науково-дослідний і проєктно-конструкторський інститут будівельних матеріалів і виробів);

об'єднання зацікавлених сторін у частині експертного та консультативного супроводу проєкту на всіх етапах його реалізації (громадські організації, наприклад, Асоціація переробки відходів України).

Проєкт Energy Vault є лише одним із прикладів, який дозволяє представити можливість для виникнення циркулярних промислових екосистем у галузі управління відходами руйнувань, а також окреслити коло проблемних питань, які необхідно вирішувати, щоб Україна змогла долучитися до наявних проєктів управління відходами будівництва та знесення. Для цього доцільно внести низку законодавчих змін щодо поводження з відходами, їх наукового та фінансового забезпечення.

*1. Актуалізація правового забезпечення управління відходами від руйнування будівель і споруд, що утворюються внаслідок бойових дій.*

Відповідно до п. 4 Порядку управління відходами, які утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель і споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведення робіт з ліквідації їх наслідків координація поводження здійснюється уповноваженим органом – виконавчим органом сільської, селищної, міської ради (військова адміністрація населеного пункту (населених пунктів) – у разі її утворення відповідно до законодавства)» (Верховна Рада України, 2022). Фактично таке положення робить представницькі органи місцевого самоврядування основним учасником циркулярної промислової екосистеми управління відходами руйнувань.

Для цього, насамперед, виконавчий орган місцевого самоврядування має бути наділений інституційною спроможністю та необхідними повноваженнями для координації роботи між різними державними і приватними структурами, залученими до процесу ліквідації наслідків руйнувань.

Разом із тим у Законі України «Про місцеве самоврядування» (Верховна Рада України, 2024), який визначає систему та гарантії місцевого самоврядування в Україні, засади організації та діяльності, правового статусу і відповідальності органів та посадових осіб місцевого самоврядування, така компетенція сільських, селищних, міських рад, як і повноваження виконавчих органів сільських, селищних, міських рад, досі не зазначена. Закон України «Про місцеве самоврядування» встановлює перелік компетенцій сільських, селищних, міських рад, а також повноважень виконавчих органів сільських, селищних, міських рад щодо управління відходами загалом або безпосередньо з відходами будівництва. Однак за компонентами відходи руйнувань значною мірою відрізняються від звичайних відходів будівництва та знесення, а тому віднесені до окремої групи відходів у Національному переліку відходів (Верховна Рада України, 2023а).

Отже, для ефективної організації реалізації всіх етапів робіт з управління відходами руйнувань із дотриманням державних і міжнародних стандартів у галузі охорони довкілля та громадського здоров'я слід зафіксувати повноваження виконавчих органів сільських, селищних, міських рад у сфері управління відходами руйнувань у Законі України «Про місцеве самоврядування».

Другий важливий момент стосується відповідальності виконавчої влади за реалізацію державної політики в галузі охорони довкілля і безпеки населення. У зв'язку з цим організація робіт з управління відходами руйнувань є частиною заходів, спрямованих на запобігання екологічним катастрофам, попередження поширення інфекційних захворювань і забезпечення санітар-

но-гігієнічних умов на постраждалих територіях. Разом із тим у нормативних актах зафіксовано брак технічних можливостей для реалізації такої відповідальності. Так, у п. 20 Порядку управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель і споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, зазначено, що сортування або роздільне збирання відходів від окремих компонентів руйнувань здійснюється безпосередньо на місці їх утворення «за технічної можливості». Вживання такого словосполучення збільшує ризик того, що на місця зберігання потраплятимуть невідсортовані відходи, що завдаватиме шкоди довкіллю та буде ускладнювати їх для переробки і подальшого використання.

Очевидно, що для забезпечення дотримання законодавчих норм і міжнародних стандартів у процесі управління відходами з урахуванням вимог екологічної безпеки та сталого розвитку виконавча влада повинна мати необхідні ресурси для фінансування робіт з управління відходами руйнувань. Це особливо важливо в умовах обмежених ресурсів і часу, коли потрібно забезпечити швидке реагування на кризові ситуації та мінімізувати негативні наслідки руйнувань для населення і довкілля.

Досвід постраждалих від бойових дій країн свідчить, що попри активну участь міжнародних організацій у процесах їх повоєнного відновлення, донори часто не завершують фінансування проєктів. Інститути, створені для винесення рішень щодо забезпечення фінансової допомоги в разі гострих загроз, як правило, є «повільними та громіздкими» (BBC, 2017). Тому необхідно більше уваги приділяти постійним інститутам фінансової підтримки для забезпечення можливостей негайної оцінки утворених відходів, пов'язаних із цим екологічних ризиків, а також підготовки основи для визначення екологічних потреб у середньостроковій перспективі.

Отже, пропонується ініціювати заснування Фонду управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням

(руйнуванням) будівель і споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, як постійного інституту фінансування заходів щодо управління такими відходами для розбудови єдиної інфраструктури з переробки таких відходів і надання технічного обладнання для сортування відходів на місці їх утворення (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України). Джерелами фінансування фонду можуть стати, зокрема, міжнародні інвестиції, спрямовані на відновлення економіки України на засадах сталого розвитку. Фінансове і технічне забезпечення, що надаватиме фонд, уможливить обов'язковість виконання норми Положення щодо сортування або роздільного збирання відходів від окремих компонентів руйнувань безпосередньо на місці їх утворення.

2. *Реформування та розширення кола інструментів стимулювання сталого управління відходами.* Податки та збори, які справляються за захоронення відходів на полігонах, є важливим інструментом скорочення обсягів захоронення відходів і стимулювання переходу до розумного споживання, роздільного збору відходів, рециклінгу. У рамках реформи управління відходами в Україні планується збільшення податку завдяки внесенню змін до Податкового кодексу. При цьому відходи від руйнувань, розміщені на тимчасових майданчиках для зберігання, будуть виведені з-під оподаткування на певний час. Запланована норма ще раз підтверджує необхідність сортування на місцях для запобігання потраплянню на тимчасові майданчики небезпечних відходів.

Як зазначено вище, у країнах з ефективним використанням відходів будівництва та знесення широко використовуються добровільні інструменти, одним з яких є «зелені» публічні закупівлі. Щодо ситуації в Україні, то ще до початку повномасштабних бойових дій дослідники стверджували, що в Україні «зелені» закупівлі є швидше формальним «перенесенням» положень Ди-

ректив ЄС у сфері закупівель до національного законодавства (Малолітнева, 2021). Нехтування екологічними вимогами в жорстких умовах воєнного стану може лише закріпити поведінку учасників закупівель як схильність економити за рахунок недотримання екологічних стандартів. Це унеможливить реальне дотримання Україною екологічних зобов'язань і знизить можливості ефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями.

Для сортування відходів на місцях в Україні бракує фахівців у сфері управління відходами. Їх навчання та сертифікація в рамках «зелених» публічних закупівель можуть здійснюватися завдяки:

включенню навчальних програм до тендерних умов. Державні органи можуть вимагати, щоб підрядники, які беруть участь у тендерах на управління відходами, забезпечували навчання своїх працівників або залучали сертифікованих фахівців. Умови тендеру можуть містити зобов'язання проводити навчання персоналу щодо циркулярної економіки й ефективного управління відходами, розроблення та надання сертифікованих програм навчання як критеріїв оцінки тендерних заявок, що дозволить відібрати підрядників із відповідною кваліфікацією та досвідом;

здійснення фінансової підтримки через тендери. «Зелені» публічні закупівлі можуть передбачати фінансування освітніх програм або сертифікації працівників у сфері управління відходами. У такому випадку замовник може виділити частину бюджету тендеру на підвищення кваліфікації працівників для покращення їхніх навичок у сфері переробки відходів й екологічного управління;

використання державних закупівель для розвитку професійної мережі. Державні органи можуть застосовувати тендерні платформи для створення мережі сертифікованих фахівців і постачальників послуг щодо управління відходами. Це дасть змогу залучити експертів із сертифікованих організацій до участі в навчальних програмах або консалтингових проєктах, пов'язаних з управлінням відходами; співпрацювати з

міжнародними організаціями, які надають навчальні послуги щодо циркулярної економіки та сталого управління відходами.

3. *Розвиток міждисциплінарних досліджень.* Світовий досвід доводить велике значення міждисциплінарного характеру для забезпечення високого рівня наукових досліджень, їх спрямованості на вирішення сучасних проблем сталого розвитку. Національна академія наук України має величезний досвід у сфері координації міждисциплінарних досліджень шляхом їх об'єднання в цільові комплексні науково-технічні програми. Одним з прикладів стала Цільова комплексна міждисциплінарна програма наукових досліджень НАН України з проблем сталого розвитку, раціонального природокористування та збереження навколишнього середовища. Вона має на меті «активізацію наукових досліджень у галузі раціонального використання природних ресурсів, консолідацію зусиль науковців установ НАН України, які працюють у цій сфері, ефективніше використання матеріальних і фінансових ресурсів, підвищення рівня координації наукових досліджень і сприяння практичному впровадженню інноваційних наукових розробок» (Радченко, 2020). Актуальність і вагомість одержаних результатів є підставою для продовження досліджень щодо сталого розвитку, раціонального природокористування та охорони довкілля в рамках нової Цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з проблем сталого розвитку та раціонального природокористування в умовах глобальних змін навколишнього середовища на 2020-2024 рр. Однак із початком повномасштабних воєнних дій фінансування цільових програм міждисциплінарних досліджень з цього питання було призупинено.

Отже, доцільно розглянути можливість посилення міждисциплінарних досліджень ресурсно та інституційно з метою вирішення невідкладних завдань ліквідації наслідків бойових дій для довкілля. Пропонується включити до проекту Національного плану управління відходами до 2033 року

питання утворення Міжвідомчої координаційної ради з науково-дослідних робіт з багаторазового використання природних ресурсів і перероблення (рециклінгу) й утилізації відходів, як це передбачено чинним Національним планом управління відходами до 2030 року.

#### *Висновки*

1. Розгортання циркулярних промислових екосистем є умовою екоефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями. Під циркулярними промисловими екосистемами слід розуміти сукупність суб'єктів різних видів економічної діяльності та громадянського суспільства, які працюють та еволюціонують спільно з метою створення доданої вартості на основі принципів скорочення використання первинних матеріалів, повторного використання матеріалів і продуктів, їх переробки та відновлення, продовжуючи тим самим життєвий цикл товарів і формуючи їх додаткову цінність.

2. Застосування до циркулярних промислових екосистем основних ідей еволюційної теорії дозволяє стверджувати, що поява і розвиток циркулярних промислових екосистем полягають не лише у використанні наукових знань і практичного досвіду (інженерних навичок, умінь). Це можна забезпечити шляхом запозичення технічних і організаційних інновацій. Вони також потребують розбудови нової, орієнтованої на створення сучасних технологічних процесів і технічних об'єктів промисловості, що може відбуватися поступово в процесі еволюційної взаємодії технологій і соціуму. Це можливо, насамперед, завдяки формуванню інститутів, організаційних рутин та економічної культури учасників ланцюгів створення вартості, необхідних для переходу до кліматично нейтрального виробництва, заснованого на вищому технологічному рівні.

3. Україна має численні виклики у сфері поводження управління руйнувань. Існують певні труднощі з розробленням власних технологій, які дозволили б управляти відходами будівництва та знесення згідно з принципами економіки замкнутого циклу. Війна виснажує фінансові ресурси,

тому розроблення та реалізація циркулярних проєктів можуть відкладатися на необмежений термін. Однак імовірним є міжнародне інвестування, яке, зокрема, відповідає ESG-тренду (інвестування на основі еколого-кліматичних критеріїв), та грантових програм, спрямованих на відновлення економіки на засадах сталого розвитку. Промислові циркулярні екосистеми можна створювати і розвивати на основі наявних технологій переробки відходів будівництва та знесення. Уявити такі можливості дозволяє гіпотетичний приклад створення циркулярної промислової екосистеми в рамках однойменного проєкту глобальної компанії Energy Vault з гравітаційного зберігання енергії за допомогою композитних блоків, у виробництві яких використовуються промислові відходи й відходи будівництва та знесення.

4. Для того щоб Україна змогла долучитися до світових технологій переробки відходів будівництва та знесення при ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями, необхідно вирішити коло проблемних питань, які стосуються: правового забезпечення управління відходами від руйнування будівель та споруд, що утворюються внаслідок бойових дій; реформування та розширення переліку інструментів стимулювання сталого поводження з відходами; розвитку міждисциплінарних досліджень. Це далеко не повний діапазон завдань, вирішення яких дозволить створити умови для розгортання циркулярних промислових екосистем з метою екоефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями. Здійснення досліджень із використанням кейс-методів стане предметом подальшої наукової роботи.

### Література

- Верховна Рада України (2020). Національний план управління відходами до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. № 117-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text> (дата звернення: 21.10.2024).
- Верховна Рада України (2022). Порядок управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків: Постанова Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2022 р. № 1073. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.10.2024).
- Верховна Рада України (2023a). Національний перелік відходів: Постанова Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2023 р. № 1102. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#n204> (дата звернення: 21.10.2024).
- Верховна рада України (2023b). Про систему громадського здоров'я: Закон України від 06.09.2022 № 2573-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text> (дата звернення: 21.10.2024).
- Верховна Рада України (2024). Про місцеве самоврядування: Закон України від 27 травня 1998 р. № 280/97-ВР із змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 21.10.2024).
- Вишневецький В. П., Князев С. І. Як підвищити готовність промисловості України до смарттрансформацій. *Наука та інновації*. 2018. Т. 14, № 4. С. 55-69. DOI: <http://doi.org/10.15407/scin14.04.055>
- Малолітнева В. (2021). «Зелені» публічні закупівлі для «зеленого» майбутнього України. URL: <https://voxukraine.org/zeleni-publichni-zakupivli-dlya-zelenogo-majbutnogo-ukrayiny> (дата звернення: 22.10.2024).
- Міндовкілля (2023). Від початку повномасштабного вторгнення РФ в Україні вже утворилося понад 670 тисяч тонн відходів руйнації. URL: <https://mepr.gov.ua/vid-pochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rf-v-ukrayini-vzhe-utvorylosya-ponad-670-tysyach-tonn-vidhodiv-rujnatsiyi/> (дата звернення: 21.10.2024).
- Підоричева І. Ю. (2020). Інноваційна екосистема в сучасних економічних дослідженнях. *Економіка промисловості*. № 2

- (90). С. 54-92. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2020.02.054>
- Попович О. Р., Захарко Я. М., Мальований М. С. (2013). Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів. *Вісник Національного університету Львівська політехніка*. Теорія і практика будівництва. № 755. С. 321-324.
- Радченко В. Г. (2020). Про результати виконання цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з розробки наукових засад раціонального використання природно-ресурсного потенціалу та сталого розвитку на 2015-2019 роки: Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 12 лютого 2020 року. *Вісник Національної академії наук України*. № (4). С. 47-53.
- Сафранов Т. А., Приходько В. Ю., Михайленко В. І. (2024). Особливості управління та поведіння з відходами від руйнувань в регіонах України. *Ukrainian hydrometeorological journal*. № 33. С. 88-98. DOI: <http://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.07>
- Солдак М. О. (2019). Промислові екосистеми і технологічний розвиток. *Економіка промисловості*. № 4 (88). С. 75-91. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2019.04.075>
- Солдак М. О. (2023). Значення промисловості у вирішенні екологічних проблем, спричинених воєнними діями, та забезпеченні екологічних прав людини. *Вісник економічної науки України*. № 2 (45). С. 160-168. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2\(45\).160-168](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2(45).160-168).
- Укрінформ (2024). Завдана довіллю шкода внаслідок війни вже перевищує €2,4 трильйона – Стрілець. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3850599-zavdana-dovkillu-skoda-vnaslidok-vijni-vze-perevisue-24-triljona-strilec.html> (дата звернення: 22.10.2024).
- Череватський Д., Солдак М., Вольчин І., Палант В. (2024). Українські електроенергетичні хаби континентального значення як можливість підвищення стійкості національної енергосистеми. URL: <https://blog.iie.org.ua/ukrainski-elektroenerhetychni-khaby-kontynentalnoho-znachenia/> (дата звернення: 22.10.2024).
- Череватський Д.Ю. та ін. (2020). Циркулярна смарт-спеціалізація старопромислових шахтарських регіонів України: колективна монографія. НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ. 196 с.
- Череватський Д.Ю. та ін. (2022). Науковий підхід до налаштування рециклінгу шлаків: колективна монографія. НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ. 136 с.
- Aarikka-Stenroos L., Ritala P., Thomas L. D. (2021). Circular economy ecosystems: a typology, definitions and implications. *Research handbook of sustainability agency*. P. 260-276. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781789906035.00024>
- Aldrich H. E., Hodgson G. M., Hull D. L., Knudsen T., Mokyr J., Vanberg V.J. (2008). In defence of generalized Darwinism. *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 18 (5). P. 577-596. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00191-008-0110-z>
- Alite M., Abu-Omar H., Agurcia M.T. et al. (2023). Construction and demolition waste management in Kosovo: a survey of challenges and opportunities on the road to circular economy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. Vol. 25. P. 1191-1203. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01577-5>
- BBC (2017). Who cleans up after hurricanes, earthquakes and war? URL: <https://www.bbc.co.uk/news/resources/idt-d7bc8641-9c98-46e7-9154-9dd6c5fe925e> (дата звернення: 21.10.2024).
- CORDIS – EU research results (2020a). SOCIETAL CHALLENGES – Climate action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials. URL: <https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020-EU.3.5./en> (дата звернення: 23.10.2024).
- Deloitte (2017). Resource Efficient Use of Mixed Wastes, Improving management of construction and demolition waste – Final Report. Prepared for the European Commission, DG ENV.
- Deng X., Liu G., Hao J. (2008). A study of construction and demolition waste manage-

- ment in Hong Kong. *4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*. IEEE. P. 1-4.
- EEA (2020). Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges> (дата звернення: 23.10.2024).
- Energy Vault (2021). Helena announces strategic partnership with Energy Vault. URL: <https://www.energyvault.com/newsroom/helena-announces-strategic-partnership-with-energy-vault> (дата звернення: 23.10.2024).
- European Commission (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02008L0098-20180705> (дата звернення: 23.10.2024).
- European Commission (2020). A New Circular Economy Action Plan. For a Cleaner and More Competitive Europe. Brussels. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN> (дата звернення: 24.10.2024).
- European Commission (2024). EU Funding & Tenders Portal. URL: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/home> (дата звернення: 24.10.2024).
- European Commission COM (2008). Public Procurement for a Better Environment. URL: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0400:FIN:EN:PDF> (дата звернення: 24.10.2024).
- Geng Y. (2002). Scavengers and decomposers in an eco-industrial park. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. Vol. 9 (4). P. 333-340. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504500209470128>.
- Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 114. P. 11-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Harala L., Alkki L., Aarikka-Stenroos L., Al-Najjar A., Malmqvist T. (2023). Industrial ecosystem renewal towards circularity to achieve the benefits of reuse – Learning from circular construction. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 389. Art. 135885. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135885>
- Kanda W., Geissdoerfer M., Hjelm O. (2021). From circular business models to circular business ecosystems. *Business Strategy and the Environment*. No 30 (6). P. 2814-2829.
- Konietzko J., Bocken N., Hultink E.J. (2020). Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 253. Art. 119942. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942>
- KSE (2024). Загальна сума збитків, завдана інфраструктурі України, зросла до майже \$155 млрд – оцінка KSE Institute станом на січень 2024 року. URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/za-galna-suma-zbitkiv-zavdana-infrastrukturii-ukrayini-zroslo-do-mayzhe-155-mlrd-otsinka-kse-institute-stantom-na-sichen-2024-roku/> (дата звернення: 21.10.2024).
- Gálvez-Martos J.-L., Styles D., Schoenberger H., Zeschmar-Lahl B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 136. P. 166-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>
- Moore J. (1993). Predators and Prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*. Vol. 71(3). P. 75-86.
- Nadazdi A., Naunovic Z., Ivanisevic N. (2022). Circular Economy in Construction and Demolition Waste Management in the Western Balkans: A Sustainability Assessment Framework. *Sustainability*. Vol. 14. Art. 871. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14020871>
- OECD (2024). Policy Instruments for the Environment. URL: [https://oecd-main.shinyapps.io/pinedatabase/?\\_ga=2.7863218](https://oecd-main.shinyapps.io/pinedatabase/?_ga=2.7863218)

- 1672954811.1718865506-567525245.1718865506 (дата звернення: 21.10.2024).
- Sairanen M., Aarikka-Stenroos L., Kaipainen J. (2024). Customer-perceived value in the circular economy: A multidimensional framework. *Industrial Marketing Management*. Vol. 117. P. 321-343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.01.006>
- Song Y., Gnyawali D., Qian L. (2024). From early curiosity to space wide web: The emergence of the small satellite innovation ecosystem. *Research Policy*. Vol. 53. Iss. 2. Art. 104932. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104932>
- Svedmyr K., Weckman A., Suikkanen T., Wium Pálmarsdóttir J., Grønhaug B., Damsgaard J., Jönbrink A. K. (2024). Reuse, recycling and recovery of construction and demolition waste in the Nordic countries: in inventory of facilities and techniques in the Nordics including an outlook on other European countries. DOI: <https://doi.org/10.6027/temanord2023-544>
- Thomas L.D., Autio E. (2020). Innovation ecosystems in management: An organizing typology. DOI: <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190224851.013.203>
- Trevisan A., Castro G., Gomes A., Mascarenhas J. (2023). Circular ecosystem structure and orchestration: outlining actions to innovate, integrate, and invest. *Proceedings of the Design Society*. Vol. 3. P. 897-906. DOI: <https://doi.org/10.1017/pds.2023.90>
- Zhang C., Hu M., Yang, X., Miranda-Xicotencatl B., Sprecher, B., Di Maio, F., Tukker, A. (2020). Upgrading construction and demolition waste management from downcycling to recycling in the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*. Art. 121718. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121718>
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2020). National waste management plan until 2030. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated February, 20, 2019 No 117-p. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2022). The procedure for managing waste generated in connection with the damage (destruction) of buildings and structures as a result of hostilities, acts of terrorism, sabotage or carrying out work to eliminate their consequences. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated September, 27, 2022 No 1073. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2023a). National list of waste. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October, 20, 2023 No 1102. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#n204> [in Ukrainian].
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2023b). On the Public Health System. Law of Ukraine dated September, 06, 2022 No 2573-IX. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text> [in Ukrainian].
- Verkhovna Rada Ukrayiny (2024). On Local Self-Government. The Law of Ukraine dated May, 27, 1998, No 280/97-BP with changes and additions. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text> [in Ukrainian].
- Vyshnevskiy, V. P., & Kniaziev, S. I. (2018). How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformations. *Nauka innov.*, 14 (4), pp. 55-69. DOI: <http://doi.org/10.15407/scin14.04.055>
- Malolitneva, V. (2021). "Green" public procurement for a "green" future of Ukraine. Retrieved from <https://voxukraine.org/zeleni-publichni-zakupivli-dlya-zelenogo-majbutnogo-ukrayiny> [in Ukrainian].
- Mindovkillia (2023). Since the beginning of the full-scale invasion of the Russian Federation, more than 670 mln tons of destruction waste have already been generated in Ukraine. Retrieved from <https://mepr.gov.ua/vid-pochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rf-v-ukrayini-vzhe-utvorylosya-pod-670-tysyach-tonn-vidhodiv-rujnatsiyi/>
- Pidorycheva, I. (2020). Innovation ecosystem in contemporary economic researches. *Econ. promisl.*, 2 (90), pp. 54-92. DOI:

## References

- <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.02.054> [in Ukrainian].
- Popovych, O. R., Zakharko, Ya. M., & Malovanyi, M. S. (2013). Problems of disposal and processing of construction waste. *Visnyk Natsionalnoho universytetu Lvivska politekhnika. Teoriia i praktyka budivnytstva*, 755, pp. 321-324 [in Ukrainian].
- Radchenko, V. H. (2020). On the results of the implementation of the targeted complex interdisciplinary program of scientific research of the NAS of Ukraine on the development of scientific foundations for the rational use of natural resource potential and sustainable development for 2015-2019: Transcript of the report at the meeting of the Presidium of the NAS of Ukraine on February 12, 2020. *Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr.* (4), pp. 47-53 [in Ukrainian].
- Safranov, T. A., Prykhodko, V. Iu., Mykhailenko, V. I. (2024). Peculiarities of management and handling of waste from destruction in the regions of Ukraine. *Ukrainian hydrometeorological journal*, 33, pp. 88-98. DOI: <http://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.07> [in Ukrainian].
- Soldak, M.O. (2019). Industrial ecosystems and technological development. *Econ. promisl.*, 4 (88), pp. 75-91. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.04.075> [in Ukrainian].
- Soldak, M. O. (2023). The Importance of Industry in Solving Environmental Problems Caused by Military Actions and Ensuring Environmental Human Rights. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 2 (45), pp. 160-168. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2\(45\).160-168](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2(45).160-168) [in Ukrainian].
- Ukrinform (2024). The damage caused to the environment as a result of the war already exceeds €2.4 trillion – Strilets. Retrieved from <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3850599-zavdana-dovkillu-skodavnaslidok-vijni-vze-perevisue-24-triljonastrilec.html> [in Ukrainian].
- Cherevatskyi, D., Soldak, M., Volchin, I., & Palant, V. (2024). Ukrainian electricity hubs of continental importance as an opportunity to increase the stability of the national energy system. Retrieved from <https://blog.iie.org.ua/ukrainski-elektroenerhetychni-khaby-kontynentalnoho-znachennia/> [in Ukrainian].
- Cherevatskyi, D. et al. (2020). Circular smart-specialization of old industrial mining regions of Ukraine: collective monograph. NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics. Kyiv [in Ukrainian].
- Cherevatskyi, D. et al. (2022). A scientific approach to the regulation of slag recycling: collective monograph. Kyiv. 136 p. [in Ukrainian].
- Aarikka-Stenroos, L., Ritala, P., & Thomas, L. D. (2021). Circular economy ecosystems: a typology, definitions, and implications. In *Research handbook of sustainability agency* (pp. 260-276). DOI: <https://doi.org/10.4337/9781789906035.00024>
- Aldrich, H. E., Hodgson, G. M., Hull, D. L., Knudsen, T., Mokyr, J., & Vanberg, V. J. (2008). In defence of generalized Darwinism. *Journal of Evolutionary Economics*, 18(5), pp. 577-596. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00191-008-0110-z>
- Alite, M., Abu-Omar, H., Agurcia, M.T. et al. (2023). Construction and demolition waste management in Kosovo: a survey of challenges and opportunities on the road to circular economy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 25, pp. 1191-1203. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01577-5>
- BBC (2017). Who cleans up after hurricanes, earthquakes and war? Retrieved from <https://www.bbc.co.uk/news/resources/idt-d7bc8641-9c98-46e7-9154-9dd6c5fe925e>.
- CORDIS – EU research results (2020a). SOCIETAL CHALLENGES – Climate action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials. Retrieved from <https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020-EU.3.5./en>
- Deloitte (2017). Resource Efficient Use of Mixed Wastes, Improving management of construction and demolition waste – Final Report. Prepared for the European Commission, DG ENV.
- Deng, X., Liu, G., & Hao, J. (2008). A study of construction and demolition waste management in Hong Kong. In *4th International Conference on Wireless Communications*,

- Networking and Mobile Computing* (pp. 1-4). IEEE.
- EEA (2020). Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges>
- Energy Vault (2021). Helena announces strategic partnership with Energy Vault. Retrieved from <https://www.energyvault.com/newsroom/helena-announces-strategic-partnership-with-energy-vault>
- European Commission (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02008L0098-20180705>
- European Commission (2020). A New Circular Economy Action Plan. For a Cleaner and More Competitive Europe. Brussels, 2020. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
- European Commission (2024). EU Funding & Tenders Portal. Retrieved from <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/home>
- European Commission COM (2008). Public Procurement for a Better Environment. Retrieved from <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0400:FIN:EN:PDF>
- Geng, Y. (2002). Scavengers and decomposers in an eco-industrial park. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 9 (4), pp. 333-340. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504500209470128>
- Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, pp. 11-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Harala, L., Alkki, L., Aarikka-Stenroos, L., Al-Najjar A., & Malmqvist, T. (2023). Industrial ecosystem renewal towards circularity to achieve the benefits of reuse – Learning from circular construction. *Journal of Cleaner Production*, 389, 135885. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135885>
- Kanda, W., Geissdoerfer, M., & Hjelm, O. (2021). From circular business models to circular business ecosystems. *Business Strategy and the Environment*, 30 (6), pp. 2814-2829.
- Konietzko, J., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020). Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119942. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942>
- KSE (2024). The total amount of damage caused to the infrastructure of Ukraine has increased to almost \$155 billion – KSE Institute estimate as of January 2024. Retrieved from <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-zbitkiv-zavdana-infrastrukturi-ukrayini-zroslo-do-mayzhe-155-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-nasichen-2024-roku/>
- Gálvez-Martos, J.-L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, pp. 166-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>
- Moore, J. (1993). Predators and Prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71 (3), pp. 75-86.
- Nadazdi, A., Naunovic, Z., & Ivanisevic, N. (2022). Circular Economy in Construction and Demolition Waste Management in the Western Balkans: A Sustainability Assessment Framework. *Sustainability*, 14, 871. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14020871>
- OECD (2024). Policy Instruments for the Environment. Retrieved from [https://oecd-main.shinyapps.io/pinedatabase/?\\_ga=2.7863218.1672954811.1718865506-567525245.1718865506](https://oecd-main.shinyapps.io/pinedatabase/?_ga=2.7863218.1672954811.1718865506-567525245.1718865506)
- Sairanen, M., Aarikka-Stenroos, L., Kaipainen, J. (2024). Customer-perceived value in the circular economy: A multidimensional framework. *Industrial Marketing Management*, 117, pp. 321-343. DOI:

- <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.01.006>
- Song, Y., Gnyawali, D., Qian, L. (2024). From early curiosity to space wide web: The emergence of the small satellite innovation ecosystem. *Research Policy*, 2 (53), 104932. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104932>
- Svedmyr, K., Weckman, A., Suikkanen, T., Wium Pálmarsdóttir, J., Grønhaug, B., Damsgaard, J., & Jönbrink, A. K. (2024). Reuse, recycling and recovery of construction and demolition waste in the Nordic countries: in inventory of facilities and techniques in the Nordics including an outlook on other European countries. DOI: <https://doi.org/10.6027/temanord2023-544>
- Thomas, L.D., & Autio, E. (2020). Innovation ecosystems in management: An organizing typology. DOI: <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190224851.013.203>
- Trevisan, A., Castro, G., Gomes, A., & Mascarenhas, J. (2023). Circular ecosystem structure and orchestration: outlining actions to innovate, integrate, and invest. *Proceedings of the Design Society*, 3, pp. 897-906. DOI: <https://doi.org/10.1017/pds.2023.90>
- Zhang, C., Hu, M., Yang, X., Miranda-Xicotatl, B., Sprecher, B., Di Maio, F., & Tukker, A. (2020). Upgrading construction and demolition waste management from downcycling to recycling in the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*, 121718. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121718>

**Додаток. Узагальнена інформація щодо проєктів із циркулярної економіки в галузі будівництва, які отримували або отримують фінансування Європейського Союзу у програмних періодах 2014-2020 та 2021-2027 рр.**

№ з/п	Назва українською та англійською мовами	Мета	Строки та статус виконання	Країни-учасниці	Програма
1	На шляху до економіки замкнутого циклу: усуньте відходи за допомогою відкритої платформи, яка полегшує отримання паспортів матеріалів Towards a circular economy: Eliminate waste through an open platform that facilitates material passports	Забезпечення діяльності революційної ІКТ-платформи, здатної точно документувати та зберігати інформацію про вміст відходів будівельного сектору, що є важливим для повторного використання та переробки матеріалів із метою збереження їх цінності	2017-2019, завершено	Нідерланди (координатор й учасники)	Horizon 2020 Framework Programme
2	Повторне використання та можливість демонтажу за допомогою сталевих конструкцій і циклічної економіки Reuse and demountability using steel structures and the circular economy	Розроблення методології, інструментів та інструкції для допомоги у проєктуванні та демонтажі композитних сталевих конструкцій для багатоповерхових будівель	2016-2019, завершено	Великобританія (координатор), Люксембург, Нідерланди	Research Fund for Coal & Steel
3	Натуральне підлогове покриття для циркулярного будівництва Natural-Grown Flooring for Circular Buildings	Розроблення 100% біозаснованого підлогового покриття, виготовленого із сільськогосподарської або промислової залишкової біомаси	2018-2021, завершено	Італія (координатор та учасники)	Horizon 2020 Framework Programme

4	Широкомасштабна демонстрація нових ланцюгів доданої вартості циркулярної економіки на основі повторного використання армованих волокном композитів із вичерпаним терміном служби Large scale demonstration of new circular economy value-chains based on the reuse of end-of-life fiber reinforced composites	Інтеграція в цілісний підхід різних інноваційних дій, спрямованих на підвищення прибутковості переробки композитів і їх повторного використання в будівельній галузі	2017-2021, завершено	Італія (координатор), Франція, Іспанія, Великобританія, Австрія, Німеччина, Бельгія	Horizon 2020 Framework Programme
5	Інноваційні рішення, засновані на циркулярній економіці, що демонструють ефективне відновлення цінних матеріальних ресурсів із виробництва репрезентативних будівельних матеріалів, які вийшли з експлуатації Innovative Circular Economy Based solutions demonstrating the Efficient recovery of valuable material Resources from the Generation of representative End-of-Life building materials	Проектування, розроблення, демонстрація та перевірка передових технологій виробництва високочистої вторинної сировини на шести прикладах у країнах Європи, що охоплюють циркулярну деревообробку, виробництво бетону, змішаних заповнювачів, гіпсокартону, скла, полімерних ізоляційних пін та неорганічних суперізоляційних матеріалів	2020-2024, завершено	Іспанія (координатор), Туреччина, Великобританія, Німеччина, Бельгія, Нідерланди, Франція, Італія, Фінляндія, Греція	Horizon 2020 Framework Programme
6	Екоінноваційні будівельні продукти для сталого будівництва в циклічній економіці Eco-innovative building products for sustainable construction in a circular economy	Досягнення лідерства у розробленні циркулярних, регенеративних будівельних матеріалів із низькою енергоємністю виробництва	2020-2022, завершено	Ізраїль (координатор і учасники)	Horizon 2020 Framework Programme
7	Стимулювання декарбонізації будівельного фонду ЄС шляхом посилення циклічного процесу оновлення, орієнтованого на споживача на місцевому рівні Driving decarbonization of the EU building stock by enhancing a consumer centred and locally based circular renovation process	Декарбонізація будівельного фонду ЄС і прискорення процесів його глибокої циркулярної реновації, більш привабливої для споживачів, інвесторів і більш екологічної	2019-2023, завершено	Нідерланди (координатор), Іспанія, Італія, Словенія, Греція, Естонія, Ірландія, Бельгія	Horizon 2020 Framework Programme
8	Будівлі як матеріальні банки: інтеграція паспортів матеріалів із реверсивним проектуванням будівель для оптимізації циклічних	Підвищення цінності матеріалів, що використовуються в будівництві, шляхом розроблення та інтеграції двох додаткових	2015-2019, завершено	Бельгія (координатор), Нідерланди, Німеччина,	Horizon 2020 Framework Programme

	промислових ланцюгів створення вартості Buildings as Material Banks: Integrating Materials Passports with Reversible Building Design to Optimise Circular Industrial Value Chains	елементів, які додають вартості: паспортів матеріалів та оборотного проектування будівель, що враховує можливість їхнього розбирання, переробки та повторного використання матеріалів і компонентів після завершення їхнього життєвого циклу		Великобританія, Швеція, Португалія, Боснія та Герцеговина, Бельгія	Programme
9	Повторне використання та переробка матеріалів і конструкцій CDW в енергоефективні збірні елементи для реконструкції та будівництва будівель REuse and REcycling of CDW materials and structures in energy efficient pREfabricated elements for building REfurbishment and construction	Просування нових технологічних рішень для проектування та розроблення структурних і неструктурних збірних елементів із високим ступенем перероблених матеріалів і конструкцій, які повторно використовуються після часткового або повного знесення будівель	2016-2020, завершено	Італія (координатор), Іспанія, Швеція, Великобританія, Чехія, Німеччина, Бельгія	Horizon 2020 Framework Programme
10	Економічно ефективна переробка відходів CDW на енергоефективні збірні бетонні компоненти з високою доданою вартістю для масштабної модернізації забудованого середовища Cost-Effective Recycling of C&DW in High Added Value Energy Efficient Prefabricated Concrete Components for Massive Retrofitting of our Built Environment	Екологічне проектування, розроблення та демонстрація нових економічно ефективних технологічних рішень, які призведуть до нових замкнених циклічних підходів до переробки CDW у нові багатошарові збірні бетонні елементи (як для нових будівель, так і для реконструкції), що включають нові бетони, а також суперізоляційний матеріал, вироблений із використанням не менше 75% (за вагою) перероблених матеріалів CDW	2016-2021, завершено	Італія (координатор), Іспанія, Нідерланди, Франція, Чехія, Бельгія, Фінляндія	Horizon 2020 Framework Programme
11	Інноваційні збірні компоненти, що включають різні відходи будівельних матеріалів, які знижують енерговитрати на будівництво та мінімізують вплив на довкілля Innovative pre-fabricated components including different waste construction materials reducing building energy and minimising environmental impacts	Розроблення технології повторного використання матеріалів із відходів будівництва та знесення для виробництва збірних ізоляційних і випромінюючих панелей із високою доданою вартістю для використання в енергоефективних будівлях	2016-2020, завершено	Італія (координатор), Греція, Іспанія, Румунія, Польща, Словенія	Horizon 2020 Framework Programme

12	Комплексні інноваційні рішення для ефективної переробки та вилучення цінної сировини зі складних відходів будівництва та знесення Holistic Innovative Solutions for an Efficient Recycling and Recovery of Valuable Raw Materials from Complex Construction and Demolition Waste	Розроблення та демонстрація нових економічно ефективних технологічних і нетехнологічних комплексних рішень для більшого вилучення сировини з CDW згідно з принципами циркулярної економіки по всьому ланцюгу створення вартості в будівництві (від будівель зі строком експлуатації до нових)	2015-2019, завершено	Іспанія (координатор), Польща, Фінляндія, Франція, Італія, Бельгія, Нідерланди, Німеччина, Швейцарія	Horizon 2020 Framework Programme
13	«Зелені» розбірні конструктивні елементи з відходів будівництва та знесення Construction and Demolition Waste-based “Green” Demountable Structural Components	Розроблення екологічно безпечного рішення для створення нового матеріалу – геополімерної бетонної суміші, одержуваної з CDW, для великих структурних модулів, які можна швидко і легко встановлювати на місці без втрати енергії або створення відходів	2021-2023, завершено	Великобританія (координатор та учасники)	Horizon 2020 Framework Programme
14	До циркулярної економіки зі зменшенням зростання: пояснення режиму матеріальної валоризації міських регіонів Towards a circular degrowth economy: Explaining the material valorization regime of city-regions	Дослідження правових, просторових й економічних правил, які визначають політичну відповідальність, географію та фінансову архітектуру потоків будівельних, харчових і теплових відходів у Гамбурзі, Амстердамі, Барселоні, Відні та Мілані	2022-2027, виконується	Нідерланди (координатор і учасники)	Horizon Europe (HORIZON)
15	Повторне використання збірного бетону для циркулярної економіки Reusing precast concrete for a circular economy	Дослідження системних змін, необхідних для переходу до циркулярної екосистеми в будівництві	2021-2025, виконується	Фінляндія (координатор), Швеція, Нідерланди, Німеччина, Хорватія	Horizon 2020 Framework Programme
16	Стале застосування будівельного вапна на основі циркулярної економіки та біоміметичних підходів Sustainable Building Lime Applications via Circular Economy and Biomimetic Approaches	Розроблення інноваційних рішень у сфері виробництва будівельного вапна	2021-2025, виконується	Португалія (координатор), Іспанія, Нідерланди, Бельгія, Польща, Німеччина	Horizon 2020 Framework Programme
17	Інтегровані, циркулярні та цифровізовані сталі рішення для мінімізації відходів і	Розроблення інноваційних рішень для сталого виробництва дерев'яних конструкцій з метою	2023-2027,	Данія (координатор), Фінляндія,	Horizon Europe (HORIZON)

	вловлення вуглецю в будівельному секторі Integrated, circular, and digitally supported sustainable solutions for waste minimization and carbon capture in buildings and the construction sector	зменшення залежності Європи від невідновлюваних ресурсів, скорочення викидів парникових газів, зменшення утворення відходів	виконується	Румунія, Італія, Швеція, Іспанія, Нідерланди, Естонія, Австрія, Об'єднане Королівство	
18	Демонстрація реальних і доступних екологічних будівельних рішень із найвищим рівнем продуктивності протягом усього життєвого циклу та покращеної циркулярності Demonstrating Real and Affordable Sustainable Building Solutions with Top-level whole life-cycle performance and Improved Circularity	Сприяння впровадженню перспективних і доступних нових технологій, процесів і продуктів у поєднанні з новими бізнес-моделями для швидшого виходу на ринок, що веде до підвищення стійкості будівництва	2023-2027, виконується	Бельгія (координатор), Франція, Швеція, Німеччина, Іспанія, Естонія, Норвегія, Нідерланди	Horizon Europe (HORIZON),
19	Циркулярний залізобетон з оновленими відходами Circular reinforced concrete with upgraded waste	Демонстрація революційної циркулярної технології для будівництва, яка мінімізує використання сировини	2022-2027, виконується	Нідерланди (координатор), Ірландія	Programme for the Environment and Climate Action (LIFE)
20	Стимулювання використання циклічних інтегрованих рішень у ланцюгах вартості будівництва Boosting the uptake of circular integrated solutions in construction value chains	Формування центру взаємодії для п'яти пілотних проектів, розгорнутих у різних європейських регіонах, які у великому масштабі висвітлюють і демонструють нові й інтегровані рішення для знесення, переробки будівельного сміття та його валоризації	2023-2027, виконується	Іспанія (координатор), Франція, Сербія, Чехія, Греція, Італія, Німеччина, Норвегія	Horizon Europe (HORIZON)
21	Автоматизовані рішення для сталого та циркулярного управління відходами будівництва та знесення Automated solutions for sustainable and circular construction and demolition waste management	Розроблення, тестування та демонстрація цифрової системи управління інформацією для співпраці зацікавлених сторін у відстеженні будівельних відходів, уникнення їх утворення при будівництві та знесенні	2022-2026, виконується	Чехія (координатор), Іспанія, Кіпр, Греція, Китай, Великобританія	Horizon Europe (HORIZON)
22	Мобільна та інноваційна циркулярність для будівельної продукції	Створення територіального центру для CDW, через який приватні,	2022-2027,	Болгарія (координатор),	Horizon Europe

	MOBile and Innovative Circularity for CONstruction PROducts	державні та наукові ключові зацікавлені сторони, а також громадяни співпрацюватимуть для впровадження циркулярності до будівельної екосистеми в регіоні	виконується	Франція, Бельгія, Данія, Сербія	(HORIZON)
23	Перероблені матеріали з доданою вартістю з відходів будівництва та знесення Value-added recycled materials from construction and demolition waste	Упровадження інноваційної технології сортування, що дозволяє відокремлювати інертні фракції (заповнювачі, цеглу, плитку тощо) та уможливить вироблення вторинної сировини з доданою вартістю для повторного використання в будівельному секторі	2023-2027, виконується	Італія (координатор), Австрія	Programme for the Environment and Climate Action (LIFE)
24	Територіальна система будівництва для циркулярного середовища з низьким вмістом вуглецю A Territorial Construction System for a Circular Low-Carbon Built Environment	Оскільки переробка цементу та сталі має обмежений потенціал для подальшого підвищення ефективності матеріалів, увага зосереджена на заміні їх альтернативами з низьким вмістом вуглецю та/або вбудовуванні їх у багаторазові будівельні компоненти	2023-2027, виконується	Іспанія (координатор), Нідерланди, Італія, Греція, Бельгія, Великобританія	Horizon Europe (HORIZON)

Джерело: складено за (European Commission, 2024).

**Myroslava O. Soldak,**

*PhD in Economics, Leading Researcher*

Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: soldak@nas.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0002-4762-3083>

### **THE DEPLOYMENT OF CIRCULAR INDUSTRIAL ECOSYSTEMS – THE CONDITION OF ECO-EFFICIENT ELIMINATION OF THE CONSEQUENCES FOR THE ENVIRONMENT CAUSED BY MILITARY ACTIONS**

The consequences of military actions are an unprecedented case of environmental damage in Ukraine. According to official data, more than 670,000 tonnes of waste were generated due to the damage (destruction) of buildings and structures as a result of hostilities in the territory of Ukraine, which can be considered the minimum possible amount according to the preliminary assessment. Attacks continue and lead to increased volumes of waste, burden on land use in communities and creation of ecological threat.

International experience shows the possibility of obtaining ecological, social and economic benefits from the reuse of construction and demolition waste. In the context of the implementation of the European integration vector, Ukraine should focus on the effective management of such waste

based on the principles of the circular economy – reuse, recycling and recovery. The fulfilment of this urgent task is possible thanks to the creation of conditions for the deployment of industrial circular ecosystems – a set of entities of various economic activity sectors and civil society that work and evolve together with the aim of creating added value based on the principles of reducing the use of primary materials, reusing materials and products, their processing and recovery, thereby extending the life cycle of goods and forming their enhanced value.

The purpose of the article is to substantiate the expediency of deploying circular industrial ecosystems as a condition for eco-efficient elimination of the consequences for the environment caused by military actions.

Based on the example of the eponymous project of the global company Energy Vault on gravitational energy storage using composite blocks, which are created with industrial waste and construction and demolition waste, key actions are outlined that will contribute to the emergence and development of circular industrial ecosystems in Ukraine around existing technologies. A range of problematic issues that need to be solved for the formation of institutions, routines, behaviour and culture of economic entities for the deployment of circular industrial ecosystems, in particular, with the aim of eco-efficient elimination of the consequences for the environment caused by military actions, is outlined. Recommendations have been provided on updating the legal support for the management of waste from the demolition of buildings and structures as a result of hostilities; reforming and expanding the range of tools for stimulating sustainable waste management; as well as developing interdisciplinary research.

*Keywords:* circular industrial ecosystems, circular economy, environment, construction and demolition waste, destruction waste.

*JEL:* O13; L70

*Формат цитування:*

Солдак М. О. (2024). Розгортання циркулярних промислових екосистем – умова еко-ефективної ліквідації наслідків для довкілля, спричинених воєнними діями. *Економіка промисловості*. № 4 (108). С. 5-33. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.04.005>

Soldak, M. O. (2024). The deployment of circular industrial ecosystems – the condition of eco-efficient elimination of the consequences for the environment caused by military actions. *Econ. promisl.*, 4 (108), pp. 5-33. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.04.005>

*Надійшла до редакції 07.11.2024 р.*

**Дмитро Олександрович Лазаренко,***доктор екон. наук, професор*Державний податковий університет України  
вул. Університетська, 31, м. Ірпінь, 08201, УкраїнаE-mail: [lazd77@gmail.com](mailto:lazd77@gmail.com)<https://orcid.org/0000-0002-9957-6311>;**Яніна Василівна Белінська,***доктор екон. наук, професор*Державний податковий університет України  
вул. Університетська, 31, м. Ірпінь, 08201, УкраїнаE-mail: [071065@ukr.net](mailto:071065@ukr.net)<https://orcid.org/0000-0002-9685-0434>;**Дмитро Олександрович Папук,***аспірант*Інститут економіки промисловості НАН України,  
вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, УкраїнаE-mail: [Dpgym@ukr.net](mailto:Dpgym@ukr.net)<https://orcid.org/0009-0000-0409-8939>

## ЗАЛУЧЕННЯ ЕКОІНДУСТРІАЛЬНИХ ПАРКІВ У ЦИРКУЛЯРНУ ЕКОНОМІКУ: ДЕРЖАВНА ПІДТРИМКА ПІДПРИЄМСТВ ІЗ ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКТІВ РУЙНАЦІЇ

Актуальність даного дослідження полягає в необхідності подолання економічної, екологічної та енергетичної криз України, що загрожує стійкості її економіки. Екоіндустріальні парки передбачають застосування інноваційного підходу до вирішення економіко-екологічних проблем. Мета статті – дослідження ролі екоіндустріальних парків і визначення доцільності функціонування підприємств переробки будівельного сміття в Україні в контексті впровадження принципів циркулярної економіки та їх державної підтримки. Предметом дослідження є екоіндустріальні парки, зокрема виробництва з переробки будівельного сміття. Використано загальнонаукові методи системного і порівняльного аналізу, статистичних розрахунків, метод узагальнень. Визначено переваги екоіндустріальних парків щодо: створення нових робочих місць у високотехнологічних секторах економіки; залучення інвестицій, оскільки вони дозволяють знизити виробничі витрати та підвищити конкурентоспроможність підприємств; зміцнення технологічної бази шляхом розвитку нових технологій та інновацій у сфері екологічно чистого виробництва; поліпшення екологічної ситуації через зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, очищення водних ресурсів та збереження біорізноманіття; підвищення енергоефективності завдяки використанню відновлюваних джерел енергії та інших енергоефективних технологій, що дозволяє знизити залежність від традиційних енергоносіїв. Доведено, що одним із пріоритетних напрямів відбудови України відповідно до кращих світових стандартів і практик циркулярної економіки має стати переробка великої кількості будівельного сміття, що потребує розроблення відповідної стратегії. Аналіз практичних прикладів проектів рециклінгу будівельних відходів із використанням міжнародного досвіду свідчить, що кожна гривня, вкладена в переробку будівельного сміття, може збільшити ВВП України на 6,25 грн за рахунок мультиплікативного ефекту (прямого і непрямого). Обґрунтовано необхідність розвитку в Україні екоіндустріальних парків. З цією метою уряд України запровадив такі заходи, як звільнення учасників парків від податку на прибуток, імпортного мита та податку на додану вартість на ввезення обладнання для виробництва в таких парках; надання пільг щодо сплати земельного податку та



© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2024

податків на нерухомість; надання коштів на безповоротній основі для облаштування та/або будівництва об'єктів суміжної інфраструктури індустриальних парків, компенсації відсоткової ставки за кредитами (позиками) на облаштування тощо.

*Ключові слова:* екоіндустріальні парки, переробка будівельного сміття, відновлення промислових підприємств, державна підтримка індустриальних парків, циркулярна економіка, рециклінг.

*JEL:* Q53, L52

На сучасному етапі розвитку Україна має економічну, екологічну й енергетичну кризи, що загрожує стійкості її економіки. Водночас потреба в подоланні екологічної кризи та необхідність «зеленого» переходу до циркулярної економіки набуває все більшої актуальності у світі. Зростання кількості населення та індустриалізація призводять до виснаження природних ресурсів, забруднення довкілля та зміни клімату. Це актуалізує завдання пошуку нових, більш екологічних моделей економічного розвитку країн.

Екоіндустріальні парки (ЕІП) передбачають застосування інноваційного підходу до вирішення економіко-екологічних проблем, оскільки вони об'єднують на одній території різноманітні підприємства, що взаємодіють між собою, використовуючи відходи одних як сировину для інших. Циклічність виробничих бізнес-процесів дозволяє мінімізувати споживання ресурсів, зменшити кількість відходів і забруднень, а також підвищити енергоефективність виробництва.

Основу функціонування ЕІП становлять принципи циркулярної економіки. На відміну від лінійної економіки, заснованої на моделі «видобуток-виробництво-споживання-утилізація», циркулярна передбачає створення замкнутих циклів, де відходи стають ресурсами. Це дозволяє досягти більш економічного використання природних ресурсів і зменшити тиск на довкілля.

Великі витрати на ЕІП роблять їх надто ризикованими проектами для приватних інвесторів, тому держава відіграє провідну роль у їх формуванні та підтримці, що обумовлено необхідністю створення нових робочих місць, залучення інвестицій, зміцнення технологічної бази та вирішення

екологічних проблем. Усе це посилює значення «зеленого» напрямку в економіці.

Проблема розвитку екоіндустріальних парків активно досліджується науковцями і практиками. Наукові праці вітчизняних учених, таких як О. Івашко, В. Галасюк, Н. Шевчук, охоплюють широкий спектр питань: від теоретичних засад створення екоіндустріальних парків до практичних аспектів їх функціонування. Особлива увага приділяється аналізу міжнародного досвіду, виявленню сильних і слабких сторін української моделі екоіндустріальних парків, а також розробленню рекомендацій щодо підвищення їх ефективності. Теоретичні та практичні аспекти розвитку індустриальних парків у системі інвестиційної безпеки держави проаналізував О. Івашко, що дозволило йому «вписати» їх у цю систему, визначити основні загрози, ризики та переваги розвитку індустриальних парків для економічної безпеки України (Ivashko, 2018). Світовий досвід створення індустриальних парків, а також перспектив і можливостей в Україні досліджують В. Галасюк (Halasiuk, 2018) та Н. Шевчук (Shevchuk, 2021). В. Бойко розглядає індустриальні парки як механізм залучення інвестицій для відновлення економіки у післявоєнний період, що створило теоретичні основи для практичних рекомендацій щодо дій держави на поточному етапі (Boiko, 2023). О. Марчишинець та С. Марчишинець визначають можливості використання індустриальних парків як інструмент залучення інвестицій у реальний сектор економіки регіону (Marchyshynets, 2017). Акцент на регіональному аспекті функціонування екоіндустріальних парків дозволив розробити пропозиції щодо розміщення парків по території України з максимальним використанням потенціалу регіонів.

*Мета* статті – дослідження ролі екоіндустріальних парків і визначення доцільності функціонування підприємств переробки будівельного сміття в Україні в контексті впровадження принципів циркулярної економіки.

Екоіндустріальний парк – це спільнота виробників і постачальників послуг, розташованих на спільній території. Учасники цієї спільноти відкриті та співпрацюють між собою з метою підвищення економічних, екологічних і соціальних показників діяльності шляхом управління спільними ресурсами. На практиці це спеціальна зона промислового призначення, яка сприяє сталому розвитку в результаті забезпечення соціальних, економічних й екологічних параметрів у процесах вибору розташування, планування, управління та повсякденного функціонування із застосуванням циркулярних технологій.

Ідея екоіндустріальних парків зародилася на початку 1990-х років як відповідь на проблему посилення впливу промисловості на довкілля. Уперше концепцію екоіндустріальних парків винесли на обговорення у 1992 р. на конференції Організації Об'єднаних Націй з довкілля та розвитку у Ріо-де-Жанейро. У 1990-х роках країни Європи, США, Японія, Канада, Китай та Індія офіційно прийняли концепції екоіндустріального розвитку. Спочатку наголошувалося на зменшенні відходів і забруднення. Проте з часом концепція ЕІП еволюціонувала, охопивши ширший спектр питань сталого розвитку, включаючи економічні та соціальні аспекти. Сьогодні ЕІП розглядаються як інструмент для створення більш стійких і конкурентоспроможних промислових кластерів, де підприємства співпрацюють для ефективного використання ресурсів і мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. ЕІП надають можливість розташувати виробництва на майданчиках, які забезпечені відповідною фізичною та соціальною інфраструктурою, з адміністративною підтримкою менеджерської компанії та можливостями співпрацювати з іншими заради економії ресурсів, вартість на які постійно зростає в Україні, та вторинного вико-

ристання ресурсів через їх переробку. Концепція ЕІП передбачає застосування інтегрованого підходу до управління промисловими зонами, спрямованого на мінімізацію негативного впливу на довкілля та підвищення економічної ефективності. На відміну від традиційних індустріальних зон, ЕІП сприяють співпраці між підприємствами, обміну ресурсами та енергією, а також упровадженню інноваційних технологій.

Екоіндустріальні парки мають значні переваги для розміщення підприємств, які здійснюють утилізацію та переробку будівельних відходів, а саме:

інтеграція ресурсів – екоіндустріальні парки створюють умови для обміну матеріалами, енергією та відходами між підприємствами. Підприємства з переробки будівельних відходів можуть використовувати залишкові матеріали інших компаній, що знижує витрати на сировину й енергію;

екологічна інфраструктура – такі парки забезпечені необхідною інфраструктурою для технологічної обробки відходів, що полегшує роботу з утилізацією та мінімізує вплив на довкілля;

зниження витрат – спільне використання інфраструктури (дороги, комунікації, переробні заводи) і логістичних ресурсів скорочує операційні витрати для підприємств з утилізації будівельних відходів;

доступ до технологій – екоіндустріальні парки сприяють упровадженню інноваційних технологій і процесів, що підвищують ефективність утилізації та переробки відходів, дозволяючи підприємствам оптимізувати свої виробничі процеси;

підтримка циркулярної економіки – розташування в екоіндустріальних парках сприяє реалізації принципів циркулярної економіки, де будівельні відходи можуть бути перероблені та використані повторно в будівництві або для інших цілей;

стимули від уряду – багато країн надають фінансові або податкові пільги підприємствам, які працюють в екоіндустріальних парках і впроваджують екологічні практики;

«зелений» імідж – розміщення в такому парку поліпшує репутацію компанії, підкреслюючи її відданість екологічним принципам і відповідальність перед суспільством.

Учасники індустріальних парків (ІП) в Україні можуть одержати податкові преференції, передбачені законодавством для стимулювання інвестицій у такі проекти. Основні податкові пільги включають:

1. Звільнення від податку на прибуток. Учасники ЕІП можуть бути звільнені від сплати податку на прибуток протягом перших 10 років з моменту отримання прибутку від діяльності на території індустріального парку.

2. Звільнення від сплати ПДВ на імпорт обладнання. Учасники ЕІП звільнюються від сплати податку на додану вартість (ПДВ) при ввезенні обладнання, що не виробляється в Україні та буде використовуватися для виробничих потреб на території індустріального парку.

3. Зниження податку на землю. Місцеві органи влади можуть надавати знижки або повне звільнення від сплати податку на землю для учасників ЕІП на певний період. Це може значно скоротити операційні витрати компаній.

4. Звільнення від ввізного мита. Учасники ІП можуть бути звільнені від ввізного мита на обладнання та інші матеріали, які використовуються для будівництва чи модернізації виробничих потужностей.

5. Прискорена амортизація основних засобів. Підприємства, які працюють в індустріальних парках, можуть скористатися прискореною амортизацією основних засобів, що дозволяє швидше списувати вартість обладнання та інших інвестицій, знижуючи податкове навантаження.

6. Пільги на місцеві податки та збори. Місцеві органи влади можуть надавати додаткові пільги або звільнення від певних місцевих податків і зборів для учасників ЕІП, що сприяє розвитку економічної активності на регіональному рівні.

Незважаючи на переваги, досить високі витрати на створення ЕІП роблять ці проекти занадто ризикованими для приват-

них інвесторів, що потребує державної підтримки. До повномасштабного вторгнення в Україні була низка зареєстрованих індустріальних парків, проте на практиці лише одиниці з них ефективно працювали. Наразі з урахуванням рекомендацій та за підтримки UNIDO Міністерство економіки України працює над Національною стратегією індустріальних парків, яка враховуватиме положення про екоіндустріальні парки. Паралельно з цим бізнес уже може запроваджувати сталі практики та налагоджувати співпрацю, що відповідає критеріям екоіндустріальних парків, закріплених у Міжнародних положеннях про екоіндустріальні парки.

Останнім часом процес створення ЕІП активізувався. 15 березня 2024 р. Кабінет Міністрів України ухвалив рішення про включення до Реєстру індустріальних (промислових) парків двох парків у двох областях на заході України. У Рівненській області на площі 28,1 га створено індустріальний парк «Форментор» зі спеціалізацією у сферах переробної промисловості, інформації та телекомунікацій, альтернативної енергетики, машинобудування, переробки та утилізації відходів, науково-технічної діяльності. Цей індустріальний парк, який спеціалізується на промисловій переробці, має 1400 робочих місць, а також інвестиції на суму 1 млрд грн.

Індустріальний парк «ІнПарк Борислав» буде створений на площі понад 20 га на Львівщині. Спеціалізація – переробна промисловість з акцентом на меблеву промисловість і виробництво транспортних засобів. Очікується створення більш ніж 2300 робочих місць і залучення інвестицій на суму 2 млрд грн (Marchyshynets, 2017).

Для стимулювання індустріальних парків урядом було запроваджено низку преференцій, зокрема звільнення учасників парків від податку на прибуток, від імпортного мита та податку на додану вартість на ввезення обладнання для виробництва в таких парках, надання пільг щодо сплати земельного податку та податків на нерухомість, надання коштів на безповоротній основі для облаштування та/або будівництва

об'єктів суміжної інфраструктури індустріальних парків, компенсації відсоткової ставки за кредитами (позиками) на облаштування тощо (Стратегія розвитку, 2023).

У Стратегії розвитку індустріальних парків на період до 2030 року розроблено рекомендації для їх упровадження. На функціонування індустріальних парків позитивно впливатиме реалізація таких заходів:

створення умов для сталого розвитку індустріальних парків на кшталт інвестиційних майданчиків, забезпечених необхідною інженерно-транспортною інфраструктурою;

постійне стимулювання резидентів індустріальних парків;

розроблення планів регіональної стратегії розвитку мережі індустріальних парків із визначенням пріоритетності реалізації відповідних конкретних заходів;

створення умов для першочергового забезпечення електроенергією майданчиків, на яких планується створення індустріальних парків, а також підключення їх до існуючих електричних мереж;

з метою запровадження моделі еко-індустріальних парків забезпечення підтримки з боку державних органів програми розвитку індустріальних парків шляхом фінансування заходів щодо поліпшення економічних, енергетичних й екологічних показників їх функціонування (Hordiichuk, 2022).

Слід зауважити, що фінансування ЕІП на території України виведено з-під дії закону «Про державну допомогу». У принципі таке положення суперечить міжнародним зобов'язанням за Угодою про асоціацію з ЄС, що може стати джерелом проблем у майбутньому, коли Україна стане повноцінним членом ЄС.

Згідно із законодавством індустріальний парк може отримати до 150 млн грн (3,8 млн дол.) на умовах співфінансування 50/50. Для індустріальних парків на деокупованих територіях держава покриває 80% видатків (до 150 млн грн). Також пропонується відшкодування 50% вартості приєднання до електричних мереж (максимальна сума становить 150 млн грн). Щоб отримати

фінансування, в індустріальному парку має бути побудовано не менше 5000 м<sup>2</sup> виробничих площ і залучено не менше двох учасників протягом трьох років.

У 2024 р. в Україні створено повний каталог індустріальних парків. Виключення з меж дії Закону «Про державну допомогу» бюджетної підтримки індустріальних парків не заважає уповноваженому органу з питань державної допомоги – Антимонопольному комітету (АМК) оцінювати програми державної підтримки індустріальних парків, як того вимагає Угода про асоціацію та зазначено в роз'ясненнях комітету щодо дії закону про державну допомогу під час воєнного стану.

Таким чином, державна підтримка створення екоіндустріальних парків згідно з принципами циркулярної економіки є важливим кроком у процесі переходу до сталого розвитку та вирішення гострих енергетичних й екологічних проблем, коли відходи одних підприємств стають сировиною для інших. У руслі євроінтеграції уряд України прагне змінити енергетичну політику, що передбачає впровадження «зеленої» енергетики та вторинного використання ресурсів. У результаті обстрілів в Україні загострилися енергетичні проблеми, було зруйновано значну частину промислового потенціалу та накопичився значний обсяг будівельних відходів. У даному контексті актуалізувалося завдання переробки будівельних відходів згідно з принципами циркулярної економіки.

В Україні станом на 2023 рік, за оцінками ООН та інших міжнародних організацій (Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine, 2023), через велику кількість руйнувань накопичилося багато вторинної будівельної сировини. Наприклад, лише в Київській області обсяг будівельних відходів становить понад 75,000 м<sup>3</sup>, і це лише початковий етап очищення та розбирання завалів. Загальна площа пошкоджених або зруйнованих об'єктів становить 83,1 млн м<sup>2</sup>, або 8,2% від загальної площі житлового фонду України. За даними обласних військових адміністрацій станом на 31.10.2023 р. найбільша кількість відходів від руйнувань фіксується у Ки-

ївській, Херсонській, Харківській, Миколаївській, Донецькій та Запорізькій областях (див. рисунок). Від початку повномасш-

табного вторгнення РФ в Україні вже утворилося понад 670 тис. т відходів руйнації.

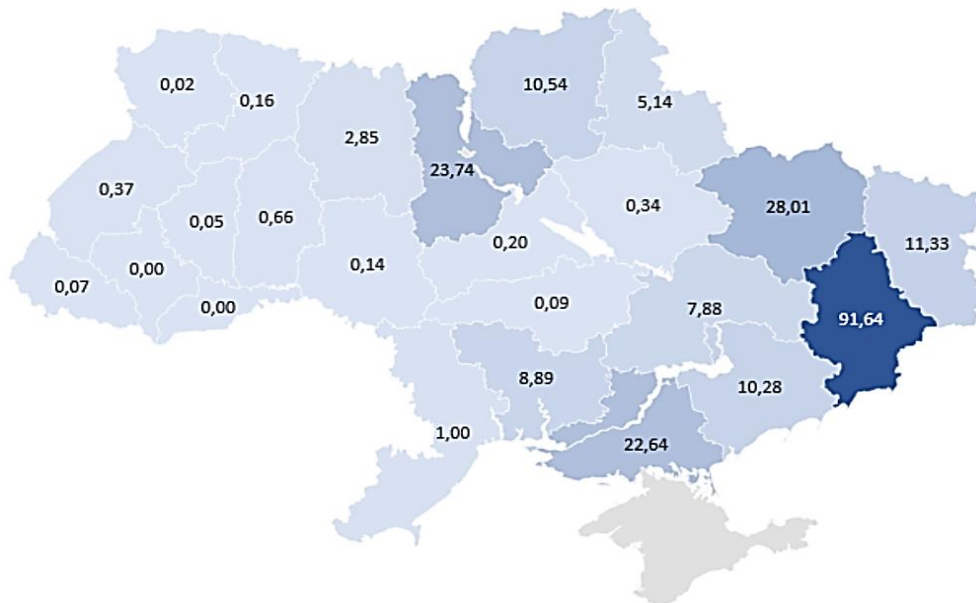


Рисунок – Регіональний розподіл кількості зруйнованих або пошкоджених об'єктів житлового фонду, тис. од.

Джерело: складено за (KSE Report on damages to infrastructure from the destruction caused by Russia's military aggression against Ukraine as of January 2024. URL: [https://kse.ua/wpcontent/uploads/2024/05/Eng\\_01.01.24\\_Damages\\_Report.pdf](https://kse.ua/wpcontent/uploads/2024/05/Eng_01.01.24_Damages_Report.pdf)).

Ступінь пошкодженень будівель і споруд може бути різним. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань унаслідок воєнної агресії РФ проти України станом на початок 2024 р. містить такі показники:

часткового пошкодження (ступінь руйнування менше або дорівнює 10%) зазнали 16,9 тис. житлових будівель (загальна площа – 15,6 млн м<sup>2</sup>);

середніх пошкодженень (ступінь руйнування – від 10 до 40%) зазнали 84,5 тис. житлових будівель (загальна площа – 48,12 млн м<sup>2</sup>);

повністю зруйновано (ступінь руйнування – понад 40%) зазнали 65,8 тис. житлових будівель (загальна площа – 25,24 млн м<sup>2</sup>).

Таким чином, одним із пріоритетних напрямів відбудови України відповідно до кращих світових стандартів і практик циркулярної економіки має стати переробка великої кількості будівельного сміття. Це потребує розроблення стратегії поводження з будівельними відходами, зокрема на рівні

громад. Доцільно розглянути декілька практичних прикладів з урахуванням міжнародного досвіду.

У табл. 1 наведено розрахунки проекту рециклінгу уламків сирійського міста Алеппо, де внаслідок бойових дій утворилося 15 млн т будівельного сміття.

У разі переробки сміття вартість його транспортування на утилізацію та обсяги шкідливих викидів зменшуються, створюється цінність із переробленого матеріалу, забезпечується зайнятість місцевого населення.

Ефективно вирішують завдання переробки будівельного сміття спеціальні мобільні установки (табл. 2). Високоякісні та інноваційні рішення в галузі дробильного обладнання розробляють провідні світові виробники, насамперед Sandvik (Швеція) та Metso Outotec (Фінляндія), які пропонують потужні мобільні дробарки. Крім цього на світовому ринку, зокрема в Україні, виготовляють установки компактного класу з не дуже високою продуктивністю.

Таблиця 1 – Варіанти утилізації будівельного сміття, яке утворилося в м. Алеппо

Показники	Вивезення на звалище	Переробка в межах міста	Переробка в передмісті
Грошові витрати, млн дол.	253	133	112
Витрати часу, років	12,5	6,5	6,0
Сировина з відходів, млн т	15,0	5,5	6,0
Масштаби рециклінгу, %	0	63	61
Емісія CO <sub>2</sub> , млн т	73	27	26
Нові робочі місця, од.	2600	8000	5400

Джерело: складено авторами.

Таблиця 2 – Потужність мобільних установок для переробки будівельного сміття зарубіжних і вітчизняних виробників

Виробник, країна	Сировина	Продуктивність, т/год.
Sandvik (Швеція)	Знос і переробка відходів	440
Metso Outotec (Фінляндія)	Тверда порода, бетонні відходи	до 400
AIMIX (Китай)	Бетонні відходи, цегляні відходи, асфальтові відходи	100-500
Fabo (Туреччина)	Твердий камінь	200-450
RUBBLE MASTER (Австрія)	Будівельне сміття	до 200
Аріес-Україна (Україна)	Бетон, залізобетон, асфальтобетон	140-200
Ківшсервіс (Україна)	Будівельне сміття	120-140

Джерело: складено за (Circularity Dataset Standardization, 2020).

Мобільні установки для переробки будівельного сміття базуються на використанні рециклінгу і шеренгових принципів. Загалом рециклінг передбачає перехід від традиційної лінійної економіки, яка базується на принципі ланцюгів «видобуток-виробництво-споживання-захоронення», до економіки, в якій ресурси використовуються повторно і максимально ефективно, – циркулярної. Непрямими позитивними наслідками рециклінгу є зменшення обсягів захоронення відходів, зниження рівня забруднення навколишнього середовища та збереження природних ресурсів.

У рамках рециклінгу будівельні відходи та будівельне сміття розглядаються як фракції для цінних матеріальних ресурсів, які можуть бути застосовані для виробництва нових будівельних матеріалів. Тому продуктивне використання будівельних відходів і включення їх як матеріальної основи до нових будівельних виробів (сумішей) передбачає продовження ланцюгів доданої вартості та потребує створення спеціалізованої лабораторії з дослідження фракцій і подальшої переробки продуктів руйнації та будівельних відходів у нові матеріали.

Проект створення такої лабораторії передбачає використання принципів циркулярної економіки і дозволяє врахувати соціальну, екологічну і комерційну складові проблеми «зеленого» відновлення.

Запропоновано такі етапи проекту:

1. Перші два роки – запуск бізнес-процесів сортування і подрібнення будівельного сміття з використанням орендованого (за принципами шерингової економіки) або придбаного спецобладнання.

2. Запуск спеціалізованої лабораторії з дослідження і подальшої переробки продуктів руйнації та будівельних відходів. На цьому етапі планується запуск виробничих потужностей щодо переробки будівельного сміття в готові будівельні матеріали.

3. Запуск бізнес-процесів із виробництва спецтехніки (передусім подрібнювачі) (табл. 3).

Економічний ефект від функціонування мережі таких переробних підприємств очікується на рівні 0,5-1,2% прямого впливу на ВВП України щорічно, з урахуванням податків та інших інвестицій у бюджет України та завдяки прямому і непрямому економічному ефекту їх діяльності.

Таблиця 3 – Складові етапів реалізації проєкту

Складові	Етап 1. Сортування і подрібнення будівельного сміття	Етап 2. Лабора- торне дослід- ження і подальша переробка про- дуктів руйнації та будівельних відходів	Етап 3. Застосу- вання шерингової бізнес-моделі вико- ристання спецтех- ніки за стандартом ISO/DIS 59020 (Гіпотеза)
Час реалізації етапу проєкту, років	2	2	2-5
Кількість інвестицій млн дол. США	3	5	30
Кількість задіяних громад	10	100	150
Кількість робочих місць на 1 ділянці	40	60	400
Продуктивність	500 тис. т відходів	1 млн т відходів	3 тис. дробарок на рік
Середня вартість обладнання, дол. США	70 тис.	1,5 млн	3 млн
Дохідність виробничого підприєм- ства, млн дол. США / рік	0,5	1	10
Масштабування проєкту, млн т буді- вельних відходів	до 1	до 5	до 10
Оцінка потенційної зайнятості: загальна кількість працівників	450	1000	5500
Виробничий персонал	400	920	5000
Адміністративний персонал	50	80	500
Частка виробленої продукції за проє- ктом, млн дол. США	1,2	7,5	21

Джерело: складено авторами.

Отже, при збільшенні потужності проєкту до 1 млн т / рік, збереженні середньої норми рентабельності 20% і зменшенні кількості адміністративного персоналу до 500 осіб частка виробленої продукції складе приблизно 21 млн дол.

Щодо визначення мультиплікативного впливу для економіки від переробки будівельного сміття, то потребують урахування декілька ключових чинників, а саме:

економічний вплив переробки – зниження витрат на захоронення відходів; створення нових робочих місць у секторі переробки та логістики; підвищення доходів у суміжних галузях (виробництво нових матеріалів);

збільшення споживчих витрат – завдяки підвищенню доходів працівників, зайнятих у переробці будівельного сміття, зростають споживчі витрати домогосподарств. Це сприяє підвищенню попиту на товари та послуги в інших секторах економіки;

екологічні вигоди – зниження забруднення довкілля та покращення екологічного стану регіонів, підвищення їх привабливості для інвесторів і туристів.

Підсумковий мультиплікативний ефект для економіки від переробки сміття можна розрахувати за формулою

$$ME=1/(1-MPC \times k),$$

де  $ME$  – мультиплікативний ефект;

$MPC$  – гранична схильність до споживання;

$k$  – коефіцієнт, що відображає економічний вплив від переробки відходів.

Гранична схильність до споживання в Україні становить приблизно 0,7 (тобто домогосподарства витрачають на споживання 70% доходів).

Коефіцієнт  $k$  для галузі переробки будівельного сміття може включати вплив на зайнятість, зростання доходів та інші чинники, які оцінюються на основі галузевих даних. Якщо припустити, що  $k$  для цієї галузі дорівнює 1,2 (наприклад, з урахуван-

ням інвестицій у нові технології, додаткових витрат на збут продукції тощо), то

$$ME=1/(1-0,7 \times 1,2)=6,25.$$

Це означає, що кожна гривня, вкладена в переробку будівельного сміття, може збільшити ВВП України на 6,25 грн за

рахунок мультиплікативного ефекту (прямого і непрямого).

Приклад орієнтовних параметрів проекту переробки сміття в Україні наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Розрахунок проекту переробки сміття в реаліях України

Показники	Етап 1. Сортування і подрібнення будівельного сміття		Етап 2. Лабораторне дослідження і подальша переробка продуктів руйнації та будівельних відходів		Етап 3. Виробництво спецтехніки	
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Рік	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Інвестиції, тис. євро	1500	1500	2000	2000	15000	15000
Кількість працівників, осіб	200	400	300	600	2000	5500
<i>Очікувані результати</i>						
Валовий дохід заводу, тис. дол. США	1800	3600	4000	8000		100 000
Матеріальні витрати, тис. дол. США	400	800	800	1600		45 000
Витрати на оплату праці, тис. дол. США	600	1200	1200	2400		5 000
Інші накладні витрати, тис. дол. США	150	300	300	600		12 000
Валовий прибуток, тис. дол. США	650	1300	1700	3400		38 000
Податок на прибуток (18%), тис. дол. США	117	234	306	612		6840
Податок на землю (розрахунок на 300 Га по 10 тис. дол. США), тис. дол. США	15	15	25	25		30
Інші податки (транспортний, екологічний), тис. дол. США	40	60	50	70		130
Загальна сума сплачених податків, тис. дол. США	172	309	381	707		7000
Курс грн./дол. США	40	41	42	43	44	45
ВВП України, млрд дол. США	121,79	122,3	123,0	123,8	124,6	125,5
Внесок у ВВП, %	0,05	0,1	0,0323	0,0625	0,9	1,2

Джерело: складено авторами.

У 2030 р. проект досягає пікового значення – 1,2% внеску у ВВП, що є суттєвим показником для окремого підприємства. Це свідчить про те, що завод із переробки сміття має високий потенціал щодо впливу на економіку країни, особливо в умовах збільшення масштабів виробництва і застосування новітніх технологій.

Окрім визначеної економічної ефективності для економіки завдяки мультиплікативному ефекту, проекти переробки сміття в Україні відповідають важливим міжнародним трендам і зобов'язанням, пов'язаним

із циркулярною економікою та «зеленим» відновленням, насамперед таким цілям сталого розвитку (ЦСР) ООН (Bellantuono at al., 2017; Nuhu at al., 2022; Zhang at al., 2023):

Ціль 11. Стійкі міста та громади: реалізація проекту сприятиме зменшенню обсягу захоронення відходів і забруднення довкілля, роблячи міста та громади більш стійкими.

Ціль 12. Відповідальне споживання та виробництво: зменшення використання первинних ресурсів стимулює повторне

використання та переробку матеріалів, що відповідає принципам відповідального споживання та виробництва.

Ціль 13. Заходи щодо боротьби зі зміною клімату: зменшення викидів парникових газів, пов'язаних із видобутком та виробництвом будівельних матеріалів, що здійснює внесок у боротьбу зі зміною клімату.

На поточному етапі Україна має всі можливості для реалізації проєктів переробки сміття згідно з принципами циркулярної економіки, до яких можна віднести:

- наявність ресурсів/сировини;
- наявність передових технологічних рішень/розробок;

- високі логістичні можливості;
- значний зовнішній ринок і низька конкуренція;

- низька собівартість виробництва в Україні порівняно з іншими країнами.

З урахуванням наявних можливостей, економічних вигід і відповідності міжнародним трендам розбудова ЕПП, їх державна підтримка та розвиток підприємств із переробки будівельного сміття є перспективними напрямками державної підтримки як на поточному етапі, так і в період повоєнної розбудови.

*Висновки.* Розвиток мережі моделі екоіндустріальних парків є актуальним завданням держави на поточному етапі. Його виконання відповідає міжнародним зобов'язанням України та сприяє вирішенню соціальних, економічних й екологічних проблем.

Причиною підвищеної уваги держави до розвитку ЕПП є такі їх переваги:

- екологічні стандарти ЕПП сприятимуть забезпеченню відповідності вітчизняної продукції міжнародним стандартам і підвищенню її конкурентоспроможності на світовому ринку;

- згідно з міжнародними положеннями про екоіндустріальні парки вони є привабливими для прямих міжнародних інвесторів, зацікавлених у сталому й інклюзивному розвитку;

- ЕПП забезпечують ресурсоефективність, чисте виробництво, зменшення вики-

дів вуглецю, що відповідає вимогам політики ЄС;

- індустріальний симбіоз, передбачений концепцією екоіндустріальних парків і відзначений у європейській політиці «зеленого переходу» як інструмент досягнення вуглецевої нейтральності;

- соціальна складова екоіндустріальних парків сприяє не лише відновленню діяльності релокованих підприємств, але і забезпечує їх працівників якісною соціальною інфраструктурою;

- екоіндустріальні парки передбачають створення нових робочих місць із високими стандартами праці, що є надважливим для України.

Особливе місце посідає питання переробки будівельного сміття. Згідно з виконаними розрахунками проєкти щодо такої діяльності можуть бути достатньо продуктивними та сприяти вирішенню гострої для України проблеми щодо накопичення величезних запасів будівельних відходів. Ефективність таких проєктів пов'язана з:

- використанням місцевих будівельних відходів, що зменшує витрати на імпорт сировини;

- створенням нових робочих місць, що сприяє економічному розвитку регіонів;

- екологічною корисністю, оскільки зменшення обсягів захоронення відходів знижує навантаження на довкілля;

- використанням вторинної сировини, що знижує потребу у видобутку природних ресурсів;

- поліпшенням добробуту і підвищенням якості життя населення;

- зниженням рівня безробіття;

- розвитком міжнародного співробітництва.

У 2030 р. кожна гривня інвестицій у проєкт забезпечуватиме значний економічний ефект, генеруючи понад 6,67 грн валового доходу. Такий високий коефіцієнт рентабельності свідчить про те, що інвестиції в переробку будівельних відходів є високоефективними та здатні суттєво впливати на економічний розвиток України.

З урахуванням позитивних результатів розвитку ЕПП ухвалено нормативно-

законодавчі акти, де містяться такі заходи щодо їх підтримки: звільнення учасників парків від податку на прибуток, імпортного мита та податку на додану вартість на введення обладнання для виробництва в таких парках; надання пільг щодо сплати земельного податку та податків на нерухомість; надання коштів на безповоротній основі для облаштування та/або будівництва об'єктів суміжної інфраструктури індустриальних парків; компенсація відсоткової ставки за кредитами (позиками) на облаштування тощо.

### Література

- Бойко В. О. (2023). Індустриальні парки – ефективний інструмент залучення інвестицій для відновлення економіки у післявоєнний період. *Економіка та суспільство*. № 49. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2306/2227> (дата звернення: 09.09.2024).
- Галасюк В. В. (2018). Індустриальні парки: світовий досвід та перспективи створення в Україні. *Економічний аналіз: зб. наук. праць*. Т 28. № 1. С. 40-50. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/33691/1/7.pdf> (дата звернення: 09.09.2024).
- Гнап А., Міронова Н. (2024). Рекомендації щодо впровадження міжнародних стандартів та відкритих даних для підтримки переходу України до низьковуглецевої та циркулярної економіки: звіт ТОВ «Вейст Юкрейн Аналітікс» у межах проекту «Прозорість та підзвітність у державному управлінні та послугах / TAPAS», що реалізується МБО «Фонд Східна Європа» за сприяння Міністерства цифрової трансформації України. URL: [https://tapas.org.ua/wp-content/uploads/2024/02/Rekomendatsii\\_shchodo\\_vprovadzhenia.pdf](https://tapas.org.ua/wp-content/uploads/2024/02/Rekomendatsii_shchodo_vprovadzhenia.pdf) (дата звернення: 09.09.2024).
- Гордійчук Д. (2022, 21 червня). Індустриальні парки отримують митні та податкові пільги – Рада ухвалила закони. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2022/06/21/687312/> (дата звернення: 09.09.2024).
- Івашко О. (2018). Індустриальні парки в системі інвестиційної безпеки держави: теорія та практика. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. Вип. 4. С. 32-40. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/431482.pdf> (дата звернення: 09.09.2024).
- Кабмін України створив два індустриальні парки у Львівській і Рівненській областях з інвестиціями більше ніж 3 млрд грн (2023). *Gordonua*. URL: <https://gordonua.com/news/money/kabmin-ukrainy-sozdal-dva-industrialnykh-parka-vo-lvovskoj-i-rivnenskoj-oblastjakh-s-investitsijami-bolee-3-mlrd-hrn-170-1056.html> (дата звернення: 09.09.2024).
- Марчишинець О. В., Марчишинець С. М. (2017). Індустриальні парки як інструмент залучення інвестицій у реальний сектор економіки регіону. *Економіка і суспільство*. № 9. С. 16-22. URL: [https://economyandsociety.in.ua/journals/9\\_ukr/3.pdf](https://economyandsociety.in.ua/journals/9_ukr/3.pdf) (дата звернення: 09.09.2024).
- Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (2023, 10 листопада). Від початку повномасштабного вторгнення рф в Україні вже утворилося понад 670 тисяч тонн відходів руйнації. URL: <https://mepr.gov.ua/vid-pochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rf-v-ukrayini-vzhe-utvorylosya-ponad-670-tusyach-tonn-vidhodiv-rujnatsiyi/> (дата звернення: 09.09.2024).
- Про ЕІП (еко-індустріальні парки). Глобальна програма еко-індустріальних парків в Україні: реалізація на місцевому рівні. *Проект GEIPP Ukraine*. URL: <https://geipp-ukraine.org/pro-eip/> (дата звернення: 09.09.2024).
- Стратегія розвитку індустриальних парків на період до 2030 року (2023): Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24 лютого 2023 р. № 176-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/176-2023-%D1%80#n9> (дата звернення: 09.09.2024).
- Шевчук Н. (2021). Світовий досвід розвитку індустриальних парків та їхні переваги для розвитку економіки України. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. № 4 (28). С. 68-74. URL: <http://ppeu.stu.cn.ua/article/view/262444/258872> (дата звернення: 09.09.2024).

- Anastasovski A. (2023). What is needed for transformation of industrial parks into potential positive energy industrial parks? A review. *Energy Policy*. Vol. 173. Art. 113400. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113400>
- Bellantuono N., Carbonara N., Pontrandolfo P. (2017). The organization of eco-industrial parks and their sustainable practices. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 161. pp. 362-375. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.082>
- International Telecommunication Union (2012). Recommendation ITU-T L.1100 «Procedure for recycling rare metals in information and communication technology goods» URL: <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=11428>
- International Telecommunication Union (2019). Recommendation ITU-T L.1022 «Circular economy: Definitions and concepts for material efficiency for information and communication technology». URL: <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=13962> (дата звернення: 09.09.2024).
- ISO (2024a). ISO/CD 59004 Circular Economy – Terminology, Principles and Guidance for Implementation. URL: <https://www.iso.org/standard/80648.html?browse=tc> (дата звернення: 09.09.2024).
- ISO (2024b). ISO/CD 59020 Circular Economy – Measuring and assessing circularity. Edition 1. URL: <https://www.iso.org/standard/80650.html?browse=tc> (дата звернення: 09.09.2024).
- ISO (2024c). ISO/CD TR 59031 Circular economy – Performance-based approach – Analysis of cases studies. Under development URL: <https://www.iso.org/standard/81183.html?browse=tc> (дата звернення: 09.09.2024).
- ISO (2024d). ISO/WD 59040.2 Circular Economy – Product Circularity Data Sheet. Edition 1. URL: <https://www.iso.org/standard/82339.html?browse=tc> (дата звернення: 09.09.2024).
- KSE (2024, квітень). Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року. URL: [https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24\\_Damages\\_Report.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf) (дата звернення: 09.09.2024).
- Ministry of the Economy of Luxembourg (2023). Product Circularity Data Sheet (PCDS) v3.2s. URL: [https://pcds.lu/wp-content/uploads/2020/11/20200214\\_Light\\_PCDS\\_v3.2s\\_FORM.pdf](https://pcds.lu/wp-content/uploads/2020/11/20200214_Light_PCDS_v3.2s_FORM.pdf) (дата звернення: 09.09.2024).
- Nuhu S. K., Manan Z., Wan Alwi Sh. R., Reba M. N. (2022). Integrated modelling approach for an eco-industrial park site selection. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 368. Art. 133141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133141>
- Zhang B., Lan Yu L., Chuanwang Sun Ch. (2023). How do the National Eco-Industrial Demonstration Parks affect urban total factor energy efficiency? Evidence from a quasi-natural experiment. *Energy Economics*, Vol. 26. Art. 107018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107018>

## References

- Boiko, V. O. (2023). Industrial parks are an effective tool for attracting investments for economic recovery in the post-war period. *Economika ta suspilstvo*, 49. Retrieved from <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2306/2227> [in Ukrainian].
- Halasiuk, V. V. (2018) Industrial parks: world experience and prospects for creation in Ukraine. *Economichniy analiz: collection of scientific papers*, 28 (1), pp. 40-50. Retrieved from <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/33691/1/7.pdf> [in Ukrainian].
- Ннап А., Myronova N. (2024) Recommendations for the implementation of international standards and recommendations for the preparation of Ukraine's transition to a low-carbon and circular economy. Report of LLC "West Ukraine Analytics" in the inter-project "Transparency and Accountability in Government Management and Services / TAPAS", which is implemented by the MBO "Eastern Europe Foundation" for the assistance of the Ministry of Digital Transformation of Ukraine. Retrieved from <https://tapas.org.ua/wp-content/uploads/20>

- 24/02/Rekomendatsii\_shchodo\_vprovad\_zhennia.pdf [in Ukrainian].
- Hordiichuk, D. (2022, June 21). The Cabinet of Ministers of Ukraine created two industrial parks in the Lviv and Rivne regions with investments of more than UAH 3 billion. *Economichna pravda*. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/news/2022/06/21/687312/> [in Ukrainian].
- Ivashko, O. (2018). Industrial parks in the state investment security system: theory and practice. *Ekonomichni chasopys Skhidnoievropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 4, pp 32-40. Retrieved from <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/431482.pdf> [in Ukrainian].
- The Cabinet of Ministers of Ukraine created two industrial parks in the Lviv and Rivne regions with investments of more than UAH 3 billion (2023). *Gordonua*. Retrieved from <https://gordonua.com/news/money/kabmin-ukrainy-sozdal-dva-industrialnykh-parkavo-lvovskoj-i-rovenskoj-oblastjakh-s-investitsijami-bolee-3-mlrd-hrn-1701056.html> [in Ukrainian].
- Marchyshynets, O. V., & Marchyshynets, S. M. (2017). Industrial parks as tools for attracting investments in the real sector of the regional economy. *Economika i suspilstvo*, 9, pp. 16-22. Retrieved from [https://economyandsociety.in.ua/journals/9\\_ukr/3.pdf](https://economyandsociety.in.ua/journals/9_ukr/3.pdf) [in Ukrainian].
- Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine (2023, November 10). Since the beginning of the full-scale invasion of the Russian Federation, more than 670,000 tons of destruction waste have already been generated in Ukraine. Retrieved from <https://mepr.gov.ua/vidpochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennyarf-v-ukrayini-vzhe-utvorylosya-ponad-670-tysyach-tonn-vidhodiv-rujnatsiyi/> [in Ukrainian].
- About EIP (eco-industrial parks). Global program of eco-industrial parks in Ukraine: implementation at the local level. *Project GEIPP Ukraine*. Retrieved from <https://geipp-ukraine.org/pro-eip/> [in Ukrainian].
- Strategy development of industrial parks for 2023-2030 (2023). Order of February, 24, No 176. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/176-2023-%D1%80#n9> [in Ukrainian].
- Shevchuk, N. (2021). The world experience of the development of industrial parks and their advantages for the development of the economy of Ukraine. *Problemy i perspektivy ekonomiky ta upravlinnya*, 4 (28), pp. 68-74. Retrieved from <http://ppeu.stu.cn.ua/article/view/262444/258872> [in Ukrainian].
- Anastasovski, A. (2023). A. What is needed for transformation of industrial parks into potential positive energy industrial parks? A review. *Energy Policy*, 173, 113400. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113400>
- Bellantuono, N., Carbonara, N., & Pontrandolfo, P. (2017). The organization of eco-industrial parks and their sustainable practices. *Journal of Cleaner Production*, 161, pp. 362-375. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.082>
- International Telecommunication Union (2012). Recommendation ITU-T L.1100 «Procedure for recycling rare metals in information and communication technology goods». Retrieved from <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=11428>
- International Telecommunication Union (2019). Recommendation ITU-T L.1022 «Circular economy: Definitions and concepts for material efficiency for information and communication technology». Retrieved from <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=13962>
- ISO (2024a). ISO/CD 59004 Circular Economy – Terminology, Principles and Guidance for Implementation. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/80648.html?browse=tc>
- ISO (2024b). ISO/CD 59020 Circular Economy – Measuring and assessing circularity. Edition 1. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/80650.html?browse=tc> (
- ISO (2024c). ISO/CD TR 59031 Circular economy – Performance-based approach – Analysis of cases studies. Under development. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/81183.html?browse=tc>

- ISO (2024d). ISO/WD 59040.2 Circular Economy – Product Circularity Data Sheet. Edition 1. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/82339.html?browse=tc>
- KSE (2024, April). Report on direct damage to infrastructure from destruction as a result of Russia's military aggression against Ukraine as of the beginning of 2024. Retrieved from [https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24\\_Damages\\_Report.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf)
- Ministry of the Economy of Luxembourg (2023). Circularity Dataset Standardization – An initiative of the Ministry of the Economy of Luxembourg. Retrieved from [https://pcds.lu/wp-content/uploads/2020/11/20200214\\_Light\\_PCDS\\_v3.2s\\_FORM.pdf](https://pcds.lu/wp-content/uploads/2020/11/20200214_Light_PCDS_v3.2s_FORM.pdf)
- Nuhu, S. K., Manan, Z., Wan Alwi, Sh. R., & Reba, M. N. (2022). Integrated modelling approach for an eco-industrial park site selection. *Journal of Cleaner Production*, 368, 133141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133141>
- Zhang, B., Lan Yu, L., & Chuanwang Sun, Ch. (2023). How do the National Eco-Industrial Demonstration Parks affect urban total factor energy efficiency? Evidence from a quasi-natural experiment. *Energy Economics*, 26, 107018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107018>

**Dmytro O. Lazarenko,**

*Doctor of Economic Sciences, professor*  
State Tax University of Ukraine  
31 University Street, Irpin, 08201, Ukraine  
E-mail: [lazd77@gmail.com](mailto:lazd77@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-9957-6311>;

**Yanina V. Belinska,**

*Doctor of Economic Sciences, professor*  
State Tax University of Ukraine  
31 University Street, Irpin, 08201, Ukraine  
E-mail: [071065@ukr.net](mailto:071065@ukr.net)  
<https://orcid.org/0000-0002-9685-0434>;

**Dmytro O. Papuk,**

*graduate student*  
Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine,  
2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine  
Institute of Industrial Economics, Kyiv, Ukraine  
E-mail: [Dpgym@ukr.net](mailto:Dpgym@ukr.net)  
<https://orcid.org/0009-0000-0409-8939>

**ENGAGEMENT OF ECO-INDUSTRIAL PARKS IN THE CIRCULAR ECONOMY:  
STATE SUPPORT FOR ENTERPRISES PROCESSING CONSTRUCTION  
WASTE PRODUCTS**

The relevance of this study lies in the need to solve the economic, environmental and energy crises in Ukraine, which threaten the stability of its economy. Eco-industrial parks offer an innovative approach to solving economic and environmental problems. The purpose of the article is to study the role of eco-industrial parks and study the expediency of the operation of construction waste processing enterprises in Ukraine in the context of the implementation of the principles of circular economy and their state support. The subject of the research is eco-industrial parks, in particular enterprises for the processing of construction waste. Common scientific methods of systematic and comparative analysis, statistical calculations, and the method of generalizations were used. Among the obtained results, the following should be noted: the advantages of EIP regarding the creation of new jobs in high-tech sectors of the economy were determined; attraction of investments, as they allow to reduce production costs and increase the competitiveness of enterprises; strengthening the technological base through the development of new technologies and innovations in the field of environmentally friendly production; improvement of the ecological situation through

reduction of emissions of harmful substances into the atmosphere, purification of water resources and preservation of biodiversity; increasing energy efficiency through the use of renewable energy sources and other energy-efficient technologies, which allows for reducing dependence on traditional energy resources. It has been proven that one of the priority directions for the reconstruction of Ukraine in accordance with the best global standards and practices of the circular economy should be the processing of a large amount of construction waste, which requires the development of an appropriate strategy. The analysis of practical examples of construction waste recycling projects with the use of international experience provided grounds for asserting that each hryvnia invested in the processing of construction waste can increase the GDP of Ukraine by 6.25 hryvnias due to the multiplier effect (direct and indirect). Conclusions were made regarding the need for the development of eco-industrial parks in Ukraine, for which the government of Ukraine introduced measures such as exempting park participants of income tax, import duties and value added tax on importing equipment for production in such parks, granting land and real estate tax relief, provision of funds on an irrevocable basis for arrangement and/or construction of objects of adjacent infrastructure for industrial parks, compensation of interest rate on credits (loans) for facility planning, etc.

*Keywords:* eco-industrial parks, processing of construction waste, restoration of industrial enterprises, state support for the creation of industrial parks, circular economy, recycling.

*JEL:* Q53, L52

*Формат цитування:*

Лазаренко Д. О., Белінська Я. В., Папук Д. О. (2024). Залучення екоіндустріальних парків у циркулярну економіку: державна підтримка підприємств із переробки продуктів руйнації. *Економіка промисловості*. № 4 (108). С. 34-48. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2024.04.034>

Lazarenko, D. O., Belinska Ya. V., & Papuk, D. O. (2024). Engagement of eco-industrial parks in the circular economy: state support for enterprises processing construction waste products. *Econ. promisl.*, 4 (108), pp. 34-48. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.04.034>

*Надійшла до редакції 07.10.2024 р.*

## ВОДНЕВА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ: ПЕРЕДУМОВИ, ПОТЕНЦІАЛ І ПЕРСПЕКТИВИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

Статтю присвячено дослідженню проблем розвитку виробництва відновлюваного водню в Україні як складової вирішення завдань декарбонізації промисловості та інтеграції у європейську енергетичну систему. Проаналізовано потенціал України щодо переходу до виробництва «зеленого» водню з використанням відновлюваних джерел енергії. Охарактеризовано географічні переваги західних і південних регіонів країни, які мають сприятливі умови для розміщення інфраструктури сонячної та вітрової енергетики. Акцентовано увагу на європейських ініціативах, зокрема програмі «REPowerEU», що визначає Україну як важливого постачальника водню для Європейського Союзу та містить відповідні інфраструктурні проекти, пов'язані з Центральноевропейським водневим коридором. Розглянуто ключові стратегії, спрямовані на збільшення виробництва водню, а також виклики, які постають перед Україною у процесі інтеграції в європейський енергетичний ринок. Деталізовано існуючі інвестиційні можливості для розвитку водневої економіки України через міжнародні ініціативи, такі як «Партнерство чистого водню». Представлено інноваційні технології та інфраструктурні рішення щодо зниження витрат на транспортування водню, що робить Україну стратегічним гравцем у забезпеченні енергетичної безпеки Європи. Інтеграція технологій блокчейну для сертифікації та прозорості у виробництві, транспортуванні та споживанні водню дозволить Україні підвищити конкурентоспроможність на глобальному ринку нового енергетичного носія. Висвітлено конкретні водневі проекти, що реалізуються в Закарпатській та Одеській областях, мають значний потенціал для масштабування та представлені як ключовий чинник на шляху до енергетичної незалежності України. Ці проекти орієнтовані на виробництво «зеленого» водню та його транспортування до країн центральної Європи, що дозволить Україні стати важливим гравцем на європейському водневому ринку. Розглянуто вплив розвитку водневої енергетики на економіку України, зокрема за рахунок створення нових робочих місць, збільшення валового внутрішнього продукту та залучення інвестицій. Наведено рекомендації щодо активізації переговорів на міжнародному рівні з метою включення українських водневих проектів до європейських програм підтримки, таких як Європейський водневий банк.

*Ключові слова:* енергетика, водень, REPowerEU, декарбонізація, інфраструктура, енергетична незалежність.

*JEL:* Q42, Q48, O13, L95, Q55

Виклики сучасної енергетичної безпеки та необхідність зменшення залежності від викопного палива ставлять перед кра-

їною амбітні завдання щодо використання її унікальних природних ресурсів. Україна має значний потенціал для розвитку вод-



© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2024

невої економіки завдяки сприятливим географічним умовам щодо розміщення відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні та вітрові електростанції, а також можливостям використання існуючої газотранспортної інфраструктури для експорту водню до країн Європейського Союзу. Тому передумови та потенціал виробництва «зеленого» водню в Україні є важливим кроком на шляху до скорочення викидів вуглецю та інтеграції держави в енергоринок Європи.

У контексті стратегічних документів, таких як Воднева стратегія для кліматично нейтральної Європи та план REPowerEU, роль України як надійного партнера для постачання «зеленого» водню до Європи стає надважливою. Воднева енергетика може не тільки сприяти скороченню викидів вуглекислого газу, але й забезпечити нові можливості для економічного зростання та інвестицій.

*Метою статті є аналіз передумов розвитку водневої енергетики в Україні, оцінювання її потенціалу та перспектив, а також визначення ключових викликів і можливостей у цій сфері.*

Для більш глибокого розуміння проблематики розвитку водневої енергетики в Україні доцільно звернутися до наукових праць і стратегічних документів, що стали основою для подальших розробок у цій галузі. Дослідження багатьох науковців та інституцій у цій сфері є ключовими для визначення та формування потенціалу України як постачальника «зеленого» водню на європейський ринок.

Проблематика виробництва відновлюваного водню та його інтеграції в енергетичні системи активно досліджується як науковцями, так і міжнародними організаціями. Вагомий внесок у дослідження енергетичного потенціалу України здійснив С. Кудря, який у співавторстві з іншими вченими опублікував «Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України», що став основою для подальших досліджень у сфері відновлюваної енергетики та виробництва «зеленого» водню. Науковець відзначає потенціал використання

сонячної та вітрової енергії для процесу електролізу водню, що є ключовим чинником у розвитку водневої енергетики в Україні (Кудря, Репкін та ін., 2020). Одним із провідних експертів із розвитку водневої економіки Європи є Й. Хацімаркакіс. У роботі «Зелений водень для Європейської зеленої угоди: Ініціатива 2x40 ГВт», висвітлюється необхідність розвитку водневої інфраструктури в країнах ЄС, а також роль України як постачальника водню для європейського ринку. Ця публікація стала основою для визначення важливості будівництва 10 ГВт електролізних потужностей в Україні (van Wijk, Chatzimarkakis, 2020).

Отже, дослідження С. Кудрі та Й. Хацімаркакіса становлять теоретичну основу та містять стратегічні орієнтири для формування передумов і розвитку водневої енергетики в Україні.

Україна має великий енергетичний потенціал завдяки своїм природним ресурсам, а також можливість розвивати значні, до 500 ГВт, потужності для виробництва відновлюваної («зеленої») електроенергії, необхідної для електролізу води та виробництва «зеленого» водню (Кудря, Репкін та ін., 2020). Географічні умови південних та західних регіонів країни створюють додаткові можливості для розміщення сонячних і вітрових електростанцій, що є важливим для розвитку водневої енергетики. Такий потенціал являє собою основу для інтеграції ВДЕ в економіку виробництва водню.

До передумов розвитку водневої енергетики в Україні слід віднести кілька європейських стратегічних документів. Ініціатива 2x40 ГВт – «зелений» водень для європейського «зеленого» курсу, що передбачає необхідність будівництва 80 ГВт електролізерних потужностей до 2030 р.: 40 ГВт – на території країн-членів Європейського Союзу, ще 40 ГВт – у країнах Північної Африки та Україні. Особлива увага приділяється саме Україні, де передбачається будівництво до 10 ГВт електролізерних потужностей з виробництва «зеленого» водню для задоволення потреб країн ЄС (van Wijk, Chatzimarkakis, 2020, p. 27). У Водневій

стратегії Європейського Союзу також наголошено на необхідності розвитку відновлюваної енергетики для досягнення кліматичної нейтральності та забезпечення енергетичної безпеки, де Україна може відігравати ключову роль, використовуючи свої природні ресурси та газотранспортну інфраструктуру для транспортування водню до Європи (European Commission, 2020, p. 21). Зазначена стратегія має на меті досягнення 5,6 млн т (з перспективою до 10 млн т) виробництва «зеленого» водню до 2030 р.

У 2022 р., після повномасштабного вторгнення РФ в Україну, затверджений Європейською Комісією план «зеленої» трансформації та декарбонізації національної економіки (REPowerEU) підвищив цільовий показник, додавши нову мету – імпорт додаткових 10 млн т відновлюваного водню (зокрема 4 млн т у вигляді аміаку або інших похідних). План REPowerEU став відповіддю на виклики енергетичної безпеки внаслідок війни в Україні та прагнення ЄС зменшити залежність від російського викопного палива (European Commission, 2022, p. 33). Стратегія водневої енергетики в REPowerEU складається з трьох ключових елементів: скорочення попиту на водень у нафтопереробці завдяки розвитку електричного транспорту; збільшення попиту з боку всіх поточних кінцевих користувачів; розвиток нових сфер застосування водню, таких як його додавання до газової мережі, використання для виробництва «зеленої» сталі та на транспорті для вантажних перевезень. Також у плані REPowerEU зазначено, що виробництво водню на основі природного газу має бути замінено у виробництві аміаку та на нафтопереробних заводах до 2030 р. (Possémé, Poulin, Boillet et al., 2024, p. 90).

Україна розглядається як один із важливих партнерів для постачання «зеленого» водню до Європи. Значущим аспектом є підтримка України у відновленні її енергетичної інфраструктури та інтеграції в європейський енергетичний ринок, що також сприятиме розвитку водневої економіки в Україні. Передумови розвитку водневої

енергетики в Україні включають значний потенціал відновлюваних джерел енергії, стратегічну підтримку Європейського Союзу, а також геополітичну важливість країни як партнера в забезпеченні енергетичної безпеки Європи.

Для реалізації великомасштабних проєктів у водневій енергетиці можуть застосовуватися різні механізми підтримки. Одним з успішних прикладів є використання аукціонів для розвитку проєктів із виробництва відновлюваного водню, які проводить Європейська Комісія через Інноваційний фонд (Innovation Fund). Банк водню ЄС (EU Hydrogen Bank) орієнтований на підтримку створення внутрішнього ринку для відновлюваного водню та міжнародних імпортерських операцій до ЄС, оптимізацію існуючих фінансових інструментів. Проєкт анонсовано в березні 2023 р. із загальним бюджетом 3 млрд євро, які безпосередньо направляються на підтримку виробництва водню. У листопаді 2023 р. запущений перший тур, а в травні 2024 р. оголошено перші результати (Argus Media Group, May 2024). Аукціон залучив 132 проєкти з 17 європейських країн. Після оцінювання переможцями визнано 7 проєктів із Фінляндії, Норвегії, Португалії та Іспанії, що запропонували ціни на водень у діапазоні 0,37-0,48 євро/кг. Загальний обсяг підтримки складе 720 млн євро. Проєкти-переможці із загальною потужністю 1,5 ГВт мають виробити загалом 1,58 млн т водню протягом 10 років, або 158 тис. т водню на рік. Значна частина коштів із виділеного на перший тур водневого банку буде направлена на великі проєкти з електролізною потужністю до 500 МВт, зокрема на виробництво аміаку та водню для індустрії та морського транспорту. У перспективі другий етап аукціону, запланований на кінець 2024 р., матиме більший бюджет – орієнтовно 2,2 млрд євро. Стимулювання розвитку водневих проєктів, започатковане Європейською Комісією через Інноваційний фонд, надає значну фінансову підтримку без безпосереднього навантаження на державний бюджет, залучаючи приватний капітал і

забезпечуючи економічну вигоду через технологічний розвиток і збільшення податкових надходжень у майбутньому.

Водночас є певні завдання для представників уряду України на міжнародній арені, оскільки EU Hydrogen Bank поки що не охоплює Українську державу. Для того щоб вітчизняні водневі проекти мали можливість брати участь і перемагати та, як результат, отримувати подальше фінансування, уряд на чолі з відповідними міністерствами має ініціювати переговори з представниками Європейської Комісії та укласти відповідну угоду щодо співпраці та включення України до переліку країн, які можуть брати участь в аукціонах Європейського водневого банку. Це дозволить Україні стати активним учасником європейського водневого ринку, залучаючи інвестиції та сприяючи розвитку відновлюваної енергетики і створення нових економічних кластерів.

Також слід відзначити Партнерство чистого водню (Clean Hydrogen Partnership) – ініціативу, спрямовану на підтримку та розвиток технологій водневої енергетики у Європейському Союзі. Це партнерство створене для прискорення розроблення та комерціалізації інноваційних і стійких рішень у галузі чистого водню для досягнення цілей ЄС щодо клімату й енергетики. Clean Hydrogen Partnership фокусується на фінансуванні досліджень та інновацій, які мають на меті розвиток і використання чистого водню в різних секторах економіки – від виробництва до транспорту та промисловості. Партнерство пропонує співфінансування проектів, які демонструють високий потенціал зменшення викидів вуглецю, використовуючи інноваційні технології виробництва, розподілу та використання водню. Clean Hydrogen Partnership сприяє міжнародній співпраці між компаніями, науковими інститутами та урядовими організаціями для обміну знаннями та ресурсами. Проекти мають відповідати стратегічним цілям ЄС щодо сталого розвитку і внеску в декарбонізацію економіки. Перевага надається тим, які містять новітні технології чи

підходи, що можуть забезпечити значні технічні або економічні переваги у виробництві чи використанні водню. Також проекти мають демонструвати свою економічну і технічну реалізованість, потенціал до масштабування та комерціалізації. Підтримується потенціал щодо зміцнення ринку чистого водню в ЄС шляхом створення нових кластерів економіки або збільшення попиту на водневі продукти та послуги; створення робочих місць, залучення інвестицій та сприяння соціально-економічному розвитку в регіонах ЄС. Проекти, які пройшли відбір, отримують фінансування у формі грантів, які покривають частину загальних капітальних витрат на реалізацію. Загалом Clean Hydrogen Partnership відіграє ключову роль у розвитку водневої економіки ЄС, підтримуючи високий рівень інновацій та співпраці між різними зацікавленими сторонами.

Українські компанії можуть брати участь у програмах Clean Hydrogen Partnership у складі відповідних консорціумів із представниками країн-членів ЄС як партнери, однак наразі не можуть претендувати на роль координатора. Тим не менш, це відкриває можливості для інтеграції українських проектів у європейську водневу екосистему, сприяючи розвитку технологій та впровадженню інновацій, проте з певними обмеженнями щодо керівних ролей у таких ініціативах. Україна має можливість зміцнити свою позицію на міжнародній арені та залучати інвестиції через участь у спільних проектах із країнами ЄС, що дозволить пришвидшити розвиток водневої інфраструктури і технологій у країні.

Оскільки EU Hydrogen Bank та Clean Hydrogen Partnership спрямовані на стимулювання досліджень, розвиток технологій і підтримку проектів виробництва, важливо розглянути й ініційовані водневі інфраструктурні проекти, які забезпечуватимуть транспортування і зберігання водню на національному та міжнародному рівнях.

План REPowerEU передбачає значний імпорт водню з країн, що не входять до ЄС, тому водень у газоподібному ста-

ні планується транспортувати через трубопроводи. Ініціатива European Hydrogen Backbone визначає п'ять водневих коридорів для імпорту водню, серед яких Україні відведено особливу роль. На рисунку відображено плани щодо динаміки розвитку

європейської водневої інфраструктури із значенням зростання кількості водневих коридорів, які з'єднують різні країни та забезпечують стійку енергетичну систему в Європі.

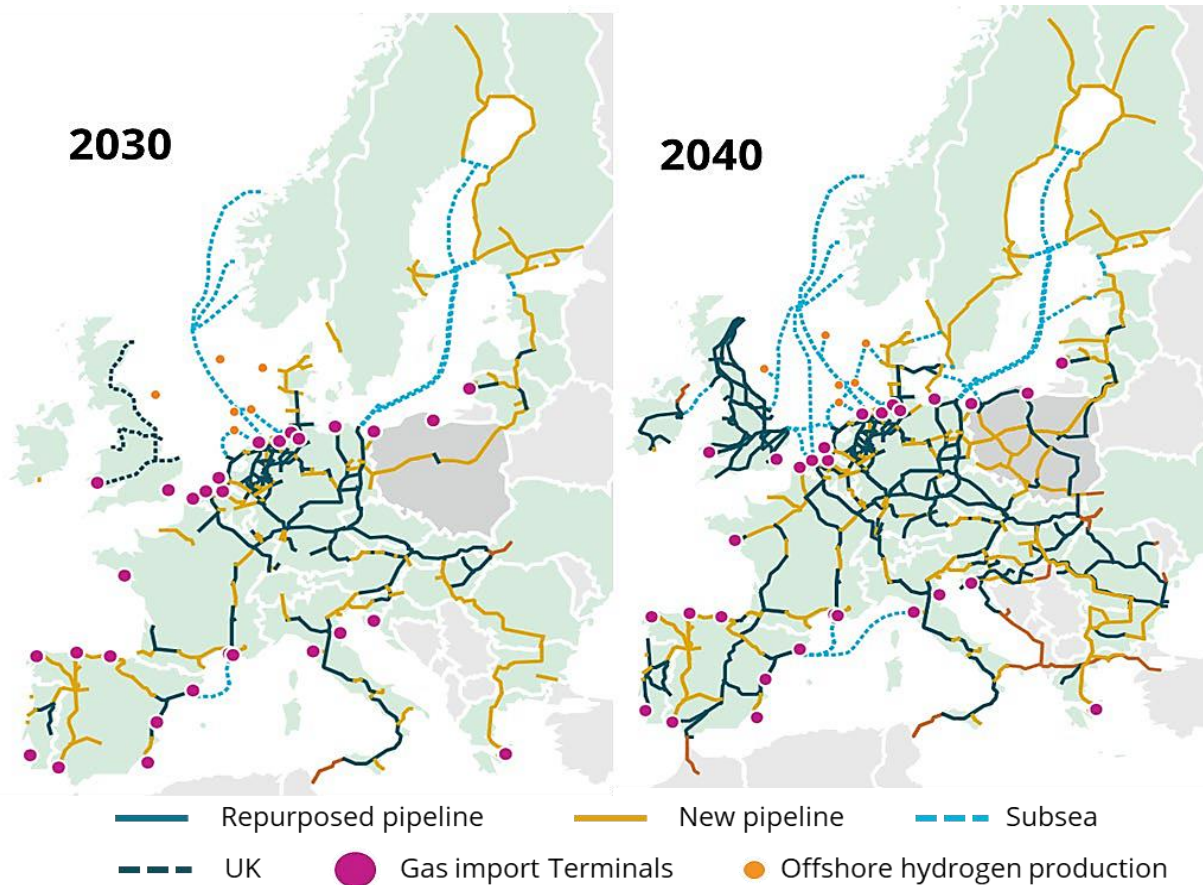


Рисунок – Ініційовані проекти водневої інфраструктури в Європі до 2040 р.

Джерело: складено за (van Rossum, Jens, La Guardia et al., April 2022).

Згідно з European Hydrogen Backbone транспортування водню на відстань понад 1 000 км через наземну магістраль коштуватиме в середньому від 0,11 до 0,21 євро/кг водню, що робить трубопровідний транспорт найбільш економічно вигідним варіантом для транспортування водню на великі відстані й у великих обсягах (van Rossum, Jens, La Guardia, et al., April 2022, р. 16). Транспортування водню підводними трубопроводами коштуватиме від 0,17 до 0,32 євро/кг на кожні 1 000 км, що надає переваги Україні порівняно з країнами Пів-

нічної Африки та Скандинавії. Такі переваги сприятимуть імпорту водню країнами Центральної Європи з України через Центральноевропейський водневий коридор (Central European Hydrogen Corridor – СЕНС). Це стратегічна ініціатива, спрямована на створення ефективної інфраструктури для виробництва водню в Україні, подальше транспортування та використання кінцевими споживачами в ЄС.

Central European Hydrogen Corridor відіграє ключову роль у переході до чистих джерел енергії та декарбонізації економіки,

зменшуючи залежність від імпорту викопного палива з РФ, а також зміцнюючи енергетичну безпеку країн-членів ЄС. У листопаді 2023 р. коридор транспортування водню з України до Словаччини, Чехії, Австрії та Німеччини затверджено Європейською Комісією як Проєкт спільного інтересу (Project of Common Interest – PCI), що дозволяє в майбутньому розраховувати на підтримку у вигляді спрощення дозволів та регуляторних процедур. Крім того, проєкт має право на фінансову підтримку від програми «Connecting Europe Facility» (European Commission, November 2023).

Кооптування існуючої інфраструктури може стати важливим елементом розвитку Центральноевропейського водневого коридору. Використання наявної та адаптованої газової мережі, замість будівництва нової, суттєво знизить капітальні витрати, що позитивно вплине на вартість транспортування. Це дозволить значною мірою скоротити час для реалізації та підвищить привабливість водневих проєктів для інвесторів (Череватський, 2024).

Українські водневі проєкти є ключовим елементом у зміцненні та розвитку Центральноевропейського водневого коридору. По-перше, вони сприяють значному збільшенню обсягів доступного водню, виробленого з відновлюваних джерел енергії, що безпосередньо впливає на досягнення цілей декарбонізації та зниження залежності від викопного палива. По-друге, Україна завдяки географічному розташуванню та ресурсному потенціалу може стати важливим постачальником «зеленого» водню до Центральної Європи, тим самим підвищуючи енергетичну безпеку всього регіону.

Серед потенційних виробників водню з приєднанням у майбутньому до Центральноевропейського водневого коридору визначено поки що дві українські компанії: ТОВ «Водень України», що розвиває проєкти в Закарпатті та на півдні Одещини, і ТОВ «ЕСО-Оптіма» з проєктом у Львівській області (Central European Hydrogen Corridor, May 2024). Активний розвиток та впровадження таких проєктів в Україні

сприяє створенню високотехнологічної інфраструктури для виробництва, зберігання та транспортування водню. Це є фундаментальною умовою для результативної роботи всього коридору, що не лише підвищує ефективність самих проєктів, а й забезпечує здатність швидко адаптуватися до змін ринкових умов та потреб споживачів. Крім того, активна участь України у виробництві та постачанні водню сприятиме міжнародній співпраці, залученню інвестицій і технологій, що забезпечить загальне економічне зростання та зміцнення міжнародних енергетичних зв'язків. Отже, українські водневі проєкти відіграють критично важливу роль у зміцненні транспортного коридору, забезпечуючи його надійними джерелами «зеленого» водню, необхідними для успішної реалізації довгострокових цілей сталого розвитку ЄС.

Оскільки Європейський Союз продовжує активно розвивати ініціативи, спрямовані на підтримку відновлюваного водню, Україна також посідає важливе місце в цих планах, ставши ключовим партнером у європейській водневій стратегії, та активно інтегрується в європейські водневі коридори, одночасно розробляючи власну національну водневу стратегію. У травні 2024 р. Міністерство енергетики України оприлюднило проєкт Водневої стратегії України на період до 2050 р., який містить засади, етапи та цілі розвитку водневої галузі та шляхи їх досягнення, а також звіт про стратегічну екологічну оцінку запропонованого проєкту про вплив на довкілля та здоров'я населення, виконану відповідно до законодавчих вимог.

Автори проєкту Водневої стратегії аналізують сучасний екологічний стан України, звертаючи увагу на наслідки збройної агресії РФ, що передбачає заходи для попередження або пом'якшення негативного впливу, який може виникнути під час розвитку водневої галузі, будівництва вітрових і сонячних електростанцій як фундаменту для виробництва відновлюваного водню методом електролізу. Також у проєкті наголошено на відсутності єдиних гло-

бальних стандартів сертифікації, що є однією з ключових проблем для розвитку низьковуглецевої водневої галузі. Наразі сертифікаційні вимоги суттєво відрізняються в різних регіонах світу, що ускладнює розвиток глобального ринку водню та перешкоджає інтеграції українського водню на міжнародні ринки, зокрема на європейський. Розбіжність у підходах до сертифікації стає на заваді для інвесторів і потенційних партнерів, які прагнуть чітких гарантій походження водню (Міністерство енергетики України, 2024).

Вирішенням цієї проблеми є впровадження гармонізованої системи сертифікації та відстежуваності водню. Розвиток смарт-промисловості та інтеграція нових технологій, зокрема блокчейну, є вирішальними для підвищення ефективності, прозорості та забезпечення гарантій походження в проєктах відновлюваної енергетики (Вишневецький, 2023). У цьому контексті стандартизація сертифікації та відстежуваності походження водню стає необхідною умовою для інтеграції українського водню в європейський ринок (Кун, Кооп, Міхальке, Айн, 2023). Використання блокчейн-систем для моніторингу та сертифікації українського «зеленого» водню не тільки підвищить рівень довіри до нього як до екологічно чистого продукту, але і зробить його конкурентоспроможним на міжнародному ринку. Більше того, такі інноваційні рішення у смарт-промисловості допоможуть забезпечити відповідність майбутнім регуляторним вимогам, підвищуючи адаптивність до змін глобальних стандартів.

Міністерством енергетики України визначено ключові етапи розвитку виробництва та споживання водню. Воднева стратегія передбачає досягнення до 2035 р. виробництва на рівні 0,4-0,6 млн т водню з використанням 3 ГВт електролізної потужності, що забезпечуватиметься 7 ГВт відновлюваних джерел енергії. До 2050 р. виробництво водню має зрости до 1,65-2,5 млн т. Буде задіяно 10 ГВт електролізної потужності, для забезпечення якої планується спорудити 25 ГВт відновлюваної генерації.

Воднева стратегія включає також конкретні пілотні проєкти. У Закарпатті планується реалізація водневого проєкту з початковою електролізною потужністю від 100 МВт та масштабуванням до 1,5 ГВт, у Львівській області передбачається виробництво водню з потужністю до 112 МВт. Ці обидва проєкти планується приєднати до Центральноєвропейського водневого коридору. Також виокремлена роль проєкту в Одеській області поблизу міста Рені з електролізною потужністю до 3 ГВт, що стане частиною ініціативи «Блакитний Дунай».

Станом на вересень 2024 р. Воднева стратегія залишається невідданою та незатвердженою, що уповільнює реалізацію передбачених заходів. Відсутність офіційного затвердження може негативно вплинути на процес інтеграції України в європейську водневу інфраструктуру та стримати інвестиційну активність у секторі водневої енергетики.

Відсутність затвердженої національної стратегії та дорожньої карти для розвитку водневої енергетики в Україні може створити умови для реалізації альтернативних або конкуруючих водневих коридорів, які одержують значну підтримку на міжнародному рівні. У табл. 1 наведено ключові проєкти альтернативних водневих магістралей, які доцільно врахувати в контексті можливого негативного впливу на розвиток водневої інфраструктури України.

Маршрути водневих коридорів мають суттєвий вплив на складність реалізації, а отже, на вартість будівництва. Центральноєвропейський водневий коридор (протяжністю 1225 км) має потенціал для розвитку через своє стратегічне розташування та відносно короткий маршрут порівняно з такими довгими маршрутами, як постачання водню з Перської затоки або країн Балтії. Цей коридор може значно полегшити інтеграцію України в європейську водневу інфраструктуру. Однак для реалізації проєкту в Україні критично важливо затвердити Водневу стратегію, що дозволить брати участь у міжнародних програмах фінансування і забезпечити необхідні інвестиції для будівництва водневої інфраструктури.

Таблиця 1 – **Проекти альтернативних водневих магістралей, які можуть вплинути на розвиток водневої інфраструктури України**

Проект	Маршрут	Країни-учасниці	Довжина трубопроводу
Gulf-to-Europe Hydrogen Pipeline	Перська Затока – ЄС (через Червоне і Середземне моря)	Катар, Саудівська Аравія, Єгипет, країни ЄС (через Грецію)	5900 км (3400 км з Катару до Греції та приблизно 2500 км по Європі)
H2Med	Піренейський півострів – Північно-Західна Європа	Португалія, Іспанія, Франція, Німеччина	703 км
Net Zero Technology Centre	Шотландія – ЄС	Шотландія, країни ЄС	Триває розроблення маршруту
Nordic-Baltic Hydrogen Corridor	Країни Балтії – Німеччина	Фінляндія, Естонія, Латвія, Литва, Польща, Німеччина	2500 км

Джерело: складено за (Барлен, Бомбарді 2023; проєкт H2Med, 2024; проєкт Net Zero Technology Centre; 2024; Ontras Gastransport, 2024).

Воднева стратегія України закладає основу для розвитку водневої економіки, інтеграції з європейськими ініціативами та використання потенціалу відновлюваних джерел енергії. Водночас на практичному рівні в Україні вже реалізуються проєкти, що демонструють значні досягнення та мають амбітні плани з виробництва «зеленого» водню. Одним із таких передових проєктів, який уже має значний прогрес і залучив певне фінансування, є проєкт на півдні Одеської області. Він відіграє ключову роль у регіональному розвитку водневої інфраструктури та забезпечує інтеграцію України у міжнародні водневі коридори.

Проєкт з виробництва «зеленого» водню поблизу міста Рені спрямований на задоволення потреб внутрішнього ринку, а також на експорт до ЄС, що дозволить Україні стати активним учасником і стратегічним партнером на європейському ринку водню. Планується будівництво заводу потужністю 100 МВт із можливістю масштабування до 3000 МВт. Детальніше про техніко-економічне обґрунтування та перспективи можна ознайомитися на офіційних ресурсах компанії та в спеціалізованих публікаціях.

На основі індикативних даних цього проєкту доцільно розрахувати потенційний вплив на ВВП України та спрогнозувати досягнення цілей, поставлених як у рамках проєкту національної Водневої стратегії, так і відповідно до очікувань європейських

партнерів, зокрема Європейського Союзу, згідно з якими в Україні буде створено до 10 ГВт електролізних потужностей для забезпечення потреб країн ЄС. Орієнтовний обсяг інвестицій для розвитку таких проєктів вказує на суттєві витрати на електроліз, відновлювані джерела енергії, компресорне обладнання і трубопроводи для транспортування водню, що дозволить не лише зміцнити економічну стійкість України, але і сприяти її інтеграції в європейську водневу інфраструктуру.

У табл. 2 наведено оцінку впливу проєктів із виробництва водню на ВВП України, яка враховує встановлену електролізну потужність, обсяги виробництва водню, інвестиції, валовий дохід, створення робочих місць та інші ключові економічні показники. Дати початку проєктів зазначено з урахуванням того, що перші два роки (2025 та 2026) можуть бути присвячені розробленню техніко-економічного обґрунтування та проєктно-конструкторської документації для будівництва об'єктів водневої енергетики. Це припущення засноване на стандартних часових рамках, оскільки для успішного залучення як іноземного, так і внутрішнього капіталу критично важливо мати проєкти, які досягли стадії Final Investment Decision (FID) або Ready to Build. Ці стадії свідчать про високий рівень готовності проєктів і значно знижують ризики для інвесторів, сприяючи прийняттю

інвестиційних рішень. Слід зазначити, що в табл. 2 всі розрахунки виконано в євро, оскільки це є більш доцільним з огляду на міжнародний характер водневих проєктів України, спрямованих на експорт до країн Європейського Союзу. Оскільки значна частина інвестицій буде надходити від

іноземних партнерів та міжнародних фінансових установ, для полегшення фінансового аналізу використання в подальших розрахунках євро знижує ризики, пов'язані з коливанням курсу національної валюти, що є особливо важливим для довгострокових інфраструктурних проєктів.

Таблиця 2 – Прогноз впливу водневої енергетики на ВВП України (з 2025 по 2034 р.)

Показник	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Інвестиції, млрд євро			1,315	0,658	0,658	1,973	1,973	8,549	8,549	9,207
Встановлена електролізерна потужність, МВт			400	600	800	1400	2000	4600	7200	10000
Обсяг виробленої продукції, млн т			0,064	0,096	0,128	0,224	0,32	0,736	1,152	1,6
Вартість 1 т водню, євро			4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500
Валовий дохід, млрд євро			0,288	0,432	0,576	1,008	1,44	3,312	5,184	7,2
Кількість нових робочих місць (прямі/непрямі) *			180 / 640	270 / 320	360 / 320	630 / 960	900 / 960	2070 / 4160	3240 / 4160	4410 / 4160
Витрати на заробітну плату (середня зарплата становить 800 євро) та податки, млрд євро			0,0006	0,0007	0,0008	0,0018	0,0021	0,007	0,0083	0,0096
Внесок у ВВП**			1,604	1,09	1,234	2,983	3,415	11,868	13,741	16,416

\* 100 МВт встановленої електролізерної потужності створює 45 прямих та 160 непрямих робочих місць на етапі будівництва.

\*\* На етапі інвестування обсяг інвестицій дорівнює внеску у ВВП, а на етапі виробництва: ВВП = Валовий дохід - Витрати на ЗП і податки.

Джерело: складено автором.

Обсяг інвестицій, необхідних для розвитку водневих проєктів, прогнозується від 1,315 млрд євро з 2027 р. зі зростанням до 9,207 млрд євро в 2034 р. Загалом для створення 10 ГВт електролізних потужностей та супутньої інфраструктури загальні інвестиції складуть 32,882 млрд євро. Загальний обсяг виробленого водню при цьому у 2034 р. досягне 1,6 млн т. Масштабування виробництва безпосередньо впливає на валовий дохід від реалізації водню, який може сягнути 7,2 млрд євро на рік.

Також розраховано кількість нових робочих місць (прямих і непрямих), які створюватимуться в рамках реалізації водневих проєктів. На першому етапі в 2027 р. передбачається створення 180 прямих і 640 непрямих робочих місць, тоді як до 2034 р. ці показники зростуть до 4 410 і

4 160 відповідно. Під непрямими робочими місцями маються на увазі ті, що створені на етапі будівництва об'єктів водневої інфраструктури, які будуть актуальними лише на цьому етапі. Вони охоплюють зайнятість у суміжних галузях, пов'язаних із постачанням матеріалів, логістикою та іншими видами підтримки будівництва, і, на відміну від прямих, потреба в них суттєво зменшиться після завершення будівельних робіт.

Очікується, що заробітна плата та податки також постійно зростатимуть: від 0,0006 млрд євро у 2027 р. до 0,0096 млрд євро у 2034 р., що також є важливим фактором впливу на економіку країни. Внесок у ВВП на етапі інвестування та виробництва постійно збільшується, досягаючи 16,416 млрд євро до 2034 р., що свідчить

про суттєву роль водневої економіки у розвитку України.

Інвестиції у водневу енергетику можуть сприяти прямому збільшенню ВВП за рахунок інвестицій у будівництво та розвиток інфраструктури, а також через оперативну діяльність виробництва. Воднева індустрія відома своєю високою доданою вартістю, тож можна очікувати, що внесок у ВВП буде більшим, особливо якщо врахувати мультиплікативний ефект від суміжних індустрій.

Реалізація водневих ініціатив може стати взірцем для розроблення подібних моделей в інших галузях промисловості, таких як металургійна промисловість, нафтопереробка, виробництво цементу, скла, добрив, які значною мірою залежать від викопних палив у структурі своєї собівартості, особливо від природного газу. Заміщення газу повністю або частково відновлюваним воднем у цих секторах не тільки сприятиме зниженню викидів вуглекислого газу та зменшенню екологічного впливу, але й забезпечить економічну та енергетичну безпеку, мінімізуючи залежність від російського викопного палива. Це, у свою чергу, підвищить рівень автономності економіки України та зміцнить її енергетичну незалежність, сприяючи розширенню внутрішнього виробництва критично важливих ресурсів. Упровадження водневих технологій у ці галузі дозволить не тільки відновити виробничі потужності, але й створити передумови для зростання ВВП і забезпечення додаткових робочих місць, що відіграє ключову роль у структурі національної економіки.

*Висновки.* Україна має значний потенціал для розвитку водневої економіки завдяки своїм природним ресурсам та географічному розташуванню. Аналіз проєктів, що реалізуються в країні, засвідчив, що впровадження водневих технологій може стати важливим чинником для енергетичної незалежності та інтеграції в європейський ринок. Водночас для реалізації цього потенціалу критично важливими є створення необхідної інфраструктури, стандартизація сертифікації водню відповідно до вимог ЄС, а також залучення інвестицій через

європейські програми підтримки, зокрема участь в аукціонах Європейського водневого банку.

Передумови розвитку водневої енергетики в Україні відзначаються низкою стратегічних документів, таких як Ініціатива 2x40 ГВт, що передбачає створення 40 ГВт електролізних потужностей для виробництва водню в ЄС і ще 40 ГВт за його межами, зокрема 10 ГВт в Україні. Важливу роль відіграє воднева стратегія Європейського Союзу, визначаючи водень ключовим елементом досягнення кліматичної нейтральності Європи. У Програмі REPowerEU наголошено на зменшенні залежності від викопного палива та розвитку відновлюваних джерел енергії, що робить Україну важливим постачальником водню до Європи.

Висвітлення ролі України як стратегічного партнера Європейського Союзу в постачанні «зеленого» водню, що створює додаткові можливості для залучення інвестицій і посилює енергетичну незалежність країни, обумовлює доцільність активізації переговорів на міжнародному рівні з метою включення українських водневих проєктів до програм підтримки ЄС, що може сприяти отриманню фінансової допомоги для реалізації водневих проєктів в Україні.

З метою забезпечення успішної реалізації потенціалу водневої енергетики необхідно прискорити ухвалення Водневої стратегії України, що сприятиме залученню іноземних інвесторів та інтеграції у європейську енергетичну систему. Крім того, доцільно розробити дорожню карту розвитку інфраструктури для транспортування водню, зокрема через участь у таких міжнародних ініціативах, як Центральноевропейський водневий коридор.

Приватні компанії повинні активно долучатися до розвитку водневої інфраструктури, використовуючи інноваційні підходи для інтеграції всього ланцюжка створення вартості – від виробництва водню до його транспортування та зберігання, що має стати предметом подальших досліджень. При цьому слід урахувати, що залучення міжнародного досвіду створення консорціумів між виробниками та кінцевими споживачами сприятиме підвищенню інвес-

тиційної привабливості вітчизняних проєктів і прискоренню впровадження водневих технологій у промисловості.

### Література

- Вишневецький О.С. (2023). Смарт-промисловість: визначення і теорія стимулювання розвитку на основі локального протекціонізму. *Економіка промисловості*. № 3 (103). С. 5-27. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.03.005>.
- Кудря С.О., Рєпкін О.О. та ін. (2020). Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. *Інститут відновлюваної енергетики НАН України*. 84 с. URL: <https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/atlas.pdf> (дата звернення: 12.08.2024).
- Міністерство енергетики України (2024, травень). Повідомлення про оприлюднення проєкту Водневої стратегії України на період до 2050 року та звіту про його стратегічну екологічну оцінку. URL: <https://www.mev.gov.ua/proyekt-normativno-pravovoho-aktu/povidomlennya-pro-oprylyudnennya-proyektu-vodnevoyi-stratehiyi> (дата звернення: 15.08.2024).
- Череватський Д.Ю. (2024). Про економіку кооптування в енергетиці. *Економіка промисловості*. № 2 (106). С. 42-51. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.02.042>.
- Argus Media Group (2024, May). The European Hydrogen Bank: Examining the pilot auction results and looking ahead to round two. Insight Paper. URL: <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/market-insight-papers/european-hydrogen-bank-and-hydrogen-projects-market-insight> (дата звернення: 08.08.2024).
- Barlen H., Bombardi A. (2023, June). Hydrogen pipeline from the Gulf to Europe: use case and feasibility considerations. *AFRY and RINA Joint Discussion Paper*. 23 p. URL: [https://afry.com/sites/default/files/2023-06/3355\\_afry\\_and\\_rina\\_joint\\_discussion\\_paper\\_hydrogen\\_pipeline\\_from\\_the\\_gulf\\_to\\_europe\\_use\\_case\\_and\\_feasibility\\_considerations\\_june\\_2023.pdf](https://afry.com/sites/default/files/2023-06/3355_afry_and_rina_joint_discussion_paper_hydrogen_pipeline_from_the_gulf_to_europe_use_case_and_feasibility_considerations_june_2023.pdf) (дата звернення: 02.09.2024).
- Central European Hydrogen Corridor (2024, May). Project supporters. URL: <https://www.cehc.eu/supporters/> (дата звернення: 19.08.2024).
- Clean Hydrogen Partnership (2021). European Partnership for Hydrogen Technologies. URL: <https://www.clean-hydrogen.europa.eu/> (дата звернення: 19.08.2024).
- European Commission (2020, 8 July). A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. Brussels. COM(2020) 310 Final. 24 p. URL: [https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-07/hydrogen\\_strategy\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-07/hydrogen_strategy_0.pdf) (дата звернення: 12.08.2024).
- European Commission (2022, 18 May). Implementing the REPowerEU action plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets. Brussels. SWD(2022) 230 Final. 49 p. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230> (дата звернення: 17.08.2024).
- European Commission (2023, 28 November). Commission Delegated Regulation (EU) 2024/1041 of amending Regulation (EU) 2022/869 of the European Parliament and of the Council as regards the Union list of projects of common interest and projects of mutual interest. 11 p. URL: [http://data.europa.eu/eli/reg\\_del/2024/1041/oj](http://data.europa.eu/eli/reg_del/2024/1041/oj) (дата звернення: 19.08.2024).
- H2Med Project. URL: <https://h2medproject.com> (дата звернення: 02.09.2024).
- Kuhn M., Koop P., Michalke P., Aign J. (2023, September). Standardizing Hydrogen Certification: Enhance Traceability, Transparency, and Market Access. Policy Brief H2Global Stiftung 05/2023. *H2Global Foundation*. 36 p. URL: [https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/09/H2Global-Stiftung-Policy-Brief-05\\_2023-EN.pdf](https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/09/H2Global-Stiftung-Policy-Brief-05_2023-EN.pdf) (дата звернення: 19.08.2024).
- Net Zero Technology Centre Project. URL: <https://www.netzerotc.com> (дата звернення: 02.09.2024).
- Ontras Gastransport GmbH (2024). Nordic-Baltic Hydrogen Corridor. Pre-feasibility study results summary. URL: <https://www.ontras.com/sites/default/files/2024-08-29%20-%20NBHC%20-%20sli>

- des%20to%20press%20release\_0.pdf (дата звернення: 12.09.2024).
- Posseme B., Poulin F., Boillet C., Gouret M., Mantulet G., Abbas A. (2024). Energy system infrastructures and investments in hydrogen, including an impact analysis of Ukraine's connection to the EU power grid. Publication for the committee on Industry, Research and Energy (ITRE). Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies. European Parliament, Luxembourg. 129 p. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2024/754207/IPOL\\_STU\(2024\)754207\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2024/754207/IPOL_STU(2024)754207_EN.pdf) (дата звернення: 17.08.2024)
- van Rossum R., Jens J., La Guardia G., Wang A., Kühnen L., Overgaag M. (2022, April). European Hydrogen Backbone. A European hydrogen infrastructure vision covering 28 countries. *European Hydrogen Backbone*. 36 p. URL: <https://ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf> (дата звернення: 16.08.2024).
- van Wijk A., Chatzimarkakis J. (2020). Green Hydrogen for a European Green Deal A 2x40 GW Initiative. *Hydrogen Europe*. 41 p. URL: [https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2021/11/Hydrogen-Europe\\_2x40-GW-Green-H2-Initiative-Paper.pdf](https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2021/11/Hydrogen-Europe_2x40-GW-Green-H2-Initiative-Paper.pdf) (дата звернення: 12.08.2024).
- normatyvno-pravovoho-aktu/povidomlennya-pro-oprylyudnennya-proyektu-vodnevoyi-stratehiyi [in Ukrainian].
- Cherevatskyi, D. Yu. (2024). On the economics of co-opting in energy sector. *Econ. promisl.*, 2 (106), pp. 42-51. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.02.042> [in Ukrainian].
- Argus Media Group (2024, May). The European Hydrogen Bank: Examining the pilot auction results and looking ahead to round two. Insight Paper. Retrieved from <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/market-insight-papers/european-hydrogen-bank-and-hydrogen-projects-market-insight>
- Barlen H., & Bombardi A. (2023, June). Hydrogen pipeline from the Gulf to Europe: use case and feasibility considerations. AFRY and RINA Joint Discussion Paper. Retrieved from [https://afry.com/sites/default/files/2023-06/3355\\_afry\\_and\\_rina\\_joint\\_discussion\\_paper\\_hydrogen\\_pipeline\\_from\\_the\\_gulf\\_to\\_europe\\_use\\_case\\_and\\_feasibility\\_considerations\\_june\\_2023.pdf](https://afry.com/sites/default/files/2023-06/3355_afry_and_rina_joint_discussion_paper_hydrogen_pipeline_from_the_gulf_to_europe_use_case_and_feasibility_considerations_june_2023.pdf)
- Central European Hydrogen Corridor (2024, May). Project supporters. Retrieved from <https://www.cehc.eu/supporters/>
- Clean Hydrogen Partnership (2021). European Partnership for Hydrogen Technologies. Retrieved from <https://www.cleanhydrogen.europa.eu/>
- European Commission (2020, 8 July). A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. Brussels. COM(2020) 310 Final. Retrieved from [https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-07/hydrogen\\_strategy\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-07/hydrogen_strategy_0.pdf)
- European Commission (2022, 18 May). Implementing the REPowerEU action plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets. Brussels. SWD(2022) 230 Final. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230>
- European Commission (2023, 28 November). Commission Delegated Regulation (EU) 2024/1041 of amending Regulation (EU) 2022/869 of the European Parliament and of the Council as regards the Union list of projects of common interest and projects of mutual interest. Retrieved from
- References**
- Vyshnevskiy, O. S. (2023). Smart manufacturing: definition and theory of stimulating development based on local protectionism. *Econ. promisl.*, 3 (103), pp. 5-27. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.03.005> [in Ukrainian].
- Kudria, S.O., Riepkín, O.O., et al. (2020). Atlas of the Energy Potential of Renewable Energy Sources in Ukraine. *Institute of Renewable Energy NAS of Ukraine*. Retrieved from <https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/atlas.pdf> [in Ukrainian].
- Ministry of Energy of Ukraine (2024, May). Announcement on the publication of the draft Hydrogen Strategy of Ukraine for the period up to 2050 and the report on its strategic environmental assessment. Retrieved from <https://www.mev.gov.ua/proyekt->

- [http://data.europa.eu/eli/reg\\_del/2024/1041/oj](http://data.europa.eu/eli/reg_del/2024/1041/oj)
- H2Med Project. URL: <https://h2medproject.com>
- Kuhn, M., Koop, P., Michalke, P., & Aign, J. (2023, September). Standardizing Hydrogen Certification: Enhance Traceability, Transparency, and Market Access. Policy Brief H2Global Stiftung 05/2023. *H2Global Foundation*. Retrieved from [https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/09/H2Global-Stiftung-Policy-Brief-05\\_2023-EN.pdf](https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/09/H2Global-Stiftung-Policy-Brief-05_2023-EN.pdf)
- Net Zero Technology Centre Project. Retrieved from <https://www.netzerotc.com>
- Ontras Gastransport GmbH (2024). Nordic-Baltic Hydrogen Corridor. Pre-feasibility study results summary. Retrieved from [https://www.ontras.com/sites/default/files/2024-08-29%20-%20NBHC%20-%20slides%20to%20press%20release\\_0.pdf](https://www.ontras.com/sites/default/files/2024-08-29%20-%20NBHC%20-%20slides%20to%20press%20release_0.pdf)
- Posseme, B., Poulin, F., Boillet, C., Gouret, M., Mantulet, G., & Abbas, A. (2024). Energy system infrastructures and investments in hydrogen, including an impact analysis of Ukraine's connection to the EU power grid. Publication for the committee on Industry, Research and Energy (ITRE). Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg. Retrieved from [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2024/754207/IPOL\\_STU\(2024\)754207\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2024/754207/IPOL_STU(2024)754207_EN.pdf)
- van Rossum, R., Jens, J., La Guardia, G., Wang, A., Kühnen, & L., Overgaag, M. (2022, April). European Hydrogen Backbone. A European hydrogen infrastructure vision covering 28 countries. *European Hydrogen Backbone*. Retrieved from <https://ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf>
- van Wijk, A., & Chatzimarkakis, A. (2020). Green Hydrogen for a European Green Deal A 2x40 GW Initiative. *Hydrogen Europe*. Retrieved from [https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2021/11/Hydrogen-Europe\\_2x40-GW-Green-H2-Initiative-Paper.pdf](https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2021/11/Hydrogen-Europe_2x40-GW-Green-H2-Initiative-Paper.pdf)

**Iaroslav M. Kryl,**

*Phd in Economic Sciences*

Institute of Industrial Economics NAS of Ukraine

2, Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: [kryl@hydrogen.ua](mailto:kryl@hydrogen.ua)

<https://orcid.org/0009-0006-5007-0877>

## HYDROGEN ENERGY IN UKRAINE: PRECONDITIONS, POTENTIAL AND PROSPECTS FOR EUROPEAN INTEGRATION

The article examines the development of renewable hydrogen production in Ukraine, emphasizing its critical role in global decarbonization efforts and integration into the European energy system. Ukraine has significant potential to become a key supplier of “green” hydrogen for the European Union, leveraging its vast renewable energy resources, particularly from solar and wind energy. The analysis explores the geographic advantages of the Western and Southern regions, which present favorable conditions for the construction of hydrogen-related infrastructure, such as electrolysis plants, storage, and transportation systems.

Furthermore, the article highlights European initiatives, particularly the REPowerEU program, which designates Ukraine as a strategic partner in the supply of renewable hydrogen to Europe. It examines the necessary infrastructure projects, including the Central European Hydrogen Corridor, which is pivotal for connecting Ukrainian hydrogen production with European markets. The analysis also identifies Ukraine's potential contribution to the 2x40 GW initiative, aiming to construct 10 GW of electrolysis capacity within Ukraine by 2035, making it one of the key hydrogen suppliers to the EU.

One of the critical challenges identified in the article is Ukraine's integration into the European hydrogen market. The article discusses the regulatory and certification barriers that currently

exist in global hydrogen markets, particularly the lack of standardized hydrogen certification across different regions. To address this, the article suggests the adoption of harmonized certification standards for hydrogen production and transportation, aligning Ukraine's certification systems with EU regulations, which would facilitate easier market access and enhance investment attractiveness.

Moreover, the article details the potential economic impact of hydrogen energy development on Ukraine's economy. It highlights the creation of new jobs, both direct and indirect, and the potential to attract significant foreign investments. The scaling of hydrogen projects, particularly those in Zakarpattia and southern Odesa, could drive substantial GDP growth, contributing to Ukraine's energy independence and economic resilience. By integrating innovative technologies like blockchain for hydrogen certification and monitoring, Ukraine can enhance the transparency and traceability of its hydrogen, making it competitive on the international market.

Finally, the article provides recommendations for policymakers and businesses. It calls for the acceleration of negotiations at the international level to include Ukraine in European hydrogen support programs, such as the European Hydrogen Bank, and emphasizes the importance of private-sector involvement in hydrogen infrastructure development. The collaboration between Ukrainian and European stakeholders will be essential for Ukraine to secure its position as a leader in the hydrogen economy, contributing to the EU's decarbonization goals and strengthening energy security in the region.

*Keywords:* energy, hydrogen, REPowerEU, decarbonization, infrastructure, energy independence.

*JEL:* Q42, Q48, O13, L95, Q55

*Формат цитування:*

Криль Я. М. (2024). Воднева енергетика в Україні: передумови, потенціал і перспективи європейської інтеграції. *Економіка промисловості*. № 4 (108). С. 49–62. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2024.04.049>

Kryl, I. M. (2024). Hydrogen energy in Ukraine: preconditions, potential and prospects for european integration. *Econ. promisl.*, 4 (108), pp. 49–62. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.04.049>

*Надійшла до редакції 07.10.2024 р.*

**Богдан Ігорович Логвіненко,***доктор філософії з екон.*

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

E-mail: [bodya00728@gmail.com](mailto:bodya00728@gmail.com)<https://orcid.org/0000-0002-7956-2916>

## СТРАТЕГІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЛІТІЄВОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ

У сучасному науковому середовищі питання дослідження та використання літію залишається актуальним і привертає увагу багатьох учених по всьому світу. Незважаючи на зміни в глобальних трендах, кожні два-три роки спостерігається повернення науковців до тематики, пов'язаної з літієм, що зумовлено її високою значущістю.

Україна, маючи значні запаси літєвих руд, виступає важливим об'єктом для наукових досліджень у цій сфері. Однак в інформаційному просторі існує значна кількість суперечливих даних щодо наявності, обсягів та якості українських літєвих ресурсів. Це підкреслює необхідність наукового аналізу для отримання достовірної інформації та оцінювання реальних перспектив розвитку літєвої галузі в Україні.

*Мета* статті – проаналізувати сучасні можливості та виклики, пов'язані з літєвою сферою України, а саме останні дані про запаси літію, перспективи його видобутку та переробки.

Запропоновано проєкт співпраці з корпорацією Tesla, який згідно з виконаними розрахунками може мати щорічний економічний ефект у вигляді впливу на ВВП України, який становитиме приблизно 1,6-1,8% (з урахуванням податкових надходжень та інших інвестицій від реалізації проєкту). Це відкриває нові можливості для розвитку індустрії та сприяє енергетичній незалежності й економічному зростанню країни.

На сьогоднішній день енергетична система України перебуває в критичному стані через постійні обстріли з боку РФ, що підкреслює важливість розвитку власних ресурсів і технологій для забезпечення енергетичної незалежності країни. У даному контексті дослідження та розвиток літєвої індустрії набувають особливої значущості.

Систематизовано й узагальнено дані про літєві ресурси України, визначено основні проблеми, а також перспективні напрями розвитку цієї галузі. Проаналізовано сучасні можливості та виклики для літєвої сфери України. Розглянуто перспективи видобутку та переробки літію; запропоновано проєкти розвитку цієї стратегічно важливої галузі.

*Ключові слова:* літєве виробництво, енергетична безпека, інвестиції, сталий розвиток, електромобілі.

*JEL:* L72, Q31, O13, Q32, F21

У сучасному світі літій-іонні акумулятори стали невід'ємною складовою повсякденного життя, оскільки застосовуються в широкому спектрі пристроїв – від мобільних телефонів та електромобілів до портативних електростанцій. У країнах, де відбуваються збройні конфлікти, питання забезпечення автономності електропостачання та можливостей накопичення й зберігання

енергії набувають критичного значення. У цьому контексті літій-іонні акумулятори виступають ефективним рішенням, відіграючи важливу роль у стабілізації електромереж і забезпеченні енергетичної незалежності від зовнішніх чинників. Особливо значущою є їхня роль у військових технологіях, де акумулятор – це ключовий елемент



систем живлення безпілотних літальних апаратів і дронів.

За останнє десятиліття у світі спостерігається суттєве зростання як обсягу виробництва, так і споживання літію. Виробництво літію збільшилося на 134% – до 180 тис. метричних тонн (Statista, 2023a) у 2023 р., що більш ніж у п'ять разів перевищує показник 2013 р. (34 тис.). За даними S&P Global Market Intelligence (Sp Global, 2023), світове споживання літію збільшилося з 120 тис. метричних тонн у 2013 р. до 280 тис. у 2023 р., тобто за 10 років на 133%.

Також протягом останнього десятиліття відбулися суттєві зміни у напрямках споживання літію. У 2010 р. його основними споживачами були галузі виробництва скла та кераміки, проте після 2012 р. акцент змістився на виробництво акумуляторних батарей. Частка використання літію (рис. 1) в акумуляторах зросла з 30% у 2012 р. до 65% у 2022 р., що вказує на стрімкий розвиток літєвих технологій у цій сфері (Lozhnikov, 2024).

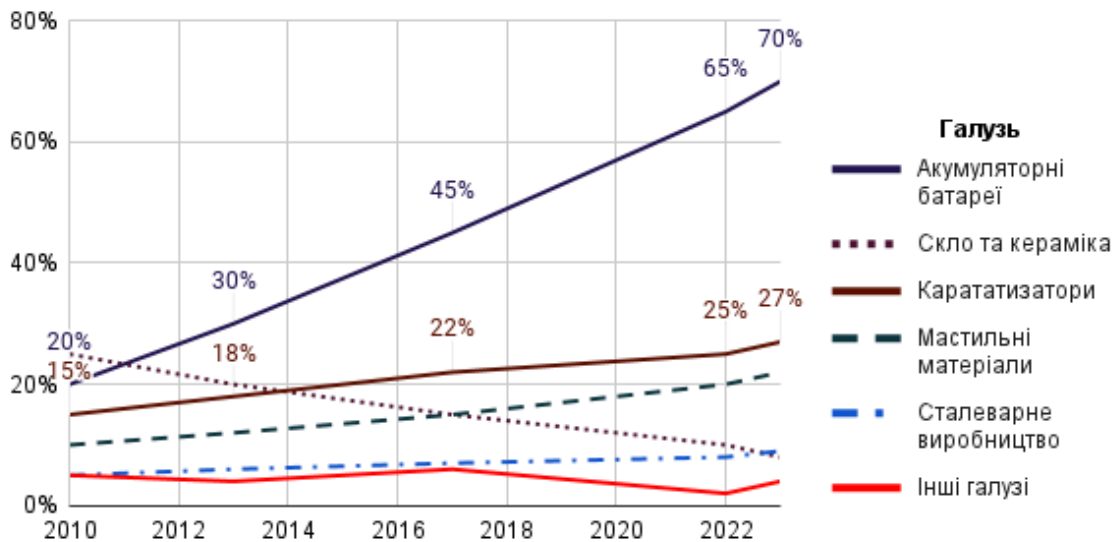


Рисунок 1 – Структура використання літію в різних галузях, %

Джерело: складено за (Sp Global, 2023).

Ціни на літій також зазнали стрімкого підвищення (за останнє десятиліття на 1150%), що пов'язано зі зростаючою популярністю літій-іонної технології. Очікується, що до 2035 р. вартість виробництва літій-іонних акумуляторів сягне 700 млрд дол. США щорічно (Benchmark, 2024). Сьогодні найпоширеніше застосування спостерігається у виробництві акумуляторних батарей для електромобілів.

Згідно з дослідженнями компанії Research and Markets у 2022 р. глобальний ринок літій-іонних акумуляторів був оцінений у 46,23 млрд дол. США. У 2023 р. його вартість зросла до 68,587 млрд і прогнозується подальше зростання на 159,28% протягом прогнозованого періоду (177,817 млрд до 2032 р.). Це підкреслює високу позицію

виробництва літій-іонних акумуляторів на світовому ринку (R&M, 2022).

Станом на 2023 р. у результаті активних геологорозвідувальних робіт виявлено існування близько 98 млн т літію в світових запасах (рис. 2). Більша частина цих ресурсів зосереджена в так званому «літєвому трикутнику» на стику кордонів трьох південно-американських держав: Болівії (21 млн т), Аргентини (20 млн т) та Чилі (11 млн т). Поза межами «літєвого трикутника» значні запаси літію мають США (7,9 млн т), Австралія (6,4 млн т) та Китай (5,1 млн т). У Європі найбільші розвідані поклади розташовані в Німеччині (2,7 млн т), Чехії (1,3 млн т) та Сербії (1,2 млн т) (EvMarketsReports, 2023).

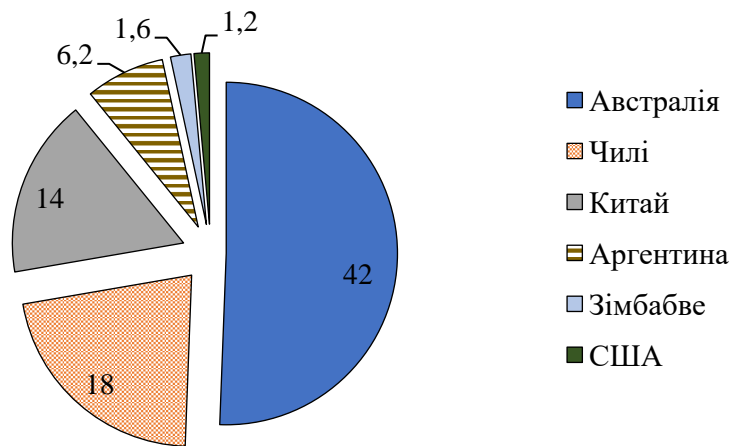


Рисунок 2 – Частка видобутку літію по країнах, %  
 Джерело: складено за (Statista, 2023b).

Усі перелічені країни активно розвивають літєву галузь на різних етапах глобального ланцюга вартості, не втрачаючи можливості посилити свою позицію в цій стратегічно важливій сфері. Наприклад, країни «літєвого трикутника» (Болівія, Аргентина та Чилі) зосереджуються на видобутку та експорті сировини, використовуючи свої природні ресурси. Чилі, зокрема, є одним із найбільших у світі виробників карбонату літію – ключового компонента для виробництва акумуляторів.

Австралія має значні запаси літєвих руд і є провідним експортером сподуменового концентрату, з якого виробляють гідроксид літію для акумуляторів. США активно інвестують у розширення внутрішнього видобутку та переробки літію, прагнучи зменшити залежність від імпорту і зміцнити власну технологічну базу.

Китай займає особливу позицію у глобальному ланцюзі вартості літію. Хоча його запаси є порівняно меншими, країна домінує в переробці та виробництві літєвих продуктів із доданою вартістю. Китай контролює значну частку світових потужностей щодо видобутку та обробки літію, виробництва літій-іонних акумуляторів, забезпечуючи потреби як внутрішнього, так і глобального ринків.

Такі європейські країни, як Німеччина, Чехія та Сербія, активно інвестують у розвідувальні роботи та розвиток власних літєвих ресурсів. Німеччина, наприклад,

працює над створенням повного циклу виробництва – від видобутку літію з геотермальних вод до виробництва акумуляторів для електромобілів. Це сприяє зміцненню європейської промислової бази та зменшенню залежності від імпорту критично важливих матеріалів (Кашук, 2023).

Кожна з цих країн відіграє особливу роль у глобальних ланцюгах вартості літію (від видобутку сировини до виробництва високотехнологічних продуктів). Саме тому їхні стратегії розвитку літєвої галузі відображають як національні пріоритети, так і глобальні тенденції в переході до відновлюваних джерел енергії та розвитку виробництва електромобілів.

Тема перспектив розвитку літєвої сфери України привертає значну увагу як вітчизняних, так і зарубіжних учених, які досліджують, оцінюють запаси, аналізують можливості та виклики, пов'язані з видобутком і переробкою літію. Слід відзначити масштабне геологічне дослідження Полохівського родовища та оцінку запасів літію (Гейченко, 2023), а також аналіз геологічних умов та можливостей розроблення літєвих запасів України, викладений у статті (Білоус, Слободян, Парфенюк, 2024). Так, В. Хаустов розглядає перспективи видобутку літєвих руд і виробництва літєвмісної продукції в Україні (Хаустов, 2024a); С. Шехунова аналізує економічний потенціал літєвої промисловості в Україні (Шехунова, 2023); Є. Редзюк пропонує сформу-

вати оновлену стратегію розвитку пріоритетних сфер діяльності для економіки України з урахуванням існуючих викликів воєнного характеру (Redziuk, 2023).

Також над цією проблематикою працюють науковці Інституту геологічних наук НАН України. Вони визначили, що Україна має значні запаси літєвих руд, які можуть стати основою для розвитку внутрішнього виробництва літєвих акумуляторів, і встановили, що найбільш перспективними є родовища в Кіровоградській та Донецькій областях (Павлишин, 2024).

У науковій роботі (Гейченко, Фалькович, Менасова, Лівенцева, 2023) висвітлено майбутнє українського літію, який часто називають «білим золотом». У звіті Державної служби геології та надр України (Державна служба геології та надр України, 2018) підкреслено наявність ресурсного потенціалу літію в Україні та надано оцінку запасам на кількох родовищах, хоча наразі на жодному з них цей метал не видобувається.

У статті (Павлишин, 2024) міститься детальний аналіз розподілу літію та його форм у різних геологічних комплексах України.

Дослідження українських і зарубіжних вчених свідчать, що Україна має значний потенціал у сфері видобутку та переробки літію. Вітчизняні науковці підкреслюють важливість розвитку внутрішніх технологій видобутку та переробки, а також необхідність інвестування в ці сфери. Зарубіжні дослідники наголошують на економічних й екологічних аспектах, пропонуючи стратегії для ефективного використання ресурсів України.

Основним аспектом, на думку більшості вчених, є створення сприятливого інвестиційного клімату як наслідок стимулювання розвитку інфраструктури та забезпечення екологічної безпеки. Вони наголошують на використанні комплексного підходу до розвитку літєвої промисловості із залученням іноземних інвесторів, державної підтримки та людського капіталу. Отже, дана проблематика потребує доопрацювання з урахуванням сучасних економічних умов.

### *Стан літєвих запасів України*

З огляду на стрімке зростання світового попиту на цей метал, його значення для глобальної промисловості лише посилюється. Літій стає невід'ємним елементом у процесі переходу до відновлюваних джерел енергії та електрифікації транспорту.

Разом із наявністю значних світових запасів літію слід відзначити високий рівень його споживання, зокрема в Україні. Точні статистичні дані щодо імпорту та споживання літій-іонних акумуляторів в Україні обмежені або не оприлюднені у відкритих джерелах. Проте на основі непрямих показників, таких як імпорт техніки, що містить літєві акумулятори, та кількість ввезених електромобілів, можна виявити певні тенденції споживання. Так, наприклад, при оцінюванні кількості ввезених ІКТ-пристроїв в Україну, за даними дослідницьких компаній IDC та GfK Ukraine, щорічний обсяг продажів смартфонів може сягати 5-7 млн одиниць. Ринок ноутбуків оцінюється приблизно у 500 тис. одиниць на рік. Отже, зростання ринку ІКТ в Україні становить 8-10% щорічно (Анісімова, 2024).

Кількість зареєстрованих електромобілів в Україні збільшилася з приблизно 2 500 одиниць у 2016 р. до понад 30 тис. у 2022 р., що також свідчить про значне зростання ринку електричного транспорту. Кожен електромобіль оснащений літій-іонною акумуляторною батареєю, місткість якої може варіюватися від 20 до 100 кВт·год. (Тарасовський, 2024).

За експертними оцінками, обсяг ринку літій-іонних акумуляторів в Україні може становити від 150 до 250 млн дол. США на рік. Даний показник базується на середній вартості акумуляторів у складі імпортованих електромобілів та електронної техніки (Ukraineinvest, 2021).

Вищенаведені дані свідчать про значний внутрішній попит на літій-іонні технології в Україні. Зростаючі обсяги імпорту смартфонів, ноутбуків та електромобілів вказують на те, що український ринок споживає значну кількість літій-іонних акумуляторів. Однак відсутність власного виробництва цих компонентів призводить до

залежності від зовнішніх постачальників, що може обмежувати діяльність країни, особливо в умовах воєнних дій. Така залежність створює ризики для національної безпеки та економіки, оскільки перебої в постачанні критично важливих технологій можуть мати негативні наслідки.

У цьому контексті великого значення набувають власні літєві ресурси України. Дані про них демонструють значну варіативність залежно від джерел і методологій досліджень. Це пов'язано з кількома чинниками, зокрема різним ступенем геологічного вивчення родовищ, використанням різних методів оцінювання запасів, а також тим, які саме мінеральні форми літію враховуються – чистий літій, оксид літію, літєва або петалітова руда.

В Україні існує кілька перспективних родовищ літєвих руд: Шевченківське, Полохівське та ділянка Добра. Ці родовища містять цінні мінерали, такі як сподумен і петаліт – ключові джерела літію. Однак вони мають певні проблеми, такі як глибокі шари розкривних порід і різний ступінь геологічного вивчення, що ускладнює оцінювання реальних запасів (Патрікеєва, 2018).

Аналіз мінералогії та геохімії літєвмісних об'єктів свідчить, що літій кон-

центрується в таких мінералах, як сподумен, лепідоліт і петаліт, у різних геологічних комплексах по всій Україні. Це вказує на потенціал видобутку літію з різних типів руд і може впливати на точність оцінки загальних запасів.

Згідно з останніми геологічними дослідженнями загальні прогностичні запаси в Україні становлять приблизно 260-300 тис. т оксиду літію ( $\text{Li}_2\text{O}$ ). Проте за іншими даними оціночні запаси оксиду літію на кількох родовищах наближаються до 500 тис. т, хоча наразі жодне з них не експлуатується (Хаустов, 2024b). Така розбіжність в оцінках може бути пов'язана з тим, що в одних дослідженнях ураховуються запаси чистого літію, а в інших – загальна маса літєвої руди або лише певні мінерали, такі як петаліт.

У джерелі, де зазначено, що запаси становлять 260-300 тис. т оксиду літію, враховано лише чотири основних родовища (рис. 3): Шевченківське (~70 тис. т); Полохівське (~150-180 тис. т); Крута Балка (~25-32 тис. т); ділянка Добра (~16-18 тис. т). Сумарно цей обсяг дорівнює приблизно 261-300 тис. т  $\text{Li}_2\text{O}$  (Державна служба геології та надр України, 2022).



Рисунок 3 – Кількість прогнoзованих запасів оксиду літію на основних родовищах України  
Джерело: складено за (Державна служба геології та надр України, 2022).

У статті Н. Патрікеєвої обсяг запасів визначено на рівні до 500 тис. т. Імовірно, автор урахувала додаткові родовища та перспективні ділянки, наприклад Станкуватське родовище, яке теж може додавати значний обсяг запасів (Патрікеєва, 2018).

Крім того, варіативність даних зумовлена різними підходами до класифікації запасів (доведені, ймовірні, можливі) та використанням різних критеріїв економічної доцільності видобутку. Різний ступінь геологічної розвідки родовищ також впливає на точність оцінок: деякі ділянки можуть бути недостатньо дослідженими або мати складні геологічні умови, що ускладнює прогнозування.

Для більш точної оцінки запасів літію необхідно враховувати технологічний процес отримання оксиду літію, який є основною сировиною для виробництва літій-іонних акумуляторів.

Процес отримання оксиду літію з літійової руди включає кілька етапів. Спочатку видобута руда піддається подрібненню та збагаченню для підвищення концентрації

літійових мінералів, таких як сподумен і петаліт (Лисенко, Бакаржиєв, 2019).

Під час збагачення видаляються домішки (зокрема, залізо, алюміній та інші метали) для досягнення необхідної чистоти сировини. Збагачена руда проходить термічну обробку (кальцинацію) при температурах близько 1000 °С, що сприяє переходу літію в реакційноздатну форму. Після цього здійснюється вилугування за допомогою кислот або лугів, що дозволяє екстрагувати літій у розчин. Отриманий розчин очищують від залишкових домішок до рівня, що становить частки відсотка, і шляхом хімічного осадження отримують оксид літію високої чистоти.

Основні родовища літійової руди в Україні (Полохівське, Шевченківське, Крута Балка та ділянка Добра), з якої безпосередньо виробляється літій, містять значну кількість літійових мінералів, придатних для промислового видобутку та переробки (рис. 4). Саме високий вміст літію в цих рудах та сприятливі геологічні умови роблять їх перспективними для розвитку національної літійової галузі.



Рисунок 4 – Кількість розвіданих запасів руди з вмістом оксиду літію на основних родовищах України

Джерело: складено за (Хаустов, 2024a).

*Шевченківське родовище (Донецька область).* У 2018 р. було виконано геолого-розвідувальні роботи, у результаті яких підтверджено раніше встановлені запаси та виявлено перспективи для подальшого розширення родовища. Родовище є одним із найбільших в Україні за запасами літію. За даними геологічних досліджень, проведених у 1990-х роках й оновлених у 2018 р., прогнозні ресурси становлять близько 5,8 млн т руди з вмістом оксиду літію від 1 до 1,3%. Це відповідає приблизно 70 тис. т оксиду літію (Хаустов, 2024b).

*Полохівське родовище (Кіровоградська область).* У 2017-2019 рр. здійснено комплексні геофізичні та геохімічні дослідження, які підтвердили високу концентрацію літію та додаткові поклади руди. Родовище вважається одним із найперспективніших у країні. За даними Державної служби геології та надр України, прогнозні ресурси становлять близько 14 млн т руди з вмістом оксиду літію 1,1-1,3%. Це еквівалентно приблизно 150-180 тис. т оксиду літію.

*Родовище Крута Балка (Запорізька область).* Геологічні дослідження здійснювалися в 1980-х роках, а в 2019 р. дані було оновлено шляхом додаткових розвідувальних робіт, що підтвердили наявність значних запасів. Родовище характеризується прогнозними ресурсами в обсязі близько 3,2 млн т руди з вмістом оксиду літію 0,8-1%, або приблизно 25-32 тис. т оксиду літію.

*Ділянка Добра (Кіровоградська область).* У 2020 р. були здійснено попередні геологічні дослідження, які вказують на перспективність подальшої розвідки та можливе збільшення оцінених запасів. Родовище є менш вивченим, але перспективним. Прогнозні ресурси оцінюються в 1,8 млн т руди з вмістом оксиду літію 0,9-1%, що відповідає приблизно 16-18 тис. т оксиду літію.

Окрім основних родовищ, в Україні є інші ділянки, де виявлено поклади літєвих руд:

Станкуватське родовище (Кіровоградська область) – прогнозні ресурси ста-

новлять близько 2 млн т руди з вмістом оксиду літію 1%;

ділянка Південна (Житомирська область) – потребує додаткових досліджень, але попередні дані свідчать про наявність літєвих мінералів у пегматитових жилах.

У Донецькій області розташовано кілька менших ділянок із потенційними запасами літію, але через геополітичну ситуацію дослідження тут ускладнені.

### **Можливості України у видобуванні та переробці літію**

Як визначено вище, Україна має значний потенціал у галузі видобування та переробки літію, що підтверджується наявністю значної кількості хімічних і переробних заводів, які є спадщиною радянської індустріальної епохи. Велика частина цих підприємств має необхідну інфраструктуру та досвід для адаптації до сучасних вимог переробки мінеральних ресурсів. За даними Міністерства економіки України, на сьогодні в країні діє понад 200 великих індустріальних комплексів, спроможних переробляти широкий спектр мінеральних ресурсів, включаючи літій (Павлиш, 2024).

Україна також має потужну науково-дослідницьку базу у сфері гірничо-металургійної та хімічної промисловості. Згідно з даними НАДПУ (Національна асоціація добувної промисловості України, 2023) в Україні нараховується близько 50 вищих навчальних закладів, які готують фахівців у галузі гірничої інженерії та металургії, що забезпечує безперервне поповнення кваліфікованими кадрами. Це створює сприятливі умови для розвитку виробництва і переробки літію на високому технологічному рівні.

Однак із початком повномасштабного вторгнення в 2022 р. Україна зазнала значного впливу населення, серед якого багато кваліфікованих фахівців і науковців. За даними Управління Верховного комісара ООН (UNHCR, 2023) у справах біженців, понад 5 млн українців стали біженцями. Ця втрата кваліфікованих кадрів може стати ризиком для розвитку літєвої галузі,

оскільки нестача висококваліфікованих спеціалістів може уповільнити технологічний розвиток й ефективне використання існуючих промислових потужностей.

Тож розробка літєвих родовищ в Україні становить інтерес для іноземних інвесторів у різних формах, включаючи оренду родовищ, закупівлю руди або інвестиції у виробництво чистого літію. Проте такі сценарії можуть бути не вигідними для України, оскільки існує ризик залишитися постачальником сировини без розвитку власної промислової бази.

З урахуванням наявного потенціалу Україна має всі передумови для того, щоб правильно організувати цей процес, залучивши інвесторів, зацікавлених у комплексному розвитку літєвої галузі. Це дозволить країні стати важливою складовою глобального ланцюга доданої вартості літій-іонних акумуляторів, а не лише постачальником сировини.

Отже, стратегічний підхід до розвитку галузі сприятиме підвищенню економічної стійкості, технологічному розвитку та інтеграції України у світовий ринок високотехнологічної продукції.

*Переваги та можливості України в даній галузі* полягають у такому:

оцінені запаси літію в Україні мають значний потенціал стати одним із ключових джерел цього стратегічного ресурсу в Європі. Провідними об'єктами є Полохівське родовище в Кіровоградській області, яке вже підтвердило наявність значних запасів літєвмісної руди. Шевченківське родовище в Донецькій області та Крута Балка в Запорізькій області також демонструють суттєвий потенціал, однак на сьогодні потребують додаткових геологічних досліджень та інвестицій;

географічне розташування та політика. Стратегічне розташування України між Європою, Азією та Близьким Сходом створює сприятливі умови для експорту переробленого літію та літій-іонних акумуляторів, а також для взаємодії з глобальними ланцюгами поставок у сфері виробництва електроніки та електромобілів. Навіть за

умов складної та вартісної логістики ЄС продовжує імпортувати літєві акумулятори з Китаю. Україна має ресурси та потенціал для налагодження виробництва акумуляторів, що робить її потенційним повноцінним партнером ЄС у цій галузі. Завдяки цьому вона може знизити залежність від поставок з Китаю, витрати на логістику та уникнути політичного й економічного впливу з боку Китаю на ЄС;

інвестиційний клімат. Уряд України активно працює над поліпшенням інвестиційного клімату, особливо в контексті виробництва і переробки літію, шляхом здійснення стратегічних заходів щодо залучення іноземних інвестицій. Урядові ініціативи (наприклад «Інвестиційні няні») передбачають надання підтримки іноземних інвесторів на всіх етапах реалізації інвестиційного проєкту та спрямовані на мінімізацію адміністративних бар'єрів і гарантування інвестиційної безпеки. Зокрема, за даними Міністерства економіки України, після впровадження цієї програми кількість інвестиційних проєктів зросла на 20% за останні два роки (Маркуц, Андрієнко, Студеннікова, 2024).

Також в Україні розроблено привабливі податкові стимули для іноземних інвесторів, зокрема зниження ставки податку на прибуток для нових інвестиційних проєктів у високотехнологічних галузях, що включають виробництво акумуляторів і переробку літєвих мінералів. Це дозволяє компаніям утримувати більшу частину прибутку для реінвестування в розвиток виробництва. За даними Державної служби статистики інвестиції у промисловість зросли на 35% після запровадження таких заходів (Маркуц, Андрієнко, Студеннікова, 2024).

### ***Можливості, виклики та перешкоди***

Світове споживання літію постійно змінювалося, й основні зміни у значною мірою були обумовлені розвитком технологій і зростанням попиту на електроніку та електромобілі.

Однією з ключових перешкод для розвитку літєвої галузі в Україні є відсутність

власних технологій і складного обладнання для виробництва літій-іонних акумуляторів. У сучасному виробництві акумуляторів вирішальну роль відіграє технологія, оскільки протягом останніх десятиліть виробники витратили мільярди доларів на дослідження та розробку легких, безпечних та енерго-ефективних акумуляторів.

Наприклад, компанія Tesla у співпраці з Panasonic інвестувала понад 5 млрд дол. у будівництво Gigafactory 1 у штаті Невада (США), яка є однією з найбільших у світі фабрик з виробництва літій-іонних акумуляторів. Ця інвестиція включала не лише будівництво заводу, але й розвиток нових технологій виробництва акумуляторних елементів із підвищеною енергоємністю та безпекою (РБК-Україна, 2016).

Інша компанія з Китаю – Contemporary Amperex Technology Co. Limited (CATL) стала одним із провідних світових виробників акумуляторів завдяки інвестиціям у дослідження та розробки, які в 2020 р. перевищили 2 млрд дол. CATL активно працює над створенням нових типів акумуляторів, включаючи твердотільні та літій-залізо-фосфатні, які відзначаються підвищеною безпекою та довговічністю.

Одержання доступу до таких передових технологій для власного виробництва є вкрай складним завданням через високий рівень захисту інтелектуальної власності та комерційну таємницю. Більшість провідних компаній захищають свої розробки патентами та не зацікавлені в передачі критично важливих технологій конкурентам. Єдиним можливим шляхом може бути залучення стратегічних партнерів, які готові інвестувати та співпрацювати на взаємовигідних умовах. Проте існує ризик, що такі компанії можуть бути не зацікавлені у входженні на ринок України через його недостатній обсяг або несприятливу геополітичну ситуацію.

Другою значною перешкодою є складність та вартість обладнання для виробництва акумуляторів. Процес виготовлення літій-іонних акумуляторів є високотехнологічним і включає кілька критичних етапів:

виробництво електродних матеріалів, що потребує високоточного обладнання для

змішування та нанесення активних матеріалів;

складання акумуляторних елементів, що потребує автоматизованих ліній з високим рівнем контролю якості та точності;

тестування та контроль якості, що включає використання складних систем діагностики.

Вартість будівництва сучасного заводу з виробництва літій-іонних акумуляторів може сягати 1-2 млрд дол. США. Крім того, деяке обладнання може бути обмежене в експорті через стратегічну важливість або регуляторні обмеження, що ускладнює його придбання.

Третім викликом є конкуренція зі світовими лідерами. Китай, який є світовим лідером у виробництві літійових батарей і комплектуючих, створює серйозні виклики для нових підприємств в Україні, особливо в контексті глобальної конкуренції та дефіциту ресурсів. Згідно з даними Bloomberg New Energy Finance Китай виробляє понад 80% світових літійових батарей, що значно обмежує доступ до передових технологій і матеріалів для інших країн. Це змусить вітчизняні підприємства змагатися не тільки у вартості та якості продукції, але й у набутті технологічної незалежності та розвитку власних інноваційних рішень, що може стати критичним чинником у їхній стабілізації та зростанні на висококонкурентному ринку.

Таким чином, на даний момент проблема інвесторів полягає у невизначеності через поєднання великих можливостей і високих ризиків. З одного боку, глобальний перехід до екологічно чистої енергії та електрифікації транспорту створює значний попит на літій та літійові батареї. За даними International Energy Agency (International Energy Agency, 2021) до 2030 р. кількість електромобілів може зрости до 145 млн, що потребуватиме значного збільшення видобутку та переробки літію. Згідно з аналітикою (Research and Markets, 2022) світовий попит на літій до 2025 р. може зрости на 20-25% щорічно, що відкриває великі можливості для інвесторів у цьому секторі. З іншого боку, економічна невизначеність та

політичні ризики створюють значні бар'єри для інвестицій. Відповідно до даних Світового банку глобальний індекс невизначеності економічної політики підвищився на 35% з початку десятиліття, що стримує інвесторів від вкладення капіталу в ризиковані проєкти (Анісімова, 2024). Також існує значна конкуренція з боку країн, які вже мають розвинуті інфраструктури для видобутку та переробки літію, таких як Китай та Австралія. За даними Benchmark Mineral Intelligence, Китай на сьогодні контролює близько 80% світового виробництва літєвих батарей, що створює додаткові виклики для нових гравців на ринку (Forbes.ua, 2022).

Останнім часом простежується період застою в інвестиціях у літєву галузь. Інвестори вимушені балансувати між потенційно високими прибутками та значними ризиками втратити вкладені кошти, що потребує розроблення більш гнучких стратегій та аналізу ризиків для залучення інвестицій у цю перспективну, але нестабільну галузь.

### **Реалізація складних проєктів та залучення інвесторів**

Реалізація проєкту розвитку літєвої галузі в Україні містить чотири основних етапи, кожен з яких є важливим і послідовним кроком на шляху до досягнення стратегічних цілей (рис. 5).

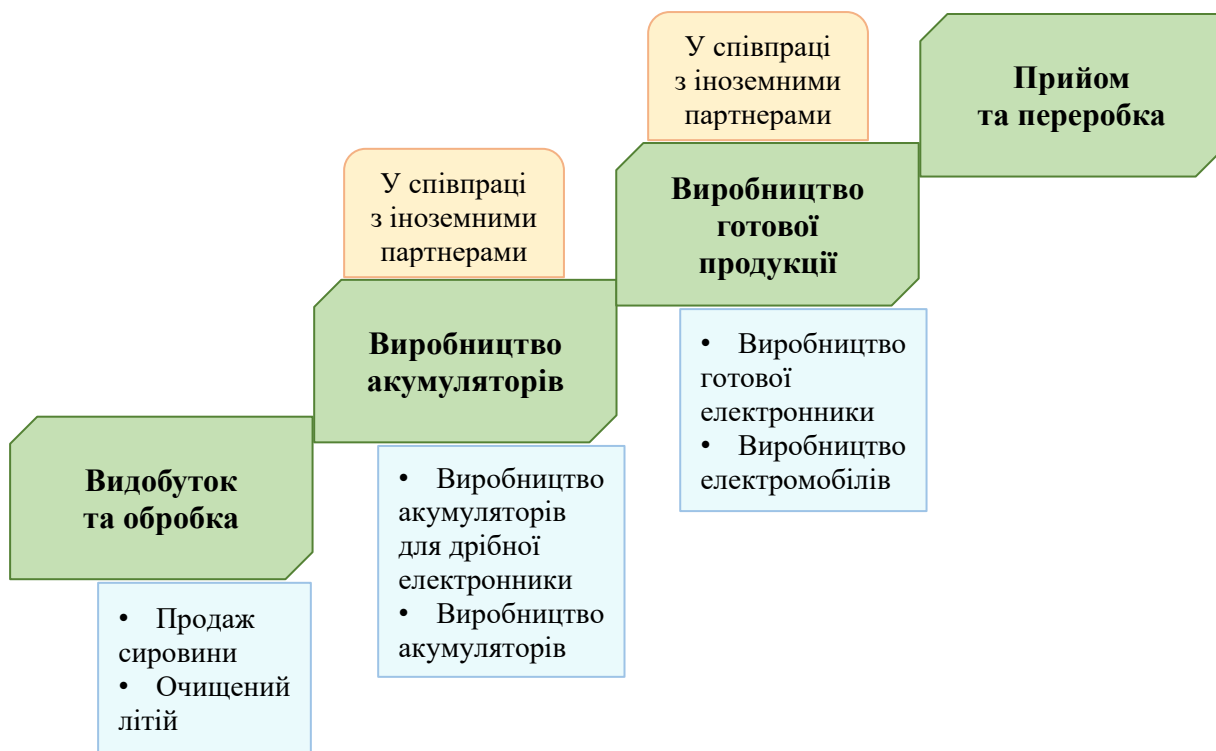


Рисунок 5 – **Можливі етапи розвитку літєвої галузі в Україні**

Джерело: складено автором.

1. *Видобуток та збагачення сировини.* На цьому етапі здійснюється розвідка та розробка літєвих родовищ, що включає видобуток і первинну переробку руд з метою отримання концентрату, придатного для подальшої переробки.

Продаж літію у вигляді сировини є найпростішим сценарієм для України. Він

передбачає видобуток літєвої руди, її збагачення та експорт до інших країн, що, з урахуванням високого попиту на літій у світі, може здійснити вагомий внесок у зміцнення економічного потенціалу країни. Однак додана вартість у цьому випадку залишатиметься за межами України. За даними Benchmark Mineral Intelligence, експорт

необробленої сировини приносить лише 20-30% від потенційного доходу, який можна отримати при більш глибокій переробці (Benchmark, 2021). Також у рамках цього підходу мають бути розширені переробні потужності для отримання чистого літію з видобутої руди. Україна має значну кількість хімічних і переробних заводів, які можна модернізувати для переробки літієвих руд. Продаж чистого літію на світовому ринку може принести країні значно більший дохід порівняно з експортом необробленої сировини. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (IEA) світовий попит на чистий літій зростає на 25-30% щорічно, що створює сприятливі умови для реалізації даного сценарію.

*2. Виробництво літієвих акумуляторів.* Після забезпечення стабільного постачання збагаченої сировини розпочинається виробництво акумуляторів, що включає створення потужностей для виготовлення акумуляторних елементів, які будуть використовуватися як у побутовій техніці, так і в електромобілях.

Виробництво літієвих акумуляторів в Україні є більш складним, але перспективним сценарієм. Він включає створення виробничих потужностей для виготовлення літієвих акумуляторів з власного літію. Україна має великий досвід у переробній промисловості та значний науково-дослідний потенціал, що дозволяє розвивати цю галузь. За даними European Battery Alliance інвестиції у виробництво літієвих акумуляторів можуть збільшити ВВП країни на 1-2% щорічно, створюючи при цьому тисячі нових робочих місць (European Battery Alliance, 2021).

Про потенційне співробітництво свідчать такі напрями та ініціативи:

переговори з європейськими компаніями – Україна виявляє інтерес до співпраці з європейськими виробниками акумуляторів у рамках Європейського «зеленого» курсу. Зокрема, можливе партнерство з компаніями, які входять до European Battery Alliance (Європейський альянс батареї),

метою якого є створення повного циклу виробництва акумуляторів у Європі;

меморандуми про взаєморозуміння – деякі вітчизняні підприємства підписували меморандуми з іноземними компаніями щодо спільного розвитку літієвих проєктів. Наприклад, Державна служба геології та надр України вела переговори з іноземними інвесторами щодо розробки літієвих родовищ;

інвестиційні форуми та виставки – вітчизняні компанії та вповноважені органи державної влади активно беруть участь у міжнародних заходах, таких як Battery Show Europe або International Renewable Energy Conference, де обговорюються можливості співпраці у сфері відновлюваної енергетики та зберігання енергії;

науково-технічне співробітництво – наукові установи України співпрацюють з іноземними колегами в дослідженнях нових матеріалів для акумуляторів. Це може стати основою для подальшого промислового партнерства;

інтерес з боку Китаю – деякі китайські компанії висловлювали зацікавленість у співпраці з Україною щодо видобутку літію та виробництва акумуляторів, враховуючи стратегічне розташування України та наявність ресурсів;

програми ЄС щодо підтримки інновацій – Україна бере участь у програмах ЄС, таких як Horizon Europe, які можуть фінансувати проєкти у сфері виробництва та розвитку акумуляторних технологій.

*3. Виробництво готової продукції.* Аналіз статистичних даних щодо інвестицій у літієву промисловість свідчить, що у 2022 р. було вкладено приблизно 14,4 млрд дол. у розробку родовищ літію.

Щодо інвестицій у будівництво літієвих фабрик, то у 2022 р. загальна сума інвестицій становила близько 22,7 млрд дол.

Найбільші інвестори цієї галузі – Contemporary Amperex Technology (CATL) (Китай), Tesla (США), General Motors (США), BYD (Китай) та Toyota (Японія). Такі регіони, як Азія, Європа, Північна Америка та Австралія, найбільш активно

інвестують у будівництво літєвих фабрик (Mining Technology, 2024).

Найбільш амбїтним сценарїєм є залучення інвесторів для будівництва заводу з виробництва електромобїлів, наприклад, Gigafactory Tesla Ukraine. Такий проєкт потребує значних інвестицій, але може мати величезний економічний вплив.

Корпорація Tesla з моменту свого заснування у 2003 р. стала одним із лїдерів на ринку електромобїлів і відновлюваних джерел енергїї. Станом на 2024 р. ринкова капіталїзація компанії перевищує 800 млрд дол. (Фїнансовий клуб, 2023), що робить її однією з найбільших у свїті за цим показником. Tesla продовжує демонструвати швидке зростання завдяки інноваціям у галузі електромобїлів, акумуляторних систем та енергетичних рішень. Компанія активно

інвестує в розширення виробничих потужностей і дослідження нових технологїй, таких як автономне керування та штучний інтелект. У 2023 р. Tesla стала однією з небагатьох корпорацій у свїті, які мають високі показники прибутковості у виробництві електромобїлів, що ще більше зміцнило її позиції на ринку.

З урахуванням успішної діяльності Gigafactory у США, Китаї та Нїмеччині (табл. 1) можна очікувати, що будівництво аналогічного заводу в Україні створить десятки тисяч робочих місць, збільшить податкові надходження та підвищить експортний потенціал країни. За оцінками Bloomberg, упровадження подібних проєктів може збільшити ВВП країни на 3-4% щорічно (World Bank, 2023).

Таблиця 1 – Показники діяльності Гїгафабрик Tesla

Показник	Giga Nevada (США)	Giga Shanghai (Китай)	Giga Berlin (Нїмеччина)
Кількість робочих місць, тис.	35	16	12
Вартість будівництва, млрд дол. США	5	2	4
Середня зарплата, тис. дол. США на рік	60	20	40
Податкові надходження, млн дол. США на рік	1000-1200	323	800
Кількість електромобїлів, тис. од. на рік	500	500	Прогноз 500
Дохідність, млрд дол. США на рік	20	20	20

Джерело: складено за (Фїнансовий клуб, 2023).

Отже, доцільно розглянути припущення щодо реалїзації проєкту партнерства з корпорацією Tesla:

- час реалїзації проєкту – 2-5 років;
- обсяг інвестицій – 5-6 млрд дол США;
- кількість робочих місць на підприємстві в Україні – 10 тис.;
- обсяг виробництва – 400 тис. електромобїлів на рік;
- середня вартість електромобїля – 40 тис. дол. США;
- дохідність підприємства – 16 млрд дол. США на рік.

Відповідно до виконаних розрахунків можливого сценарїю реалїзації проєкту (табл. 2):

2025-2026 рр. – перші два роки будуть зосереджені на розробці літєвих родовищ з інвестиціями в обсязі 0,2 млрд дол. щороку;

2027-2028 рр. – починається будівництво Гїгафабрики з орієнтовним обсягом щорічних інвестицій 2 млрд дол. на кожен із цих двох років;

2029 р. і в подальшому – завод розпочне повноцінну діяльність із річною виробничою потужністю 400 тис. електромобїлів за ціною в середньому 40 тис. дол. США; загальний річний дохід – 16 млрд дол.

Очікувані податкові надходження від корпоративних податків становитимуть приблизно 2,1-2,4 млрд дол. на рік (рис. 6).

Таблиця 2 – Показники економічного впливу проекту співпраці з корпорацією Tesla

Показник	Етап I. Формування галузі видо- бутку літію		Етап II. Будівництво та функціонування Гігафабрики Tesla							
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
<b>Інвестиції, млрд дол. США</b>	0,2	0,2	2	2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
<i>Очікувані результати</i>										
Загальний дохід Гігафабрики, млрд дол. США					14	15	15	16	16	16
Витрати на матеріали, млрд дол. США					8,4	9	9	9,6	9,6	9,6
Кількість працівників, тис. осіб					8000	8000	9000	10000	10000	10000
Витрати на заробітну плату, млрд дол. США					1,2	1,2	1,35	1,5	1,5	1,5
Чистий прибуток, млрд дол. США					4,4	4,8	4,65	4,9	4,9	4,9
Податок на прибуток підприємств (18%), млрд дол. США					0,792	0,864	0,837	0,882	0,882	0,882
Земельний податок (300 га по 10 тис. дол.), млрд дол. США			0,00045	0,00045	0,00045	0,00045	0,00045	0,00045	0,00045	0,00045
ПДВ 20 %, млрд дол. США					0,88	0,96	0,93	0,98	0,98	0,98
Єдиний соціальний внесок, млрд дол. США					0,264	0,264	0,297	0,33	0,33	0,33
Інші податки (транспортний, екологічний), млрд дол. США					0,132	0,144	0,1395	0,147	0,147	0,147
Загальна сума сплачених податків, млрд дол. США					2,06845	2,23245	2,20395	2,33945	2,33945	2,33945
Внесок у ВВП, %	0,2	0,2	1,6	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8
Курс грн/дол. США	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
<b>Прогнозований ВВП України, млрд дол. США</b>	121,79	122,3	123,0	123,8	124,6	125,5	126,5	127,6	128,8	130,0
<b>Прогнозований ВВП з урахуванням діяльності Гігафабрики, млрд дол. США</b>	122,0	122,5	125,0	125,8	126,7	127,8	128,7	130,0	131,1	132,4

Джерело: складено автором.

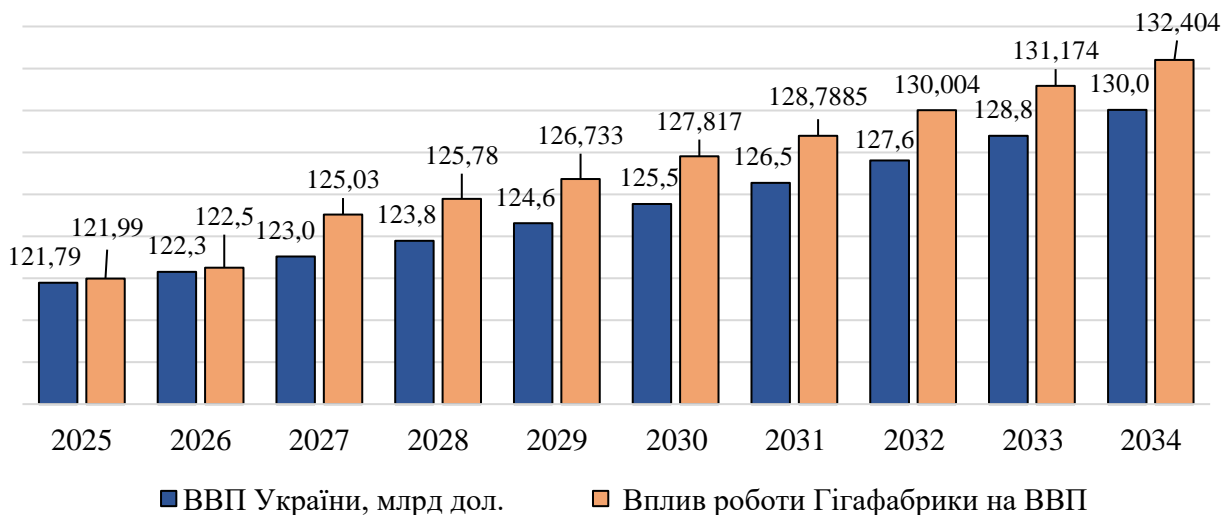


Рисунок 6 – **Графік економічного впливу проєкту співпраці з корпорацією Tesla**  
*Джерело:* складено автором.

Діяльність у рамках проєкту протягом перших двох років буде зосереджена на розробці літєвих родовищ з інвестиціями в обсязі 0,2 млрд дол. щороку. Далі починається будівництво Гігафабрики з орієнтовним обсягом щорічних інвестицій 2 млрд дол.

Проєкт матиме прямий вплив на економіку України, забезпечуючи щорічне зростання ВВП на 1,6-1,8% завдяки податковим надходженням та іншим інвестиціям Гігафабрики, а також через стимулювання господарської діяльності, пов'язаної з її функціонуванням.

Однак існують певні умови щодо реалізації проєкту в Україні, а саме:

- завершення активних бойових дій;
- відсутність тривалої глобальної економічної кризи;
- вступ України в ЄС (формування вільного ринку з країнами-членами ЄС);
- зростання попиту на глобальному ринку електромобілів до 14-17 млн на рік;
- зміна законодавства та правил отримання ліцензій видобування сировини;
- створення сприятливих умов для інвесторів і надання гарантій;
- запровадження податкових і митних пільг для суб'єктів господарювання, які здійснюють виробничу діяльність на території України.

4. *Прийом та переробка.* Прийом та переробка літію є критичними етапами у глобальному ланцюгу доданої вартості, що дозволяє провідним країнам отримувати значні економічні прибутки. На сьогодні в більшості країн світу встановлено законодавчі вимоги, згідно з якими виробники літій-іонних акумуляторів зобов'язані забезпечувати переробку відпрацьованих батарей. Це спрямовано на зменшення негативного впливу на довкілля та стимулювання циркулярної економіки.

Наприклад, у ЄС діє Директива 2006/66 про батареї та акумулятори та відходи батарей і акумуляторів, яка потребує від виробників організувати збір та переробку відпрацьованих батарей. Ця директива встановлює обов'язкові норми щодо збору, обробки та переробки, а також забороняє захоронення або спалювання відпрацьованих батарей (European Union, 2006).

У Китаї в 2018 р. Міністерство промисловості та інформаційних технологій видало «Тимчасові заходи щодо управління переробкою використаних тягових батарей для електричних транспортних засобів», які зобов'язують виробників електромобілів та акумуляторів створювати мережі збору та переробки відпрацьованих батарей. У Японії Законом про сприяння ефективному

використанню ресурсів (1991 р.) (Law for the Promotion of Effective Utilization of Resources) регламентовано систему розширеної відповідальності виробників, яка зобов'язує їх забезпечувати збір і переробку відпрацьованих літій-іонних батарей. Такі регуляторні заходи стимулюють виробників інтегрувати переробку у виробничі процеси, що сприяє сталому розвитку та зменшенню екологічного навантаження.

Такі держави, як Китай, Чилі, Австралія та Аргентина, активно розвивають переробку літію, що забезпечує їм домінуючу позицію на світовому ринку літієвих продуктів. Китай контролює близько 80% світових потужностей щодо рафінування та переробки літію. Завдяки цьому країна експортує високоякісні літієві сполуки та акумуляторні технології, отримуючи значні прибутки та зміцнюючи свою позицію в глобальній економіці. Чилі та Аргентина, маючи великі запаси літію, інвестують у створення підприємств з переробки, що дозволяє їм експортувати не лише сировину, але й продукти з високою доданою вартістю. Австралія активно розширює свої переробні потужності, прагнучи перейти від експорту сирової руди до постачання очищених літієвих продуктів.

Світовий попит на літій стрімко зростає: за прогнозами Міжнародного енергетичного агентства до 2030 р. він може збільшитися в чотири рази порівняно з 2020 р. Україна, маючи значні запаси, оцінені приблизно в 500 тис. т оксиду літію ( $\text{Li}_2\text{O}$ ), може зайняти помітну позицію на світовому ринку. Експорт літію та продуктів його переробки може приносити країні додаткові валютні надходження, які за консервативними оцінками сягнуть 200-300 млн дол. США щорічно (залежно від ринкових цін) (Redziuk, 2023).

Для реалізації цього потенціалу необхідні значні інвестиції та створення сприятливих умов. За оцінками експертів (Grosjean, Miranda, Perrin, Roggi, 2012), для запуску повного циклу видобутку та переробки літію в Україні потрібні інвестиції в обсязі

500-700 млн дол. США. Це включає розробку родовищ, будівництво переробних заводів й упровадження сучасних технологій. Важливими умовами є також удосконалення законодавчої бази, зокрема надання податкових пільг і спрощення процедур для інвесторів, а також розвиток інфраструктури та забезпечення енергетичних ресурсів.

В Україні є всі шанси на успішний розвиток цієї галузі, оскільки вона має потужну науково-технічну базу та значний досвід у хімічній і переробній промисловості. Це дозволить не лише конкурувати з іншими державами на світовому ринку, але й отримувати додаткові прибутки від перепродажу вторинного літію. Розвиток технологій переробки та рециклінгу літієвих продуктів сприятиме створенню замкненого циклу виробництва, підвищенню ефективності галузі та зміцненню позицій України як важливого гравця у глобальній літієвій індустрії.

*Висновки.* Дослідження стану та перспектив розвитку літієвої галузі в Україні в контексті світових тенденцій свідчить, що літій як важливий компонент сучасних технологій, зокрема у виробництві літій-іонних акумуляторів, перебуває в центрі уваги. За останнє десятиліття обсяг видобутку літію збільшився на 134%, а згідно з прогнозами до 2032 р. сягне 177,8 млрд дол. США.

Проаналізовано можливості та виклики для літієвої галузі України. Встановлено, що загальні прогностичні запаси становлять приблизно 260-300 тис. т оксиду літію ( $\text{Li}_2\text{O}$ ), зосереджених у чотирьох основних родовищах (Полохівське, Шевченківське, Крута Балка та ділянка Добра).

Розглянуто можливі етапи розвитку галузі, а саме: видобуток і збагачення руди, виробництво літієвих акумуляторів, прийом і переробка літію. Обґрунтовано, що Україна з власними запасами літію може інтегруватися в будь-який з етапів світового ланцюга доданої вартості.

Запропонований проект, що ілюструє потенціал розвитку літієвої галузі в Украї-

ні, передбачає партнерство з корпорацією Tesla. Протягом перших двох років діяльність у рамках проєкту буде зосереджена на розробці літєвих родовищ з інвестиціями в обсязі 0,2 млрд дол. США щороку. Наступним етапом стане будівництво Гігафабрики з орієнтовним обсягом щорічних інвестицій 2 млрд дол. США. Після завершення будівництва завод розпочне повноцінну діяльність із річною виробничою потужністю 400 тис. електромобілів за середньою ціною 40 тис. дол., що забезпечить загальний річний дохід 16 млрд дол. США.

Очікувані податкові надходження від корпоративних податків становитимуть приблизно 2,1-2,4 млрд дол. США на рік. Проєкт сприятиме прямому впливу на економіку України, забезпечуючи зростання ВВП на 1,6-1,8% щорічно за рахунок бюджетних надходжень, а також активізації економічної діяльності, генерованої функціонуванням підприємства. Крім того, створення 10 тис. робочих місць сприятиме соціально-економічному розвитку та зміцненню позицій України в глобальних ланцюгах доданої вартості.

У результаті аналізу ринкових умов і технологічних можливостей літєвої галузі запропоновано сценарії її розвитку, які можуть стати основою для стратегічного планування та залучення іноземних інвестицій. Україна має всі передумови для того, щоб стати важливим гравцем на світовому ринку літєвих технологій, сприяючи глобальному переходу до більш екологічно чистих й ефективних джерел енергії.

Ідентифіковано виклики, які можуть стати перешкодою для реалізації потенціалу розвитку літєвої галузі. Серед них ключовими є вплив кваліфікованих кадрів за кордон унаслідок трудової міграції, відсутність власних технологій та складного обладнання для виробництва літій-іонних акумуляторів; інвестиції провідних компаній, таких як Tesla та CATL, у дослідження та розроблення передових, безпечних й енергоефективних акумуляторів; висока вартість будівництва сучасних заводів

(1-2 млрд дол. США), обмеження в експорті стратегічного обладнання, а також конкуренція зі світовими лідерами, зокрема Китаєм, який контролює понад 80% світового виробництва літєвих батарей.

У даному контексті інвестори змушені балансувати між перспективою отримання високих прибутків у літєвій сфері та значними ризиками, такими як економічна невизначеність, геополітична нестабільність і конкуренція з боку країн із добре розвинутою інфраструктурою для видобутку та переробки літію.

Високий глобальний попит на літій та літій-іонні акумулятори створює унікальний шанс для України інтегруватися у світові ланцюги доданої вартості та забезпечити стале економічне зростання. Найскладнішим питанням залишається пошук надійних партнерів, які будуть зацікавлені не лише в експорті сировини, але й у розвитку промисловості, передачі технологій і спільному створенні високотехнологічних виробництв. Залучення таких партнерів потребує використання стратегічного підходу, прозорої інвестиційної політики та створення сприятливого бізнес-клімату. Потенційні вигоди можуть значною мірою перевершити витрати та зусилля, необхідні для подолання існуючих перешкод.

### Література

- Анісімова С. (2024). Світовий ринок смартфонів зріс на 7,8% у I кв. 2024. *Root-Nation.com*. URL: <https://root-nation.com/ua/news-ua/it-news-ua/ua-worldwide-smartphone-market-up-q1-2024/> (дата звернення: 04.10.2024).
- Білоус О.І., Слободян Б.І., Парфенюк В.О. (2024). Літєві пегматити України: проблеми і переваги освоєння родовищ. *Мінеральні ресурси України*. № 2. С. 3-9. DOI: <https://doi.org/10.31996/mru.2024.2.3-9>
- Гейченко М.В., Фалькович О.Л., Менасова А.Ш., Лівенцева Г.А. (2023). Сучасний стан родовищ літєвих руд в Україні. *Мінералогічний журнал*. Т. 45, № 1. С. 83-

94. DOI: <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.01.083>
- Григоренко Ю. (2021). Вогонь батарей: чи зможе Україна випускати акумулятори та електрокари. *ГМК*. URL: <https://gmk-center.ua/posts/vogon-batarej-chi-zmozhe-ukraina-vipuskati-akumulyatori-ta-elektrokari/> (дата звернення: 04.10.2024).
- Державна служба геології та надр України (2018). Звіт про стан та перспективи розвитку мінерально-сировинної бази України у 2018 році. URL: [https://www.drs.gov.ua/wp-content/uploads/2021/03/dokument-402\\_0\\_19-21.pdf](https://www.drs.gov.ua/wp-content/uploads/2021/03/dokument-402_0_19-21.pdf) (дата звернення: 04.10.2024).
- Державна служба геології та надр України (2022). Стратегічні корисні копалини дороговказ розвитку для України. URL: <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/presentations/ukr/analiz-rozvytku-haluzey-krytychnykh-korysnykh-kopalyn.pdf> (дата звернення: 04.10.2024).
- Кашук Д. (2023, 25 квітня). З чого почати розробку літєвих родовищ в Україні і чому це важливо. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/04/25/699429/> (дата звернення: 04.10.2024).
- Лисенко О.А., Бакаржєєв А.К. (2019). Стан і перспективи сировинної бази урану України. *Мінеральні ресурси України*. № 1. С. 11-17. DOI: <https://doi.org/10.319196/mru.2019.1.11-17>
- Маркуц Ю., Андрієнко Д., Студеннікова І. (2024). Проект державного бюджету-2025: основні характеристики та стратегічні пріоритети. *Укрінформ*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-polytics/3909293-proekt-derzavnogo-budzetu2025-osnovni-harakteristiki-ta-strategicni-prioriteti.html> (дата звернення: 04.10.2024).
- Міністерство економіки, торгівлі та промисловості Японії (1991). Закон про сприяння ефективному використанню ресурсів (*Закон № 48 від 1991 р.*). URL: <https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/data/pamphlet/pdf/3r.pdf> (дата звернення: 14.10.2024).
- Національна асоціація добувної промисловості України (2023). Стан гірничої освіти в світі: уроки та перспективи для України. URL: <https://neiau.com.ua/stan-girnichoj-osviti-v-sviti-uroki-ta-perspektivi-dlya-ukraini/> (дата звернення: 09.07.2024).
- Павлиш Д. (2024, 19 липня). Німеччина і ЄС підписали із Сербією угоду про видобуток літію. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2024/07/19/716911/> (дата звернення: 04.10.2024).
- Павлишин В.І. (2024). Літій у надрах України. Ч. 5. Мінералогія літєносних об'єктів: мінерали літію. *Мінералогічний журнал*. № 45 (3). С. 3-19. DOI: <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.01.003>
- Патрікеєва Н. (2018, 6 квітня). Літій: чи допоможе український метал світовому ринку електрокарів? *Радіо Свобода*. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/29149809.html> (дата звернення: 14.10.2024).
- РБК-Україна (2016, 27 грудня). Panasonic інвестує 256 млн доларів у завод Tesla Motors. *РБК-Україна*. URL: <https://www.rbc.ua/ukr/news/panasonic-investiruet-256-mln-dollarov-zavod-1482835166.html> (дата звернення: 04.10.2024).
- Тарасовський Ю. (2024, 24 січня). В Україну ввезли рекордну кількість електромобілів у 2023 році. Показник у чотири рази перевищив довоєнний 2021 рік. *Forbes.ua*. URL: <https://forbes.ua/news/v-ukrainu-vvezli-rekordnu-kilkist-elektromobiliv-u-2023-rotsi-pokaznik-u-chotiri-razi-perevishchiv-dovoenniy-2021-rik-24012024-18735/> (дата звернення: 04.10.2024).
- Фінансовий клуб (2023, 15 червня). Капіталізація Tesla піднялась на \$240 млрд. URL: <https://finclub.net/news/kapitalizatsiia-tesla-pidnialas-na-usd240-mlrd.html> (дата звернення: 04.10.2024).
- Хаустов В. (2024a, 6 лютого). Український літій: які перспективи? *Дзеркало тижня*. URL: <https://zn.ua/ukr/business/ukrajinskij-litij-jaki-perspektivi.html> (дата звернення: 04.10.2024).
- Хаустов В. (2024b). Перспективи розвитку видобування літєвих руд та вироб-

- ництва літіймісткої продукції в Україні. *Науковий вісник Міжнародної асоціації науковців. Серія: економіка, управління, безпека, технології.* № 3(2). DOI: <https://doi.org/10.56197/2786-5827/2024-3-2-5>
- Шехунова С.Б. (2023). Критична та стратегічна мінеральна сировина для економічної безпеки та повоєнного розвитку України. *Вісник НАН України.* № 5. С. 25-30. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2023.05.025>
- Яценко В.Г., Заборовська Л.П., Земсков Г.О. (2021). Модель оцінки стратегічної важливості видів корисних копалин України. *Геологічна наука в незалежній Україні: збірник тез наукової конференції, присвяченої 30-тій річниці Незалежності України.* URL: <https://igmr.org.ua/pdf/Збірник%20тез%20конференції%202021.pdf> (дата звернення: 04.10.2024).
- Balaram V. (2019). Lithium: Reserves, Use, Future Demand, and Environmental Impact. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry.* Vol. 84, No. 1. P. 9-32. DOI: <https://doi.org/10.2138/rmg.2019.84.2>
- Benchmark Mineral Intelligence (2024). Lithium Prices, Data & Market Analysis. URL: <https://www.benchmarkminerals.com/lithium/lithium-prices/table> (дата звернення: 04.10.2024).
- Deutsche Bank (2016). Lithium 101. Deutsche Bank Markets Research. *Deutsche Bank* URL: [https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3\\_AP201605090014764304\\_1.PDF](https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP201605090014764304_1.PDF) (дата звернення: 04.10.2024).
- European Battery Alliance (2021). State of Play of the European Battery Industry. *European Commission.* URL: [https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/batteries\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/batteries_en) (дата звернення: 04.10.2024).
- European Union (2006, September 6). Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union.* P. 1-14. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/UK/TXT/?uri=CELEX:32006L0066> (дата звернення: 14.10.2024).
- EvMarketsReports.com (2023). Europe Battery Supply to Ramp Up by 2030. *EvMarketsReports.com.* URL: <https://evmarketsreports.com/europes-battery-supply-to-ramp-up-by-2030/> (дата звернення: 04.10.2024).
- Foley N.K., Jaskula B.W. (2012). Lithium. U.S. Geological Survey. URL: <https://pubs.usgs.gov> (дата звернення: 04.10.2024).
- Forbes.ua (2022, 30 червня). Дилема «білої нафти». Як світ став заручником китайського літію, від якого залежить майбутнє електротранспорту. Пояснення WIRED. URL: <https://forbes.ua/inside/svitnarazi-ne-mozhe-vidmovitisya-vid-kitayskogo-litiyu-doslidzhennya-vid-wired-30062022-6920> (дата звернення: 04.10.2024).
- Grosjean C., Miranda P. H., Perrin M., Poggi P. (2012). Assessment of world lithium resources and consequences of their geographic distribution on the expected development of the electric vehicle industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* Vol. 16, No. 3. P. 1735-1744. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.023>
- International Energy Agency (2021). Global EV Outlook 2021. *IEA Publications.* URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021> (дата звернення: 04.10.2024).
- Lozhnikov O., Pavlychenko A., Shustov O., Dereviahina A. (2024). Prospects for the lithium deposits development in Ukraine *E3S Web of Conferences.* № 526. Art. 01001. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452601001>
- Mining Technology (2024). The world's ten largest lithium mines. *Mining Technology.* URL: <https://www.mining-technology.com/marketdata/ten-largest-lithiums-mines/> (дата звернення: 04.10.2024).
- Redziuk Y. (2023). Formation of competitive clusters in Ukraine in the context of global challenges. *Strategy of Economic Development of Ukraine.* № 53. P. 63-77. DOI:

- <https://doi.org/10.33111/sedu.2023.53.063.077>
- Research and Markets (2022, April). Lithium-ion Battery Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4396452/lithium-ion-battery-market-size-share-and-trends> (дата звернення: 04.10.2024).
- Sp Global (2023). Lithium reserves and production in Ukraine. *Sp Global*. URL: <https://www.spglobal.com> (дата звернення: 04.10.2024).
- Statista (2023a). Global lithium supply & demand 2022-2030. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/1421980/global-lithium-supply-and-demand/> (дата звернення: 04.10.2024).
- Statista (2023b). Global lithium reserves share by country 2023. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/606014/distribution-of-world-lithium-reserves-by-country/> (дата звернення: 04.10.2024).
- Ukraineinvest.gov.ua (2021). Національна стратегія збільшення прямих іноземних інвестицій в Україну. Розділ 2.6: Наступні 10: Нові глобальні тенденції, які можуть бути розвинуті в Україні. *Ukraineinvest.gov.ua*. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/wp-content/uploads/2021/08/FDI-Strategy-Section-2-The-Next-10-UKR.pdf> (дата звернення: 04.10.2024).
- UNHCR (2023). Global Trends forced displacement in 2023. URL: <https://www.unhcr.org/global-trends-report-2023> (дата звернення: 04.10.2024).
- Wietelmann U., Bauer R. J. (2000). Lithium and Lithium Compounds. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. DOI: [https://doi.org/10.1002/14356007.a15\\_393](https://doi.org/10.1002/14356007.a15_393)
- World Bank Group (2023). *The World Bank In Ukraine*. <https://www.worldbank.org/en/country/ukraine/overview> (дата звернення: 04.10.2024).
- 2024: TOP-5 manufacturers. *Root-Nation.com*. Retrieved from <https://root-nation.com/ua/news-ua/it-news-ua/ua-worldwide-smartphone-market-up-q1-2024/> [in Ukrainian].
- Bilous, O.I., Slobodian, B.I., & Parfeniuk, V.O. (2024). Lithium pegmatites of Ukraine: problems and advantages of deposit development. *Mineral resources of Ukraine*, 2, pp. 3-9. DOI: <https://doi.org/10.31996/mru.2024.2.3-9> [in Ukrainian].
- Geichenko, M.V., Falkovych, O.L., Menasova, A.S., & Liventseva, G.A. (2023). The current state of lithium ore deposits in Ukraine. *Mineralogical Journal*, 45(1), pp. 83-94. Retrieved from <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001405893> [in Ukrainian].
- Grygorenko, Yu. (2021). Battery fire: will Ukraine be able to produce batteries and electric cars. *GMK*. Retrieved from: <https://gmk.center/ua/posts/vogon-batarejchi-zmozhe-ukraina-vipuskati-akumulyatori-ta-elektrokari/> [in Ukrainian].
- State Service of Geology and Mineral Resources of Ukraine (2018). Report on the state and prospects of development of the mineral resource base of Ukraine in 2018. Retrieved from [https://www.drs.gov.ua/wp-content/uploads/2021/03/dokument-402\\_0\\_19-21.pdf](https://www.drs.gov.ua/wp-content/uploads/2021/03/dokument-402_0_19-21.pdf) [in Ukrainian].
- State Service of Geology and Mineral Resources of Ukraine (2022). Strategic minerals: a development roadmap for Ukraine. Retrieved from <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/presentations/ukr/analiz-rozvytku-haluzey-krytychnykh-korysnykh-kopalyn.pdf> [in Ukrainian].
- Kaschuk, D. (2023, April 25). Where to start developing lithium deposits in Ukraine and why it is important. *Ekonomichna pravda*. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/04/25/699429/> [in Ukrainian].
- Lysenko, O.A., & Bakarzhyyev, A.K. (2019). State and perspectives mineral and raw materials base of uranium ore of Ukraine. *Mineral resources of Ukraine*, 1, pp. 11-17.

## References

Anisimova, S. (2024). The global smartphone market grew by 7.8% in the first quarter.

- DOI: <https://doi.org/10.31996/mru.2019.1.11-17> [in Ukrainian].
- Markuts, Yu., Andrienko, D., & Studennikova, I. (2024). Draft State Budget 2025: Key Features and Strategic Priorities. *Ukrinform*. Retrieved from <https://www.ukrinform.ua/rubric-polytics/3909293-proekt-derzavno-go-budzetu2025-osnovni-harakte-ristiki-ta-strategicni-prioriteti.html> [in Ukrainian].
- Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan (1991). Law for the Promotion of Effective Utilization of Resources (Law No. 48 of 1991). Retrieved from <https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/data/pamphlet/pdf/3r.pdf> [in English].
- National Association of Extractive Industries of Ukraine (2023). The state of mining education in the world: lessons and prospects for Ukraine. Retrieved from <https://neiau.com.ua/stan-girnicnoi-osviti-v-sviti-uroki-ta-perspektivi-dlya-ukraini/> [in Ukrainian].
- Pavlysh, D. (2024, July 19). Germany and the EU signed an agreement on lithium mining with Serbia. *Ekonomichna pravda*. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/news/2024/07/19/716911/> [in Ukrainian].
- Pavlyshyn, V.I., & Cherniyenko, N.M. (2024). Lithium in the subsoil of Ukraine Part 5. Mineralogy of lithium-bearing objects: lithium minerals. *Mineralogical Journal*, 46 (1), pp. 3-19. DOI: <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.01.003> [in Ukrainian]
- Patrikieieva, N. (2018, April 6). Lithium: will Ukrainian metal help the global electric car market? *Radio Liberty*. Retrieved from <https://www.radiosvoboda.org/a/29149809.html> [in Ukrainian].
- RBC-Ukraine (2016, December 27). Panasonic invests \$256 million in Tesla Motors plant. Retrieved from <https://www.rbc.ua/ukr/news/panasonic-investiruet-256-mln-dollarov-zavod-1482835166.html> [in Ukrainian].
- Tarasovskyi, Y. (2024, January 24). A record number of electric vehicles were imported to Ukraine in 2023. The figure is four times higher than in pre-war 2021. *Forbes.ua*. Retrieved from <https://forbes.ua/news/v-ukrainu-vvezli-rekordnu-kilkist-elektromobiliv-u-2023-rotsi-pokaznik-u-chotiri-razi-perevishchiv-dovoennyi-2021-rik-24012024-18735> [in Ukrainian].
- Financial Club (2023, June 15). Tesla's capitalization rose by \$240 billion. Retrieved from <https://finclub.net/news/kapitalizatsiia-tesla-pidnialas-na-usd240-mlrd.html> [in Ukrainian].
- Khoustov, V. (2024, February 6). Ukrainian lithium: what are the prospects? *Dzerkalo Tyzhnia*. Retrieved from <https://zn.ua/ukr/business/ukrajinskij-litij-jaki-perspektivi.html> [in Ukrainian].
- Khaustov, V. (2024). Prospects for the development of lithium ore mining and production of lithium containing products in Ukraine. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoi asotsiatsii naukovtsiv. Seriya: ekonomika, upravlinnia, bezpeka, tekhnolohii*, 3(2). DOI: <https://doi.org/10.56197/2786-5827/2024-3-2-5> [in Ukrainian].
- Shekhunova, S.B. (2023). Critical and strategic mineral raw materials for Ukraine's economic security and post-war development. *Visnyk Natsionalnoi Akademii Nauk Ukrainy*, 5, pp. 25-30. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2023.05.025> [in Ukrainian].
- Yatsenko, V.G., Zaborovska, L.P., & Zemskov, G.O. (2021). A model for assessing the strategic importance of mineral resources in Ukraine. *Heolohichna nauka v nezalezhnii Ukrainy: collection of abstracts of the scientific conference dedicated to the 30th anniversary of the Independence of Ukraine*. Retrieved from <https://igmr.org.ua/pdf/36ipnik%20tez%20konferentsii%202021.pdf> [in Ukrainian].
- Balaram, V. (2019). Lithium: Reserves, Use, Future Demand, and Environmental Impact. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 84 (1), pp. 9-32. DOI: <https://doi.org/10.2138/rmg.2019.84.2>
- Benchmark Mineral Intelligence (2024). Lithium Prices, Data & Market Analysis. Retrieved from <https://www.benchmarkminerals.com/lithium/lithium-prices/table>

- Bertau, M., Offermanns, H., Plass, L., Schmidt, F., Wiegand, M. (2014). Lithium and Lithium Compounds. In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. DOI: [https://doi.org/10.1002/14356007.a15\\_225.pub2](https://doi.org/10.1002/14356007.a15_225.pub2)
- Deutsche Bank (2016). *Lithium 101*. Deutsche Bank Markets Research. Retrieved from [https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3\\_AP201605090014764304\\_1.PD](https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP201605090014764304_1.PD)
- EvMarketsReports.com (2023). Europe Battery Supply to Ramp Up by 2030. EvMarketsReports.com. Retrieved from <https://evmarketsreports.com/europes-battery-supply-to-ramp-up-by-2030/>
- European Battery Alliance (2021). State of Play of the European Battery Industry. *European Commission*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/batteries\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/batteries_en)
- European Union (2006, September 6). Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*, pp. 1-14. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/UK/TXT/?uri=CELEX:32006L0066> [in Ukrainian].
- Foley, N.K., & Jaskula, B.W. (2012). Lithium. U.S. Geological Survey. Retrieved from <https://pubs.usgs.gov>
- Forbes.ua (2022, June 30). The dilemma of "white oil". How the world has become hostage to Chinese lithium, on which the future of electric transport depends. WIRED explains. Retrieved from <https://forbes.ua/in-side/svit-narazi-ne-mozhe-vidmovitisyavid-kitayskogo-litiyu-doslidzhennya-vid-wired-30062022-6920> [in Ukrainian].
- Grosjean, C., Miranda, P.H., Perrin, M., & Poggi, P. (2012). Assessment of world lithium resources and consequences of their geographic distribution on the expected development of the electric vehicle industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*
- Reviews*, 16, 3, pp. 1735-1744. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.023>
- International Energy Agency (2021). Global EV Outlook 2021. *IEA Publications*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>
- Lozhnikov, O., Pavlychenko, A., Shustov, O., & Dereviahina, N. (2024). Prospects for the lithium deposits development in Ukraine. *E3S Web of Conferences*, 526, 01001. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452601001> [in Ukrainian].
- Statista (2023a). Global lithium reserves share by country 2023. *Statista*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/606014/distribution-of-world-lithium-reserves-by-country/#:~:text=Chile%20has%20the%20largest%20reserves,global%20lithium%20reserves%20that%20year>
- Statista (2023b). Global lithium supply & demand 2022-2030. *Statista*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1421980/global-lithium-supply-and-demand/#:~:text=By%202030,%20it%20is%20anticipated,end-use%20of%20lithium%20globally>
- Grosjean, C., Miranda, P. H., Perrin, M., & Poggi, P. (2012). Assessment of world lithium resources and consequences of their geographic distribution on the expected of the electric vehicle industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (3), pp. 1735-1744. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.023>
- Mining Technology (2024). The world's ten largest lithium mines. Retrieved from: <https://www.mining-technology.com/marketdata/ten-largest-lithiums-mines/>
- Redziuk, Y. (2023). Formation of competitive clusters in Ukraine in the context of global challenges. *Strategy of Economic Development of Ukraine*, 53, pp. 63-77. DOI: <https://doi.org/10.33111/sedu.2023.53.063.077> [in Ukrainian].
- Research and Markets (2022, April). Lithium-ion Battery Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product. Retrieved from

- <https://www.researchandmarkets.com/reports/4396452/lithium-ion-battery-market-size-share-and-trends>
- Sp Global (2023). Lithium reserves and production in Ukraine. Retrieved from <https://www.spglobal.com>
- Statista (2023a). Global lithium supply & demand 2022-2030. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1421980/global-lithium-supply-and-demand/>
- Statista (2023b). Global lithium reserves share by country 2023. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/606014/distribution-of-world-lithium-reserves-by-country/>
- Ukraineinvest.gov.ua (2021). Natsionalna stratehiia zbilshennia priamykh inozemnykh investytsii v Ukrainu. Section 2.6: Next 10: New global trends that can be developed in Ukraine. Retrieved from <https://ukraineinvest.gov.ua/wp-content/uploads/2021/08/FDI-Strategy-Section-2-The-Next-10-UKR.pdf> [in Ukrainian].
- UNHCR (2023). Global Trends forced displacement in 2023. Retrieved from <https://www.unhcr.org/global-trends-report-2023>
- Wietelmann, U., & Bauer, R. J. (2000). Lithium and Lithium Compounds. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. DOI: [https://doi.org/10.1002/14356007.a15\\_393](https://doi.org/10.1002/14356007.a15_393)
- World Bank Group (2023). *The World Bank in Ukraine*. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/country/ukraine/overview>

**Bohdan I. Lohvinenko,**

*PhD in Economic*

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine,  
2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: [bodya00728@gmail.com](mailto:bodya00728@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-7956-2916>

## STRATEGIC PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF LITHIUM PRODUCTION IN UKRAINE

In the modern scientific community, the study and use of lithium remain relevant and attract the attention of many researchers worldwide. Despite shifts in global trends, researchers consistently return to topics related to lithium every two to three years. This is due to the ongoing significance of these issues and the unchanging international interest in them.

In turn, Ukraine, with its significant reserves of lithium ores, serves as an important subject for scientific research in this field. However, there is a considerable amount of conflicting data in the information landscape regarding the availability, volumes, and quality of Ukrainian lithium resources. This highlights the necessity for in-depth and systematic scientific analysis to obtain reliable information and assess the real prospects for the development of the lithium industry in Ukraine.

This scientific work aims to examine the contemporary opportunities and challenges associated with Ukraine's lithium sector. Specifically, it will analyze the latest data on lithium reserves, consider the prospects for its extraction and processing, and propose projects for the development of this strategically important industry.

A project of cooperation with Tesla was proposed, and calculations showed that this project could have a significant economic impact. It is expected that the annual impact on Ukraine's GDP will be approximately 1.6-1.8%, taking into account tax revenues and other investments from the project. This opens up new opportunities for the development of the industry, will contribute to energy independence and economic growth of the country.

Currently, Ukraine's energy system is in a critical condition due to constant bombardments by the Russian Federation, which further emphasizes the importance of developing domestic

resources and technologies to ensure the country's energy independence. In this context, the research and development of the lithium industry gain particular significance.

This article attempts to collect, systematize, and analyze available information about Ukraine's lithium resources, identify the main problems and challenges, and outline prospective directions for the development of this sector. A detailed analysis of the current opportunities and challenges for Ukraine's lithium sphere has been conducted. The latest data on lithium reserves have been reviewed, the prospects for its extraction and processing have been considered, and several projects for the development of this strategically important industry have been proposed.

*Keywords:* lithium production, energy security, investments, sustainable development, electric vehicles.

*JEL:* L72, Q31, O13, Q32, F21

*Формат цитування:*

Логвіненко Б. І. (2024). Стратегічні перспективи розвитку літієвого виробництва в Україні. *Економіка промисловості*. № 4 (108). С. 63–85. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2024.04.063>

Lohvinenko, B. I. (2024). Strategic prospects for the development of lithium production in Ukraine. *Econ. promisl.*, 4 (108), pp. 63–85. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2024.04.063>

*Надійшла до редакції 16.10.2024 р.*

## ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІКИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ І ВИРОБНИЧИХ КОМПЛЕКСІВ

УДК 330.4:658.14+656

DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2024.04.086>

**Гліб Анатолійович Мажара,**

*доктор філософії з екон., доцент*

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Берестейський проспект 37, м. Київ, 03056, Україна

e-mail: SkyDoor13@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1860-756X>;

**Аміна Русланівна Пархомук,**

*студентка*

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Берестейський проспект 37, м. Київ, 03056, Україна

e-mail: aminaparhom2003@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1470-4995>

### ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВИХ ПОТОКІВ ПІДПРИЄМСТВА НА ПРИКЛАДІ АВТОСАЛОНУ

У сучасних умовах забезпечення фінансової стійкості бізнесу є вирішальним чинником для успішної діяльності підприємств. У цьому контексті імітаційне моделювання набуває дедалі більшого значення як інструмент управління фінансовими потоками. Основним завданням дослідження є впорядкування знань у цій сфері та визначення оптимальних підходів до застосування імітаційних моделей у фінансовому менеджменті.

*Мета* статті – визначення ефективних стратегій управління фінансами за допомогою імітаційних моделей та оцінювання їх впливу на фінансову стабільність і прибутковість підприємства. Об'єктом дослідження є управління фінансовими потоками в організаціях різного типу та розміру. Результати дослідження можуть бути застосовані керівництвом автосалонів та інших підприємств, які оптимізують фінансові процеси. Використано методи математичного та економічного аналізу, такі як агентне моделювання, метод Монте-Карло та імітаційне моделювання.

Розглянуто імітаційне моделювання як інструмент аналізу та прогнозу фінансів; описано його потенціал і можливості в контексті фінансового менеджменту.

Визначено основні чинники та змінні, які впливають на фінансові потоки в організаціях, зокрема розглянуто вплив економічних, соціальних і технологічних чинників на фінансову стійкість підприємств.

У рамках аналізу інструменту імітаційного моделювання для управління фінансовими потоками підприємства як приклад використано компанію, яка здійснює діяльність щодо купівлі електромобілів із Китаю та збуту в Україні. У системі враховано ймовірнісний розподіл випадкових чинників, які виникають при обробці замовлення, оформленні договору з клієнтом та безпосередніми замовленням і доставкою автомобіля з Китаю.

Реалізовано практичні експерименти з імітаційною моделлю для оцінювання різних стратегій управління фінансами, що дозволило визначити ефективні стратегії в управлінні фінансовими ресурсами.

Розглянута модель може використовуватися керівництвом автосалонів для полегшення прийняття управлінських рішень. Керівник автосалону, який здійснює закупівлю



© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2024

електромобілів із Китаю та їх продаж в Україні, приймає рішення щодо постачальників, обсягів закупівель, цінової політики та управління фінансовими потоками, враховуючи ризики та можливості. Оптимізаційний експеримент дозволяє обрати найкращу стратегію та досліджувати «шокові» ситуації.

Продаж «китайських авто» в Україні є важливим кроком на шляху до локалізації виробництва в країні та створює реальні можливості для відродження автомобільної галузі, включаючи виробництво електрокарів. Такий досвід надасть потужного поштовху вітчизняним виробникам, стимулюючи розвиток технологій, створення нових робочих місць і зміцнення економіки країни. Подальша інтеграція у глобальний ринок та інноваційний підхід до виробництва можуть стати запорукою успіху національної автомобільної індустрії.

Дістали подальшого розвитку методи імітаційного моделювання, що дозволяє більш точно аналізувати та прогнозувати фінансові потоки в бізнесі. Уперше сформовано та вирішено проблему доставки електрокарів із Китаю до України з урахуванням специфічних логістичних й економічних умов. Запропоновано підходи до оптимізації фінансового менеджменту в умовах невизначеності та ризиків, пов'язаних із міжнародними поставками.

*Ключові слова:* економіка підприємства, імітаційне моделювання, фінансовий менеджмент, стратегії управління, економічні чинники, електромобілі, управлінські рішення.

*JEL:* C63, D1

У сучасних умовах забезпечення фінансової стійкості бізнесу є вирішальним чинником для успішної діяльності підприємств. У цьому контексті імітаційне моделювання набуває дедалі більшого значення як інструмент управління фінансовими потоками. Основним завданням дослідження є впорядкування знань у цій сфері та визначення оптимальних підходів до застосування імітаційних моделей у фінансовому менеджменті.

*Мета* статті полягає у визначенні ефективних стратегій управління фінансами за допомогою імітаційних моделей та оцінюванні їх впливу на фінансову стабільність і прибутковість підприємства. Об'єктом дослідження є управління фінансовими потоками в організаціях різного типу та розміру.

Імітаційне моделювання може допомогти визначити оптимальні стратегії ціноутворення та продажів для електромобілів в умовах мінливого попиту, конкуренції тощо. Аналіз таких стратегій дозволить виявити найбільш прибуткові шляхи розвитку бізнесу та оптимальні рішення щодо управління запасами й постачанням компонентів для виробництва електромобілів. Це дасть змогу уникнути браку або надмірних запасів продукції, що може вплинути на фінансові результати компанії; здійснювати

прогнозування фінансових результатів на основі різних стратегій управління та з урахуванням зовнішніх чинників.

У рамках дослідження розглянуто імітаційне моделювання як інструмент для аналізу та прогнозу фінансових потоків; визначено основні чинники та змінні, які впливають на фінансові потоки в організаціях; досліджено імітаційні моделі, що дозволяють відтворювати та аналізувати фінансові потоки на підприємстві; проведено експерименти з імітаційною моделлю для оцінювання різних стратегій управління фінансами; визначено переваги та обмеження використання імітаційного моделювання в управлінні фінансовими потоками.

Зазначена проблематика привертає увагу багатьох дослідників, що свідчить про його важливість та актуальність у сучасному світі. Слід відзначити статтю С. Братушки, у якій детально розглянуто загальну структуру імітаційної моделі та підкреслено важливість її використання у процесі управління і прийняття рішень у сфері бізнесу (Братушка, 2009). У роботах О. Коцюрби, М. Грешнікової, О. Майбороди, К. Мельникової висвітлено класифікацію та методи управління й аналізу фінансових потоків підприємства за допомогою імітаційного моделювання. Внесок науковців полягає у

створенні систематизованого підходу до розуміння та використання цього інструменту (Коцюрба, Грешнікова, 2012; Майборода, 2006; Мельникова, 2015).

В. Неруш та В. Курдеча досліджують як теоретичні, так і прикладні методи використання імітаційного моделювання. Особлива увага приділяється таким аспектам, як статичні моделі виробничого процесу, агентне моделювання, а також використання моделі експоненціального потоку; розкрито нові можливості та перспективи імітаційного моделювання, його потенціал у вирішенні різноманітних завдань управління та аналізу в бізнесі (Неруш, Курдеча, 2012).

О. Велика, С. Лясковська, О. Смотр, М. Бойко розглядають принципи та можливості імітаційного моделювання, підкреслюючи значущість застосування інструментальних засобів для комп'ютерного моделювання функціонування складних соціально-економічних систем. Вони наголошують на важливості моделювання виробничих процесів для підвищення ефективності та оптимізації ресурсів підприємства (Велика, Лясковська, Смотр та ін., 2021).

В. Дубовой та М. Юхимчук акцентують увагу на теоретичних основах імітаційного моделювання та їх практичному застосуванні в умовах невизначеності та ризиків, зокрема у фінансовому менеджменті. Їхні дослідження зосереджені на використанні системи SCILAB/XCOS для моделювання фінансових процесів та оптимізації управлінських рішень (Дубовой, Юхимчук, 2018).

Л. Уривський, А. Мошинська, С. Осипчук описують методи імітаційного моделювання для аналізу та прогнозування фінансових потоків у бізнесі, а також розглядають застосування цих методів для аналізу фінансових ризиків та оцінювання ефективності різних управлінських стратегій (Уривський, Мошинська, Осипчук, 2022).

У рамках вирішення завдання оптимізації управління фінансовими потоками підприємства як приклад використано бізнес-модель компанії, що спеціалізується на продажу електромобілів. Діяльність автосало-

ну пов'язана з продажем автомобілів та обслуговуванням клієнтів. Доцільним є аналіз прибутковості компанії, яка здійснює збут електроавтомобілів в Україні, купуючи їх безпосередньо в Китаї, з урахуванням впливу різноманітних внутрішніх і зовнішніх факторів на фінансовий результат. Розрахунки виконано на основі введених користувачем даних й нечітких множин. Виходячи з одержаних результатів керівництво матиме можливість приймати рішення про те, чи варто закуповувати машини.

У схемі фінансових потоків моделі (рис. 1) наведено різні категорії (розрахунковий рахунок, склади товарів, виробництво, ринок товарів, роздрібний збут, загальні й адміністративні витрати), що взаємодіють між собою через фінансові потоки. Розрахунковий рахунок є централізованим рахунком для фінансових операцій компанії. Кошти на цей рахунок можуть надходити від клієнтів, через касу або з інших рахунків.

Склади товарів розподілені на зовнішні та внутрішні. Зовнішніми є склади у Китаї та Польщі – це місця зберігання товарів, вироблених за межами України, де здійснюється управління логістикою в Європі. Внутрішній розташований у межах України та виконує функцію автосалону, де товари зберігаються перед їх розподілом по Україні.

Виробництво товарів відбувається за межами України, що забезпечує постачання продукції для подальшого розподілу. Ринок товарів: товари пропонуються споживачам на українському ринку, а роздрібний збут забезпечує процес продажу кінцевим споживачам. Загальні й адміністративні витрати: оренда, реклама, заробітна плата, бонуси від продажів.

Взаємодія між блоками включає фінансові потоки від розрахункового рахунку до складу товарів у межах України, фінансування виробництва товарів за кордоном, а також переміщення товарів зі складу через ринок до роздрібно збуту. Кошти, отримані від продажів, надходять на розрахунковий рахунок.

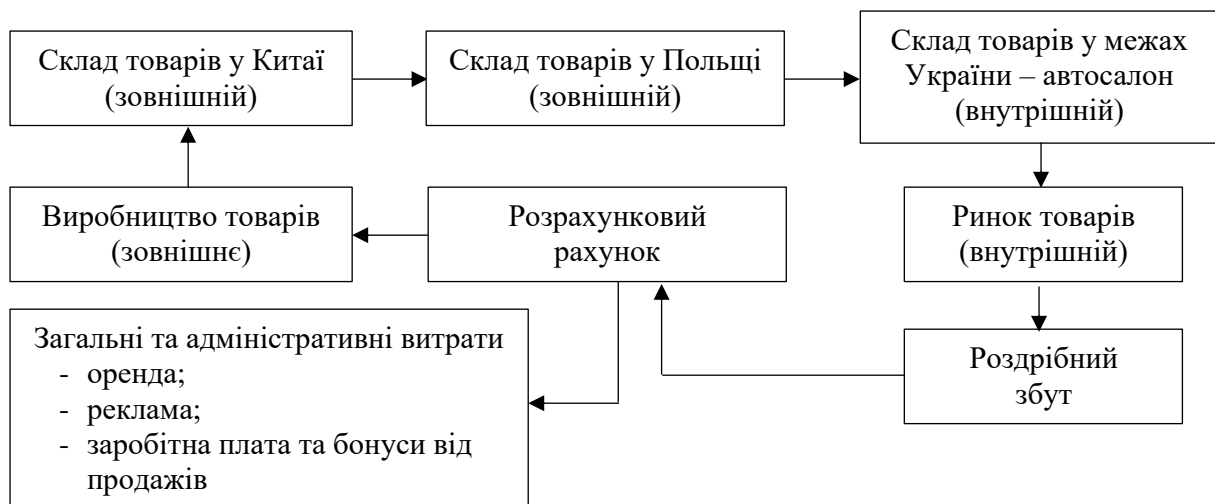


Рисунок 1 – Схема фінансових потоків компанії

Джерело: розроблено авторами.

Функціональна модель бізнесу компанії з продажу електромобілів може мати такий вигляд. Клієнт в автосалоні замовляє електромобіль. Компанія має вісім моделей таких автомобілів і залежно від вибору замовляє продукт із Китаю. У цей час клієнт оформлює договір із компанією, де зазначено фіксовану ціну на автомобіль, вартість доставки із Китаю до Польщі, з Польщі до України й величину акцизного податку (відповідно до законодавства України (Верховна Рада України, 2018) з митних податків власники електромобілів сплачують лише акцизний, що розраховується як добуток ставки акцизного податку на кіловати на години автомобіля).

Для компаній існують різні типи поставок згідно з Incoterms: FOB, EXW, CFR, FCA, CIF тощо. Умови поставки FOB (Free On Board) є найбільш прибутковими та менш ризикованими. У моделі договір компанії з постачальником укладається на умовах FOB. Це означає, що китайський виробник зазнає витрат і ризиків до моменту завантаження товару на борт судна в порту відправлення. Це дозволяє компанії мінімізувати витрати на логістику та знизити ризики, пов'язані з транспортуванням товару, забезпечуючи таким чином ефективне управління фінансовими потоками.

Елементами невизначеності є затримки у виробництві та доставці, зміна податків. Якщо вони обчислюються як випадкові

зміни, які не враховано в договорі, то їх сплачує компанія. За кожен день затримки доставки компанія сплачує за вантажне місце, а за кожен день затримки виробництва компанія сплачує за вантажне місце для обох доставок (з Китаю та Польщі). Також щомісяця компанія витрачає гроші на постійні витрати, наприклад рекламні послуги, оренда автосалону, ставки менеджерів та ін. Компанія отримує прибуток, який є відсотком від доходу з продажу автомобіля за його закупівельною вартістю, а менеджер отримує бонус за продаж автомобіля – відсоток від вартості проданого автомобіля (з урахуванням собівартості та відсотка чистого доходу компанії).

У процесі використання моделі користувач має можливість всі змінні вводити власноруч, проте елементи невизначеності є стохастичними, тому встановлюються системою випадковим чином із попередньо заданим інтервалом значень. Вартість вантажного місця у випадку затримки на виробництві чи доставки є статичною, тому заздалегідь встановлена в кодї системи.

Отже, модель матиме такий вигляд:

$PR = TR - FC - CP - ЗП - VC \rightarrow \max$ ,  
де  $PR$  – чистий прибуток підприємства на місяць;

$TR$  – загальний дохід підприємства;

$FC$  – постійні витрати;

$CP$  – собівартість автомобілів, привезених із Китаю;

$ЗП$  – витрати на зарплати менеджерам;

$VC$  – невизначені витрати.

$$TR = \sum_{i=1}^n a_m^n * (P_m * (1 + k) + DC_1 + DC_2),$$

де  $n$  – кількість клієнтів на місяць;

$a_m^n$  – вірогідність купівлі автомобіля моделі  $m$  для кожного клієнта  $n$ ;

$P_m$  – закупівельна вартість автомобіля моделі  $m$ ;

$m, k$  – відсоток прибутку компанії від продажу авто;

$DC_1$  – вартість доставки із Китаю до Польщі;

$DC_2$  – вартість доставки із Польщі до України.

$$FC = A + R,$$

де  $A$  – сума коштів, витрачених на рекламу щомісячно;

$R$  – вартість оренди приміщення на місяць.

Розрахунок собівартості автомобіля, привезеного з Китаю:

$$CP = \sum_{i=1}^n a_m * (P_m + DC_1 + DC_2).$$

Витрати на заробітну плату менеджерів розраховується за формулою

$$ЗП = \sum_{i=1}^d MB(m) + N * L * wd,$$

де  $MB(m)$  – загальний бонус менеджера за проданий автомобіль моделі  $m$ ,

$d$  – кількість проданих автомобілів;

$N$  – кількість менеджерів;

$L$  – ставка менеджера за робочий день;

$$PR = \left( \sum_{i=1}^n a_m * (P_m * (1 + k) + DC_1 + DC_2) - a_m * (P_m + DC_1 + DC_2) - MB(m) - a_m * \right. \\ \left. * (DD_{1m} * CD_{1m} + DD_{2m} * CD_{2m} + (E' - E) * kW_m + DP_m * (CD_{1m} + CD_{2m})) \right) - \\ - A - R - N * L * wd.$$

Користувач спочатку зазначає такі дані:

закупівельна вартість автомобіля моделі 1-8, діапазон нечіткої величини – цінове коливання, кВт·год. автомобіля, вірогідність продажу авто (у відсотках);

відсоток чистого прибутку компанії

$wd$  – кількість робочих днів.

Бонус менеджера за проданий окремий автомобіль:

$$MB(m) = s * a_m^n * P_m * (1 + k),$$

де  $s$  – відсоток доходу менеджера від ціни проданого автомобіля.

Невизначені витрати розраховуються за такою формулою:

$$VC = \sum_{i=0}^n a_m^n * (DD_{1m} * CD_{1m} + DD_{2m} * CD_{2m} + \\ + (E' - E) * kW_m + DP_m * \\ * (CD_{1m} + CD_{2m}))$$

де  $DD_{1m}$  – кількість днів, на які затримано автомобіль моделі  $m$  на шляху з Китаю до Польщі;

$DD_{2m}$  – кількість днів, на які затримано автомобіль моделі  $m$  на шляху з Польщі до України;

$CD_{1m}$  – вартість одного дня затримки автомобіля на шляху з Китаю до Польщі, який сплачується компанією за вантажне місце для автомобіля, яке не було враховане в договорі між компанією та клієнтом;

$CD_{2m}$  – вартість одного дня затримки автомобіля на шляху з Польщі до Китаю;

$E'$  – податок на акциз, який встановлюється на період проведення експерименту й розраховується для кожного сценарію;

$E$  – ставка податку на акциз, що встановлюється користувачем, у розрахунку на таку ставку на період розрахунків;

$kW_m$  – кВт·год. автомобіля моделі  $m$ ;

$DP_m$  – кількість днів, на які було затримано виробництво автомобіля моделі  $m$  на заводі в Китаї.

Загальна модель має такий вигляд:

від продажу автомобіля (розраховується від собівартості);

вартість доставки з Китаю до Польщі та з Польщі до України та можливі коливання ціни;

наявність податку на акциз (якщо натискається галочка – то податок на акциз

ураховується в розрахунках, далі з'являється додаткове вікно, де користувач може ввести ставку податку на акциз);

ставка менеджера за робочий день;

кількість робочих днів у місяці та можливі коливання;

вартість оренди приміщення на місяць, можливі коливання;

витрати на рекламу на місяць, можливі коливання;

кількість менеджерів на місяць, можливі коливання;

середня кількість клієнтів на місяць, можливі коливання;

відсоток бонусу менеджера від продажу автомобіля.

Після введення даних система генерує значення змінних «вартість доставки з Китаю до Польщі», «вартість доставки з Польщі до України», «кількість робочих днів у місяці», «вартість оренди приміщення на місяць», «витрати на рекламу на місяць», «кількість менеджерів на місяць», «середня кількість клієнтів на місяць» окремо для кожного сценарію, і вони є випадковими в межах коливання.

Змінна «податок на акциз» становить число у множині [1..2], «затримка на виробництві у Китаї» – [0..5], «затримка доставки з Китаю до Польщі» – [0..10], «затримка доставки з Польщі до України» – [0..5].

Після генерації даних для певного сценарію система розраховує прибуток компанії із заданими числовими значеннями за формулами, наведеними вище. У процесі розрахунку місячного прибутку використовується агентне моделювання. Для цього виконується розрахунок для кожного клієнта з його параметрами (із згенерованої величини «середня кількість клієнтів на місяць») і вірогідність того, що клієнт придбає автомобіль (на основі інформації про вірогідність продажу автомобіля випадкової моделі).

Якщо клієнт купує автомобіль, то розраховується відсоток компанії від її закупівельної ціни, загальний бонус менеджера за проданий автомобіль і вартість доставки, а також витрати компанії на випадки інци-

дентів: кількість днів затримки доставки з Китаю до Польщі, з Польщі до України, підвищення ставки акцизного податку – усі ризики, не передбачені в договорі із клієнтом. Якщо користувач не врахував акцизний податок при введенні даних, то система не буде враховувати його зміну при розрахунку витрат на інциденти.

Змінні «закупівельна ціна», «бонус менеджера», «кВт·год.» та «вірогідність продажу автомобіля» визначаються за кожним автомобілем окремо для кожного сценарію. Проте «інцидентні» змінні (кількість днів затримки доставки з Китаю до Польщі, з Польщі до України, підвищення ставки акцизного податку) й доставка (вартість доставки до України) визначаються окремо для кожного сценарію, але не генеруються окремо за кожним автомобілем у сценарії. Тобто визначається одне число, яке використовуються для всіх автомобілів у сценарії для цих змінних.

Із суми розрахунків витрат і доходів від кожного проданого автомобіля розраховуються загальні місячні витрати та доходи. Фіксовані витрати також охоплюють витрати на оренду та рекламу.

Згідно з наведеним алгоритмом розраховуються 100 окремих сценаріїв, для яких будуть змінюватися величини змінних і, як наслідок, доходи й витрати.

Побудована модель і програмний додаток можуть бути застосовані будь-яким автосалоном із продажу електроавтомобілів, оскільки дозволяють задавати гнучкі параметри моделювання. Дані щодо моделювання для подальшого розв'язку наведено в таблиці.

Розв'язок задачі на основі наведених даних має такий вигляд. Автосалон відвідує приблизно  $30 \pm 10$  клієнтів на місяць. У разі продажу менеджер (працює  $6 \pm 1$  менеджерів на місяць), який продав автомобіль, отримує бонус – 3% від ціни автомобіля, зазначеної в договорі клієнта з компанією. У той же час компанія отримує відсоток від продажу автомобіля – 10% від його закупівельної вартості. У договорі також зазначена вартість доставки з Китаю до Польщі

Таблиця – Вихідні дані щодо моделювання

Модель автомобіля	Закупівельна ціна, дол. США	кВт·год.	Вірогідність продажу, %
Kia EV5 Land	24 650±700	64,2	68
Mercedes-Benz EQE SUV Matic	61 200±2 000	90	53
Honda MN-V	20 000±500	58,69	72
Volkswagen ID3	18 900±400	52,8	75
BMW iX1 XDrive30L M Sport	36 450±1 000	66,45	60
Toyota Bz3 Long Range Pro	23 700±800	65,3	66
Nissan ARIYA 2WD Top	25 800±900	90	74
Audi Q4 50 E-tron Quattro	37 200±1 200	84,8	60

(2 000±500 дол.) з Польщі до України (1 000±100 дол.) – за умовами договору цю суму повинен сплатити клієнт, так само як і податок на акциз, що розраховується як добуток кіловат на годину обраного автомобіля та ставки податку на акциз (1 дол.). Ставка менеджера становить 30 дол. за 8-годинний робочий день, у місяці 25±1 робочих днів. Також компанія орендує автосалон за 4 000±500 дол. / місяць і витрачає 1 000±100 дол. на рекламу.

Необхідно визначити, чи є рентабельним бізнес, якщо компанія за умовами договору має сплатити всі витрати, які не були

передбачені в договорі з клієнтом: ставка податку на акциз (варіюється від 1 до 2 дол.), кількість днів затримки доставки до України, кількість днів затримки на виробництві в Китаї. Вартість одного дня затримки доставки з Китаю до Польщі становить 50 дол., з Польщі до України – 10, а на виробництві в Китаї – 60 дол. (як сума одного дня затримки доставки з Китаю до Польщі й з Польщі до України). Різницю між ставками податку на акциз також сплачує компанія.

Після запуску програми з'являється вікно для введення даних (рис. 2, 3).

Форма введення даних

Введіть закупівельну вартість автомобіля Kia EV5 Landа доларах (середня ціна), \$:	24650	Включаючи такі коливання:	700	кВт на годину:	64.2	Вірогідність продажу авто:	68
Введіть закупівельну вартість автомобіля Mercedes-Benz EQE SUV Matic в доларах (середня ціна), \$:	61200	Включаючи такі коливання:	2000	кВт на годину:	90	Вірогідність продажу авто:	53
Введіть закупівельну вартість автомобіля Honda MN-V в доларах (середня ціна), \$:	20000	Включаючи такі коливання:	500	кВт на годину:	58.69	Вірогідність продажу авто:	72
Введіть закупівельну вартість автомобіля Volkswagen ID3 в доларах (середня ціна), \$:	18900	Включаючи такі коливання:	400	кВт на годину:	52.8	Вірогідність продажу авто:	75
Введіть закупівельну вартість автомобіля BMW iX1 XDrive30L M Sport в доларах (середня ціна), \$:	36450	Включаючи такі коливання:	1000	кВт на годину:	66.45	Вірогідність продажу авто:	60
Введіть закупівельну вартість автомобіля Toyota Bz3 Long Range Pro в доларах (середня ціна), \$:	23700	Включаючи такі коливання:	800	кВт на годину:	65.3	Вірогідність продажу авто:	66
Введіть закупівельну вартість автомобіля Nissan ARIYA 2WD Top в доларах (середня ціна), \$:	25800	Включаючи такі коливання:	900	кВт на годину:	90	Вірогідність продажу авто:	74
Введіть закупівельну вартість автомобіля Audi Q4 50 E-tron Quattro в доларах (середня ціна), \$:	37200	Включаючи такі коливання:	1200	кВт на годину:	84.8	Вірогідність продажу авто:	60
Введіть маржу компанії у вигляді десяткової дробу (наприклад, 0.10 для 10%):	0.1						
Введіть вартість доставки з Китаю в Польщу, \$:	2000	Включаючи такі коливання:	500				
Введіть вартість доставки з Польщі в Україну, \$:	1000	Включаючи такі коливання:	100				

Рисунок 2 – Вікно введення даних

Джерело: розроблено авторами.

Форма введення даних

Введіть маржу компанії у вигляді десяткової дробу (наприклад, 0.10 для 10%):

Введіть вартість доставки з Китаю в Польщу, \$:

Включючи такі коливання:

Введіть вартість доставки з Польщі в Україну, \$:

Включючи такі коливання:

Акцизний податок

Введіть ставку менеджера за один робочий день, \$:

Введіть кількість робочих днів у місяці:

Включючи такі коливання:

Введіть суму оренди в місяць, \$:

Включючи такі коливання:

Введіть витрати на рекламу в місяць, \$:

Включючи такі коливання:

Введіть кількість менеджерів:

Включючи такі коливання:

Введіть середню кількість клієнтів в місяць:

Включючи такі коливання:

Введіть бонус менеджера за продаж:

Рисунок 3 – Вікно введення даних (продовження)

Джерело: розроблено авторами.

Якщо обрати наявність податку в розрахунках, то також з'являється вікно для введення ставки податку (рис. 4).

Акцизний податок

Введіть ставку акцизного податку, \$:

Рисунок 4 – Вікно введення ставки акцизного податку

Джерело: розроблено авторами.

Після введення ставки акцизного податку необхідно натиснути кнопку «Ок», і тоді будуть виведені згенеровані системою змінні для кожного сценарію на основі введених даних (рис. 5).

Для одержання ще більш точних даних визначається середнє та медіана за 100 моделювань у таблиці. На основі саме цих результатів рекомендовано приймати управлінське рішення щодо наймання менеджерів (рис. 6).

Отже, за наявності вищенаведених вхідних даних компанія в середньому отримує 72 629,79 дол. чистого прибутку (pro-

fits) при середніх доходах 666 858,42 дол. (income) та загальних витратах 594 228,63 дол. (total\_costs). При цьому із 28 клієнтів (Number\_of\_clients) тільки 19 (number\_of\_purchases) придбали автомобіль, середня ціна якого становила 29 074,44 дол. (avr\_purchase\_cost). Середній бонус менеджера за місяць становив 959,46 дол. (avr\_manager\_bonus\_all) за умови середньої кількості менеджерів 5 осіб (Amount\_managers) та 24 робочих днів (Working\_days). Також компанія в середньому витратила 3 952,81 дол. на орендну плату (Rent) та 995,59 дол. на рекламу (Advertisement). Автомобілі було затримано на 4 дні під час доставки з Китаю до Польщі (Delivery\_ChinaToPolandDays), на 2 дні – з Польщі до України (Delivery\_PolandToUkraineDays) та на 2 дні – на виробництві в Китаї (Delay\_InChinaProd).

Ставка податку на акциз зросла в середньому до 1,46 дол. (ExciseTaxRate) за кВт·год. автомобіля. Доставка до Польщі з Китаю коштувала 2 051,36 дол. (Delivery\_ChinaToPolandCost), а до України з Польщі – 1 001,34 дол. (Delivery\_PolandToUkraineCost).

DeliveryChinaTo	DeliveryPolandT	ExciseTaxRate	DelayInChinaProd	WorkingDays	Rent	Advertisement	Amount_ma	Number_of_clients	DeliveryChinaToPoland	DeliveryPolandT	income	profits	total_costs	number_of_purchases	avr_purchase_cost	
0	2	1.4890	0	24	4495	923	5	24	1893	1013	333614.600	34884.4167	298730.183	11.0	822.67	24929.636363
7	2	1.0408	0	25	3663	956	5	29	2381	1045	573557.900	68069.3675	505488.532	17.0	909.38	27557.0
0	0	1.7449	4	25	4338	975	6	34	1566	1085	712544.799	74415.8432	638128.956	21.0	938.39	28436.095238
0	0	1.5916	2	24	4055	1022	6	28	2306	1035	776897.0	96748.3070	680148.692	22.0	958.17	29065.909090
9	1	1.8952	2	25	4189	1018	6	23	2407	1077	515683.4	54167.91624	461515.4837	15.0	926.84	28086.266666
9	3	1.0023	4	24	3941	917	5	36	2342	917	979880.7	107896.3831	871984.3166	27.0	990.98	30029.888888
3	1	1.4591	2	25	3715	1014	5	34	1537	990	877200.800	87262.3551	789938.444	23.0	1068.36	32374.696662
4	1	1.4812	3	24	3844	917	5	23	1927	917	513928.599	50979.0630	462949.536	15.0	942.53	28561.733333
5	3	1.5321	2	24	4400	1016	6	36	1559	1074	801672.600	82614.7915	719057.808	24.0	923.10	27972.75
5	1	1.0820	1	25	3992	949	5	39	1810	1016	917047.200	99708.4699	817338.730	25.0	1015.67	30778.08
2	3	1.9224	4	24	4431	927	5	20	2161	1098	381460.199	36657.40181	344802.798	11.0	942.57	28562.909090
0	0	1.2569	0	24	4157	928	6	26	2484	985	747069.399	100435.920	646633.479	22.0	914.66	27717.0
4	3	1.4573	1	24	3586	973	6	31	2330	1019	665026.9	81384.6314	583642.268	20.0	897.07	27183.95
1	4	1.3997	2	24	3791	1002	6	36	1932	1016	815294.700	92841.16810	724253.531	23.0	974.98	29545.086956
1	1	1.2267	1	24	3625	1093	6	22	1575	913	416376.0	39949.46711	376426.532	13.0	886.22	26855.384615
8	1	1.3293	1	24	3534	1077	5	29	1716	1057	759577.600	76854.2833	682723.316	21.0	1001.92	30361.238095
7	0	1.0911	4	25	3724	1050	5	28	1586	965	636680.500	53930.7770	582749.722	16.0	1117.24	33855.9375
1	0	1.5863	3	25	3990	924	5	37	2355	927	1058796.70	130744.384	928052.315	29.0	996.84	30207.482758
2	3	1.2982	0	25	3768	908	5	36	2440	1027	630100.399	82035.9993	548064.400	19.0	890.88	26986.526315
3	3	1.1798	3	24	3894	1063	6	25	2355	1033	615043.000	66360.7179	548682.282	16.0	1051.56	31865.825
1	2	1.9984	4	24	4015	981	6	39	2298	933	1062562.8	126839.2177	933923.582	30.0	965.63	29261.6
1	2	1.5295	4	25	4202	1089	6	33	1831	941	753442.8	84738.6588	668704.1411	24.0	858.64	26019.5
3	0	1.9444	4	24	3802	1036	5	22	1765	1021	385906.1	35424.7672	350481.332	12.0	881.85	26702.583333
4	4	1.8808	4	24	4490	1086	5	36	2135	977	900486.900	103736.629	796750.270	27.0	907.18	27490.333333
4	1	1.5832	4	24	4268	957	5	28	2361	1014	719677.0	84542.3248	635134.6751	21.0	926.85	28086.666666
3	4	1.6858	2	25	3682	964	5	37	1629	1018	832521.100	85932.2932	746588.806	23.0	1006.46	30499.606695
3	1	1.1325	2	24	4281	1045	6	27	2228	945	585924.200	70822.54431	515101.6556	19.0	829.95	25150.162631
6	0	1.3313	1	24	3553	912	5	20	1948	937	402886.0	36283.0668	366602.933	11.0	1012.22	30673.636363
5	2	1.3027	3	24	4085	943	6	38	1899	945	747217.899	78890.5198	668327.380	22.0	933.61	28291.318181
3	4	1.3846	4	24	4354	1046	5	23	2386	1033	439355.800	46731.62776	392624.172	13.0	1011.328	27616.0
0	4	1.5260	1	24	3880	958	5	39	1647	964	902666.499	99140.3459	803526.154	25.0	1004.86	30450.6
3	0	1.0374	3	25	3615	1022	6	27	1834	959	733760.200	73485.6593	660274.540	19.0	1074.77	32569.052631
1	1	1.6537	1	25	4153	942	6	33	1972	998	493541.4	56512.91265	437028.487	16.0	836.29	25342.125
4	1	1.6633	1	25	4398	1038	5	30	2190	951	672445.000	75540.44761	596904.552	19.0	967.52	29318.947368
6	4	1.0223	3	24	4324	1029	5	22	1892	1004	456974.400	42682.7334	414291.666	13.0	964.67	29232.615834
8	2	1.6105	1	24	4265	1074	5	24	1522	919	716677.099	61644.3815	655032.718	18.0	1121.23	33976.722222
7	4	1.1651	0	25	3844	1047	5	20	2325	923	538085.200	62667.0937	475418.1062	17.0	852.12	25821.882352
8	0	1.0453	0	25	3828	970	5	24	2345	1017	436617.199	47324.1423	389293.0571	13.0	905.718	27476.307692
7	1	1.3081	2	24	3737	1093	6	30	2407	1061	593597.8	66906.4917	526691.308	17.0	943.48	28590.470588
7	2	1.4265	4	25	3939	1014	5	25	1885	951	581876.1	57490.0044	524386.095	18.0	884.713	26809.5
0	3	1.4860	4	24	3706	1027	6	25	2249	957	597419.100	66937.8242	530481.275	17.0	958.08	29033.0
2	0	1.0607	2	25	4233	1089	5	21	2293	1018	453191.2	49416.66151	403774.538	13.0	946.49	28681.692307
5	3	1.5312	1	25	4244	1000	5	30	1918	942	598348.3	58666.79121	539681.508	16.0	1036.10	31397.0625
5	4	1.7949	0	24	3535	900	6	25	1872	1035	529792.9	53412.8829	476380.217	15.0	972.375	29465.933333
9	0	1.4740	2	24	3807	970	5	30	1839	902	461544.699	45823.2068	415721.4931	16.0	783.166	23732.3125
0	4	1.9960	4	25	3711	1086	5	29	2012	997	887557.4	101400.456	786156.944	25.0	974.796	29539.36
4	3	1.4123	0	25	3939	1012	6	24	2410	1046	591229.4	64430.7567	526798.643	15.0	1078.77	32690.266666
8	2	1.1350	2	24	3801	1021	5	25	2179	1028	481886.700	51460.89716	430425.802	15.0	867.56	26289.8
2	4	1.4614	3	24	3793	945	5	30	1977	1063	678515.200	81993.19976	596522.000	22.0	834.04	25274.181818

Рисунок 5 – Вікно результатів щодо згенерованих системою змінних  
Джерело: розроблено авторами.

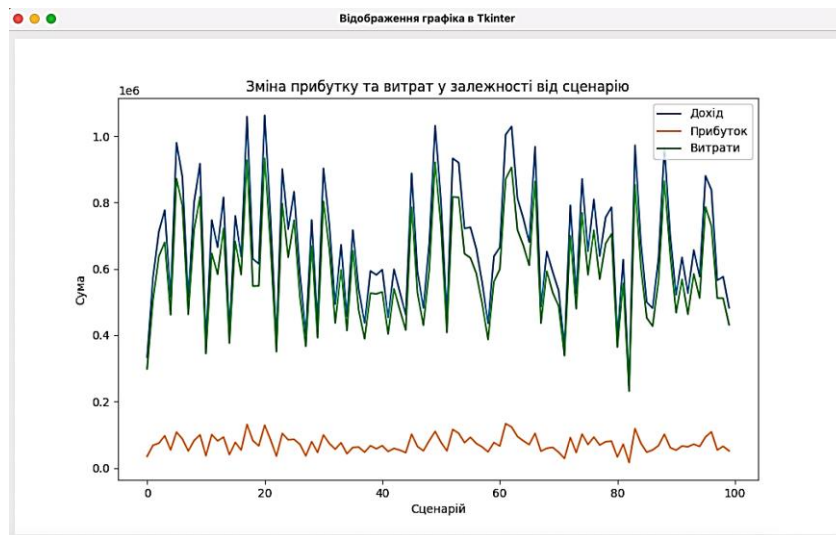
Результати розрахунків		
Параметр	Середнє	Медіана
DeliveryChinaToPolandDays	4.14	4.00
DeliveryPolandToUkraineDays	2.08	2.00
ExciseTaxRate	1.46	1.48
DelayInChinaProd	2.25	2.00
WorkingDays	24.43	24.00
Rent	3952.81	3937.50
Advertisement	995.59	999.00
Amount_managers	5.41	5.00
Number_of_clients	28.89	28.00
DeliveryChinaToPolandCost	2051.36	2021.50
DeliveryPolandToUkraineCost	1001.34	1013.50
avr_manager_bonus_all	959.46	952.18
income	666858.42	652479.10
profits	72629.79	70210.96
total_costs	594228.63	583196.00
number_of_purchases	19.05	19.00
avr_purchase_cost	29074.44	28853.93

Рисунок 6 – Вікно результатів розрахунків  
Джерело: розроблено авторами.

Зміну прибутку і витрат залежно від сценарію (наборів невизначених чисел) відображено на рис. 7.

Згідно з результатами моделювання встановлено, що компанія за умови наведе-

них вхідних параметрів одержує середній чистий прибуток 72 629,79 дол. при середніх доходах 666 858,42 дол. Це вказує на високий рівень рентабельності такого виду діяльності, як продаж електромобілів.



**Рисунок 7 – Візуалізація одержаних результатів**

*Джерело:* розроблено авторами.

Значний вплив на прибуток мають кількість клієнтів і цінова політика, що свідчить про важливість правильного позиціонування продукту на ринку та маркетингових стратегій. Детальний аналіз сценаріїв, з урахуванням змін у кількості клієнтів, ціні автомобілів та інших чинників, дозволяє прогнозувати можливий економічний вплив різних стратегій.

Таким чином, визначено оптимальні шляхи розвитку бізнесу. Зокрема, виявлено, що зростання кількості клієнтів або оптимізація цінової політики може значною мірою поліпшити фінансові показники компанії. Запропонований програмний додаток дозволяє аналізувати різні стратегії та вносити зміни до параметрів моделі для максимізації прибутковості й оптимізації витрат. Це свідчить не лише про технічну зрілість розробленої системи, але і про її конкретний внесок у фінансовий успіх компанії в умовах високої конкуренції на ринку електромобілів.

*Висновки.* Досліджено імітаційне моделювання як інструмент аналізу та прогнозу фінансів. Описано його потенціал та можливості в контексті фінансового менеджменту.

Визначено основні чинники та змінні, які впливають на фінансові потоки в організаціях, зокрема розглянуто вплив еконо-

мічних, соціальних та технологічних чинників на фінансову стійкість підприємств.

З метою аналізу інструменту імітаційного моделювання для управління фінансовими потоками підприємства як приклад використано компанію, яка здійснює купівлю електромобілів із Китаю та збут в Україні. У системі враховано ймовірнісні розподіли випадкових чинників, які виникають при обробленні замовлення, оформленні договору з клієнтом і безпосереднім замовленням і доставкою автомобіля з Китаю.

Реалізовано практичні експерименти з імітаційною моделлю для оцінювання різних стратегій управління фінансами, що дозволило визначити ефективні стратегії в управлінні фінансовими ресурсами.

Запропонована модель може використовуватися керівництвом автосалонів для полегшення прийняття управлінських рішень. Керівник автосалону, який здійснює закупівлю електромобілів із Китаю та їх продаж в Україні, приймає рішення щодо постачальників, обсягів закупівель, цінової політики та управління фінансовими потоками, враховуючи ризики та можливості. Оптимізаційний експеримент, реалізований у рамках моделі, дозволяє обрати найкращу стратегію та дослідити «шокові» ситуації.

Продаж «китайських авто» в Україні є важливим кроком на шляху до локалізації виробництва в країні, що створює реальні

можливості для відродження автомобільної галузі, включаючи виробництво електрокарів. Такий досвід надасть потужний поштовх вітчизняним виробникам, стимулюючи розвиток технологій, створення нових робочих місць і зміцнення економіки країни. Подальша інтеграція з глобальним ринком та інноваційний підхід до виробництва можуть стати запорукою успіху національної автомобільної індустрії.

Дістали подальшого розвитку методи імітаційного моделювання, що дозволяє більш точно аналізувати та прогнозувати фінансові потоки в бізнесі. Це дослідження демонструє нові підходи до оптимізації фінансового менеджменту в умовах невизначеності та ризиків, пов'язаних із міжнародними поставками.

### Література

- Верховна Рада України (2018). Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо оподаткування акцизним податком легкових транспортних засобів: Закон України від 08.11.2018 р. № 2611-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2611-19#Text> (дата звернення: 22.06.2024).
- Братушка С. (2009). Імітаційне моделювання як інструмент дослідження складних економічних систем. *Вісник Української академії банківської справи*. № 2 (27). С. 113–118. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/55242> (дата звернення: 22.06.2024).
- Велика О.Т., Ляковська С.Є., Смотров О.О., Бойко М.В. (2021). Імітаційне моделювання технологічного процесу виготовлення виробів у середовищі FlexSim. *Науковий вісник НЛТУ України*. № 31 (2). С. 108–113. DOI: <https://doi.org/10.36930/40310218>
- Дубовой В.М., Юхимчук М.С. (2018). Імітаційне моделювання в системі SCILAB/XCOS: Е-посібник. Вінницький нац. тех. ун-т. URL: [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/10dubovuj\\_imitacijne\\_modelyuvannya\\_v\\_systemi\\_Scilab-Xcos/](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/10dubovuj_imitacijne_modelyuvannya_v_systemi_Scilab-Xcos/) (дата звернення: 22.06.2024).
- Коцюрба О. Ю. (2012). Фінансові потоки підприємства: сутність, класифікація та шляхи оптимізації. *Наукові записки*. № 12. С. 88–92.
- Майборода О. В. (2006). Управління фінансовими потоками підприємства: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.04.01. Українська академія банківської справи. Суми. 22 с.
- Мельникова К. В. (2015). Фінансові потоки в логістичних системах: конспект лекцій. ХНЕУ імені Семена Кузнеця. Харків. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/11143/1/2015%20%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%9A.%D0%92.pdf> (дата звернення: 22.06.2024).
- Неруш В. Б., Курдеча В. В. (2012). Імітаційне моделювання систем та процесів: конспект лекцій. Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». 115 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/29886d33-e657-453c-a4a8-9ebff59301a3> (дата звернення: 22.06.2024).
- Уривський Л. О., Мошинська А. В., Осипчук С. О. (2022). Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: навчальний посібник. Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». 202 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48473> (дата звернення: 22.06.2024).
- Черевко В. О. (2006). Методологія формування та управління фінансовими потоками регіону: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.10.0. Українська академія банківської справи. Суми. 22 с.

### References

- Verkhovna Rada of Ukraine (2018). On amendments to the Tax Code of Ukraine regarding excise tax on passenger vehicles: Law of Ukraine dated November, 11 No 2611-VIII. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2611-19#Text> [in Ukrainian].

- Bratushka, S. (2009). Simulation modeling as a tool for studying complex economic systems. *Visnyk Ukrainskoi akademii bankivskoi spravy*, 2 (27), pp. 113–118. Retrieved from <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/55242> [in Ukrainian].
- Velyka, O. T., Liaskovska, S. E., Smotr, O. O., & Boiko, M. V. (2021). Simulation modeling of the technological process of manufacturing products in the FlexSim environment. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 31(2), pp. 108–113. DOI: <https://doi.org/10.36930/40310218> [in Ukrainian].
- Dubovoy, V.M., & Yukhimchuk, M.S. (2018). Simulation modeling in the SCILAB/XCOS system: E-book. Vinnytsia National Technical University. Retrieved from [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/10dubovyj\\_imitacijne\\_modelyuvannya\\_v\\_systemi\\_Scilab-Xcos/](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/10dubovyj_imitacijne_modelyuvannya_v_systemi_Scilab-Xcos/) [in Ukrainian].
- Kotsiurba, O. Yu. (2012). Financial flows of the enterprise: essence, classification and ways of optimization. *Naukovi zapysky*, 12, pp. 88-92 [in Ukrainian].
- Maiboroda, O. V. (2006). Management of financial flows of the enterprise (Extended abstract of candidate thesis). Ukrainian Academy of Banking. Sumy [in Ukrainian].
- Melnykova, K. V. (2015). Financial flows in logistics systems: lecture notes. Kharkiv National Economic University Named After Semen Kuznets. Retrieved from <http://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/11143/1/2015%20%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%9A.%D0%92..pdf> [in Ukrainian].
- Nerush, V. B., & Kurdecha, V. V. (2012). Simulation modeling of systems and processes: lecture notes. Kyiv: National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute». Retrieved from <https://ela.kpi.ua/items/29886d33-e657-453c-a4a8-9ebff59301a3> [in Ukrainian].
- Uryvskiy, L. O., Moshynska, A. V. & Osyphchuk, S. O. (2022). Simulation modeling of systems and processes in telecommunications. Kyiv: National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» [in Ukrainian].
- Cherevko, V. O. (2006). Methodology of formation and management of financial flows in the region (Extended abstract of candidate thesis). Ukrainian Academy of Banking. Sumy [in Ukrainian].

**Glib A. Mazhara,**

*Phd in Economics*

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

37 Beresteyskyi prospect, Kyiv, 03056, Ukraine

E-mail: SkyDoor13@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1860-756X>;

**Amina R. Parkhomuk,**

*student*

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

37 Beresteyskyi prospect, Kyiv, 03056, Ukraine

E-mail: aminaparhom2003@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1470-4995>

## ENTERPRISE FINANCIAL FLOWS SIMULATION ON A CAR DEALERSHIP EXAMPLE

In today's business environment, ensuring financial sustainability is a crucial factor for the success of enterprises. In this context, simulation modeling is becoming increasingly important as a tool for managing financial flows. The main objective of this study is to organize the knowledge in this area and determine the optimal approaches to the use of simulation models in financial management. The study is aimed at improving the efficiency of financial management and developing evidence-based strategies.

The purpose of the study is to determine effective financial management strategies through the use of simulation models and their impact on the financial stability and profitability of the enterprise. The object is the management of financial flows in organizations of various types and sizes. The results of the study can be useful for the management of car dealerships and other enterprises that optimize financial processes. The paper uses methods of mathematical and economic analysis, including agent-based modeling, Monte Carlo simulation, and simulation modeling.

In the course of studying the problem of financial flows management, simulation modeling as a tool for analyzing and forecasting finances is investigated. Its potential and capabilities in the context of financial management are described.

The main factors and variables that affect financial flows in organizations are identified, in particular, the impact of economic, social and technological factors on the financial sustainability of enterprises is considered.

In order to analyze the simulation modeling tool for managing the financial flows of an enterprise, the article takes as an example a company that purchases electric vehicles from China and sells them in Ukraine. The system took into account the probability distributions of random factors that arise during order processing, execution of a contract with a client, and the direct ordering and delivery of a car from China.

Practical experiments with the simulation model were carried out to evaluate various financial management strategies, which allowed us to identify effective strategies for managing financial resources.

This model can be used by car dealership managers to facilitate management decision-making. The head of a car dealership that purchases electric vehicles from China and sells them in Ukraine makes decisions about suppliers, purchase volumes, pricing policy, and financial flow management, taking into account risks and opportunities. The optimization experiment implemented in the model allows choosing the best strategy and exploring “shock” situations.

The sale of “Chinese cars” in Ukraine is an important step towards localizing production in the country. This creates real opportunities for the revival of the automotive industry, including the production of electric cars. We hope that this experience will give a powerful impetus to Ukrainian manufacturers, stimulating the development of technologies, creating new jobs and strengthening the country's economy. Further integration with global markets and an innovative approach to production can be the key to the success of the national automotive industry.

In this study, simulation modeling methods have been further developed, allowing for more accurate analysis and forecasting of financial flows in business. For the first time, the problem of delivering electric cars from China to Ukraine was formulated and solved, taking into account specific logistical and economic conditions. This study demonstrates new approaches to optimizing financial management in the face of uncertainty and risks associated with international supply. The results can be useful for the management of car dealerships and other businesses seeking to improve the efficiency of their financial operations and ensure sustainability in a competitive market.

*Keywords:* enterprise economy, simulation modeling, financial management, management strategies, economic factors, electric vehicles, management decisions.

*JEL:* C63, D1

*Формат цитування:*

Мажара Г. А., Пархомук А. Р. (2024). Імітаційне моделювання фінансових потоків підприємства на прикладі автосалону. *Економіка промисловості*. № 4 (108). С. 86–98. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2024.04.086>

Mazhara, G. A., & Parkhomuk, A. R. (2024). Enterprise financial flows simulation on a car dealership example. *Econ. promisl.*, 4 (108), pp. 86–98. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2024.04.086>

Надійшла до редакції 09.10.2024 р.

THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

---

*Scientific and practical journal*



**Е**КОНОМІКА  
**П**РОМИСЛОВОСТІ  
*Economy of Industry*

---

Since 1997

Published quarterly

---



**No. 4 (108)**

**2024**

**The scientific and practical journal "Economy of Industry" has been publishing since 1997**  
**Media identifier R30-02851**  
**The journal is published quarterly**

---

**The journal is included in the List of specialized scientific editions of Ukraine**  
(in accordance with the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine  
of October 15, 2019 No. 1301)

---

**ISSN 1562-109X (Print)**  
**ISSN 2306-532X (Online)**

The Journal is registered in the International Center of  
periodicals (ISSN International Center, Paris)

---

The journal "Economy of Industry" is indexed in the Ukrainian nationwide abstract database "Ukrayinika naukova" and is offered in the **Scientific electronic library of periodicals of the NAS of Ukraine**. The periodical is offered also in to the global electronic library of science periodicals **EBSCO Publishing**, in to the **Ulrich's Periodicals Directory** and also in the world's largest network of library content and services **WorldCat**. The journal is indexed by the scientometric base **Index Copernicus** (Warsaw, Poland). The periodical is indexed in the freely accessible search system **GoogleScholar**. Since 2013 the journal is indexed in the Scientometric Databases: **DRJI** (Directory of Research Journals Index) and **Research Bible** (Tokyo, Japan). The journal is included in to the **Citefactor** service that provides access to quality controlled Open Access Journals and in to the reference database of the **European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (ERIH PLUS)**.

---

**Founders:**  
The NAS of Ukraine,  
The Institute of Industrial Economics

**E-mail:**  
econindustry.iie@gmail.com,  
admin@econindustry.org.  
**Web:** www.ojs.econindustry.org.  
**Web:** iie.org.ua

**The address of the editorial office:**  
2 M. Kapnist Str.,  
Kyiv, Ukraine, 03057.  
**Tel.:** 38 (044) 200-55-71.  
**Mobile tel.:** 38 (050) 191-85-63

---

**Editorial Council:**  
ZALOZNOVA Yu.S. (Chairman of the Editorial Council, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), GEETS V.M. (Academician of the NAS of Ukraine, Institute of Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine), KWILINSKI A. (Doctor of Economics, London Academy of Science and Business, England), LIBANOVA E.M. (Academician of the NAS of Ukraine, Institute of Demography and Social Studies named after M.V. Ptukha of the NAS of Ukraine), VOLCHYN I.A. (Doctor of Technics, Professor, Institute of Heat and Energy Technologies of the NAS of Ukraine).

**Editorial Board:**  
AMOSHA O.I. (Chief Editor, Member of the Editorial Council, Academician of the NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), VYSHNEVSKYI O.S. (Deputy Chief Editor, Doctor of Economics, Senior researcher, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), DASIV A.F. (Secretary of the Editorial Board, Managing Editor, PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), ANTONYUK V.P. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), BRYUKHOVETSKAYA N.Yu. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), BULEEV I.P. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), CHEREVATSKYI D.Yu. (Doctor of Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), KHARAZISHVILI Yu.M. (Doctor of Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), KRAVCHENKO O.O. (Doctor of Economics, State University of Infrastructure and Technology), MYKHENKO V. (PhD in Political Economy, associate professor, University of Oxford, United Kingdom), NOVIKOVA O.F. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), POKOTYLENKO R.V. (PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), SMIRNOV R.G. (Phd, Professor, Dalho-usie University, Canada), SOLDAK M.O. (PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine).

---

Articles for publication in the scientific and practical journal are selected under the terms of competition by the results of internal and external reviewing. The authors of the articles are fully responsible for accuracy of facts, dates, titles, proper names, data, and quotations. The publisher may not share the opinions expressed in articles, and does not assume any obligations concerning authors' points of view. Reprints and translations are allowed only in the consent of the author and publisher. Materials are printed in the source language.

---

**The issue is approved for publication by the Academic Council of the  
Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine  
(protocol No. 11 dated 21.11.2024)**

© **Publisher Publishing House "Akadempriodika" of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2024**

## CONTENTS

### MACROECONOMIC AND REGIONAL PROBLEMS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT

- Soldak M.** The deployment of circular industrial ecosystems – the condition of eco-efficient elimination of the consequences for the environment caused by military actions ..... 5
- Lazarenko D., Belinska Ya., Papuk D.** Engagement of eco-industrial parks in the circular economy: state support of construction waste processing enterprises ..... 34

### PROBLEMS OF DEVELOPMENT STRATEGY AND FINANCIAL AND ECONOMIC INDUSTRY REGULATION

- Kryl I.** Hydrogen energy in Ukraine: preconditions, potential, assessment, and prospects for European integration ..... 49
- Lohvinenko B.** Strategic prospects for the development of lithium production in Ukraine ..... 63

### PROBLEMS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES' AND PRODUCTION COMPLEXES' ECONOMICS

- Mazhara G., Parkhomuk A.** Enterprise financial flows simulation on a car dealership example ..... 86

Науково-практичний журнал

---

**№ 4 (108)**  
**2024**



Видається з 1997 року

Виходить щоквартально

Оригінал-макет підготовлено у відділі інформатизації наукової діяльності  
Інституту економіки промисловості НАН України

**Літературний редактор**

О. А. Кокорева

**Комп'ютерна верстка**

Я. Є. Красуліна

**Відповідальний редактор**

А. Ф. Дасів

**Засновники:**

Національна академія наук України,  
Інститут економіки промисловості