Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.
Ефективна економіка. 2026. № 4.
ISSN 2307-2105

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

DOI: http://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.4.170

УДК 330.34:504.06:629.22

Л. І. Іщук,

к. е. н, доцент, доцент кафедри фінансів, банківської справи та страхування,

Луцький національний технічний університет

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1724-0292

О. А. Габрильчук,

бакалавр, Луцький національний технічний університет

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-6085-1349

ЕКОЛОГІЧНЕ СТРАХУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФІНАНСОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА РИНКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

L. Ishchuk,

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Finance, Banking and Insurance, Lutsk National Technical University

O. Habrylchuk,

Bachelor, Lutsk National Technical University

ENVIRONMENTAL INSURANCE AS A TOOL FOR FINANCIAL ASSURANCE OF RESPONSIBILITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE ELECTRIC VEHICLE MARKET

У статті розглянуто стрімкий розвиток ринку електромобілів в Україні та його вплив на довкілля. Зазначено, що зростання кількості електромобілів, попри екологічні переваги, супроводжується накопиченням відпрацьованих акумуляторів, які становлять потенційну загрозу. Проаналізовано динаміку ринку та обґрунтовано появу «відкладеного екологічного боргу». Доведено, що екологічне страхування може стати ефективним інструментом для покриття витрат на утилізацію та підвищення відповідальності учасників ринку. Запропоновано гнучкий підхід до формування страхових тарифів залежно від типу батарей і наголошено на важливості переробки та повторного використання металів.

The article examines the essence of the category The article examines the rapid growth of the electric vehicle market in Ukraine and its environmental consequences. While electric vehicles contribute to reducing harmful emissions, they increasingly lead to the accumulation of lithium-ion batteries, which creates potential environmental risks. The analysis shows a steady and exponential increase in the electric vehicle fleet in recent years, highlighting the emergence of a deferred environmental debt related to future waste management needs. The results of the study indicate that the growth of this debt may outstrip the capabilities of the existing infrastructure and financial mechanisms for its management. The study emphasizes the importance of environmental insurance as a practical tool to reduce risks, cover recycling costs, and ensure greater accountability of market participants. Particular attention is paid to the idea of flexible pricing of insurance depending on the type of battery, recognizing that the economic outcomes of recycling differ significantly between different technologies. Such an approach helps to achieve a fair distribution of costs and encourages more responsible production and consumption practices. The article also highlights the need for reliable data, including the implementation of a battery passport, to improve risk assessment and decision-making. In addition, the development of energy storage systems creates new challenges related to safety

and environmental protection, which requires adapted insurance instruments. It is determined that environmental insurance can be a key element in balancing technological progress with environmental sustainability, helping to transform potential risks into manageable and cost-effective solutions.

Ключові слова: *екологічне страхування, фінансове забезпечення, сталий розвиток,екологічний ризик, ресайклінг та утилізація.*

Keywords: *environmental insurance, financial security, sustainable development, environmental risk, recycling and disposal.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Актуальність теми дослідження зумовлена стрімким розвитком електромобільного транспорту та систем зберігання енергії, що з одного боку, сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин, а з іншого – створює нові екологічні ризики, пов'язані з виробництвом і утилізацією акумуляторів. Тому особливої уваги набуває екологічне страхування як інструмент зниження негативного впливу на довкілля, відшкодування екологічних збитків та підвищення відповідальності виробників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тему екологічного страхування досліджували багато науковців, таких як Дубовіч І., Василишин Х., Сафранов Т.А., Козін Е.Г., Самошкіна І.Д., Ждек В.М., Проценко О.Л., Василишин Х.Р., Оглобліна В.О., Сіліна І.В. та інші [1-7].

Проте в більшості наукових джерел увага зосереджується переважно на загальних теоретичних аспектах екологічного страхування, тоді як питання його застосування у сфері виробництва та утилізації електромобілів і систем зберігання енергії недостатньо висвітлені та потребують подальшого дослідження. Отже, обрання теми дослідження обумовлено її актуальністю та практичним значенням проблем, що пов'язані з потребою впровадження ефективних механізмів екологічного страхування в умовах сталого розвитку.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є дослідження екологічного страхування як інструменту фінансового забезпечення відповідальності та сталого розвитку ринку електромобілів. Досягнення поставленої мети передбачає аналіз динаміки зростання парку електромобілів, прогнозування накопичення акумуляторних відходів та оцінку пов'язаних екологічних ризиків, визначення шляхів інтеграції принципів розширеної відповідальності виробника та сталого розвитку у національну політику екострахування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз відносних та абсолютних показників ринку електромобілів є критично важливим для прогнозування екологічного навантаження в майбутніх періодах. Ринок електрокарів України демонструє феноменальну стійкість навіть в умовах воєнного стану, перетворюючись із нішевого сегмента на вагомий фактор впливу на екологічну безпеку держави.

Для оцінки масштабів майбутнього утворення відходів (відпрацьованих акумуляторних батарей) проаналізуємо динаміку зростання парку електромобілів (BEV) в Україні за останні п'ять років (2021-2025 рр.). Відповідно до агрегованих даних Інституту досліджень авторинку, маємо змогу відстежити експоненційне зростання ринку (табл. 1).

Таблиця 1. Динаміка загального парку електромобілів (без урахування промислових електрокарів, тролейбусів та рейкових машин) за 2021-2025 рр.

Рік	Загальний парк BEV станом на кінець року, шт.	Абсолютний приріст, шт.	Темп приросту, %
2021	33 500	-	-
2022	46 000	12 500	37,3
2023	85 881	39 881	86,7
2024	139 200	53 319	62,1
2025	246 000	106 800	76,7

Джерело: сформовано на основі [8]

Аналіз динаміки свідчить про стрімке насичення ринку. З 2021 р. по кінець 2025 року парк електромобілів в Україні зріс у 7,3 рази, а саме з 33,5 тис. шт. до 246 тис. шт. Ключовим каталізатором попиту стала паливна криза

2022 року, яка змусила споживачів шукати альтернативу двигунам внутрішнього згоряння. Рекордним став 2025 рік, коли парк поповнився на понад 106,8 тис. авто, що вдвічі більше за показник попереднього року. Така динаміка значною мірою зумовлена дією пільгового податкового режиму (звільнення від ПДВ та мита, згідно з податковим кодексом України), а також переорієнтацією імпорту на вживані автомобілі з країн ЄС, США та Китаю.

Враховуючи те, що середньорічний темп приросту становить 64,6%, за збереження динаміки у 2026 році загальний парк електромобілів складатиме близько 405 тис. шт. авто.

На основі динаміки 2021-2025 рр. побудовано прогноз методом екстраполяції тренду, що відображено на Рис. 1.

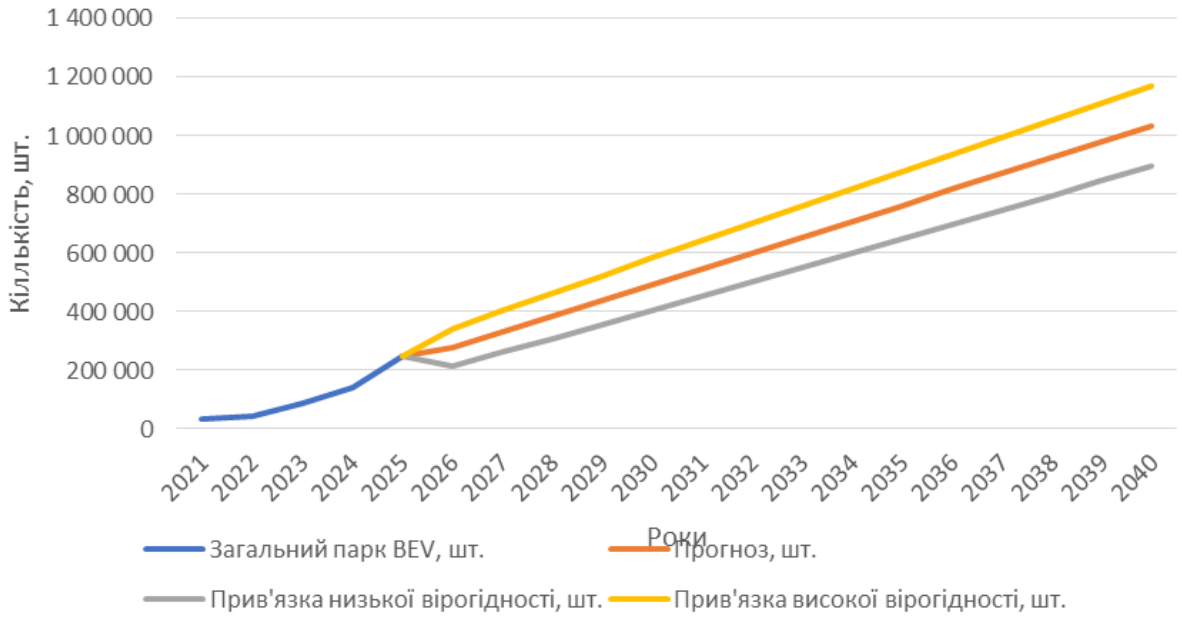

Рис. 1. Прогноз кількості електрокарів на 2026-2040 рр.

На основі даного графіку, можна констатувати стрімку електрифікацію українського автопарку з чіткою тенденцією до подальшого зростання. Моделювання майбутнього розвитку передбачає три сценарії, кожен з яких демонструє стійкість ліній, але з різною інтенсивністю. За базового прогнозу кількість електромобілів досягне позначки в 1 030 720 автомобілів до 2040 року, тобто відбудеться чотирикратне збільшення парку порівняно з показниками 2025 року. Оптимістичний сценарій, за сприятливих умов, може

сягнути 1 166 006 одиниць, тоді як за малоймовірного песимістичного варіанта він становитиме 895 433 одиниці.

Незалежно від обраного сценарію, до 2040 року очікується, що парк електромобілів в Україні перетне або наблизиться до позначки в 1 мільйон одиниць. Розрив між оптимістичним і песимістичним сценаріями становить 279 тисяч авто, що ілюструє ступінь невизначеності довгострокового прогнозування, проте загальний вектор розвитку ринку залишається незмінно позитивним.

Досліджуючи джерела цього зростання, аналіз реєстраційних операцій (Рис. 2) демонструє, що основним драйвером насичення ринку є імпорт вживаних автомобілів, який у 2025 році досяг пікового значення у 84 367 одиниць. Водночас спостерігається позитивна динаміка у сегментів нових електрокарів: їх кількість зросла з 1400 шт. у 2021 році до 22 809 шт. у 2025 році, що свідчить про зростання довіри споживачів до нових технологій. Також важливим показником зрілості інфраструктури є збільшення внутрішніх перепродажів до 35 831 од., що підтверджує формування активного вторинного ринку всередині країни.

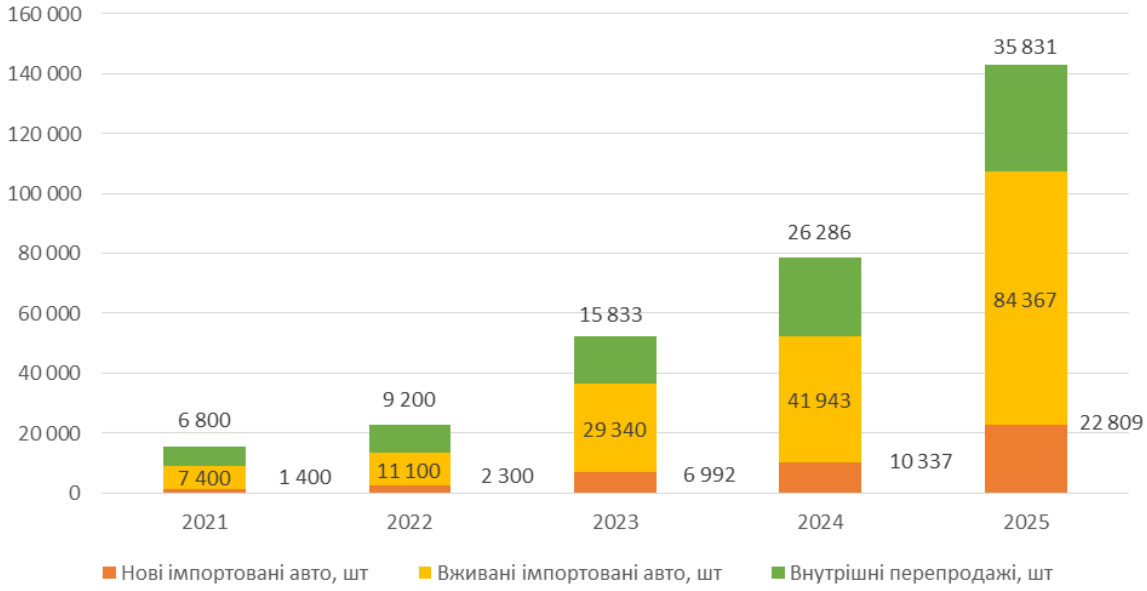

Рис. 2. Динаміка реєстраційних операцій легкових електромобілів в Україні (2021-2025 рр.)

Джерело: сформовано на основі [8]

Аналіз структури (Рис. 3) свідчить про якісні зміни автопарку: частка нових електромобілів зросла з 9% у 2021 р. до 16% у 2025 р., тоді як сегмент вживаного імпорту зміцнив домінуючу позицію, досягнувши 59%, що призвело до відносного скорочення частки внутрішніх перепродажів з 44% до 25%.

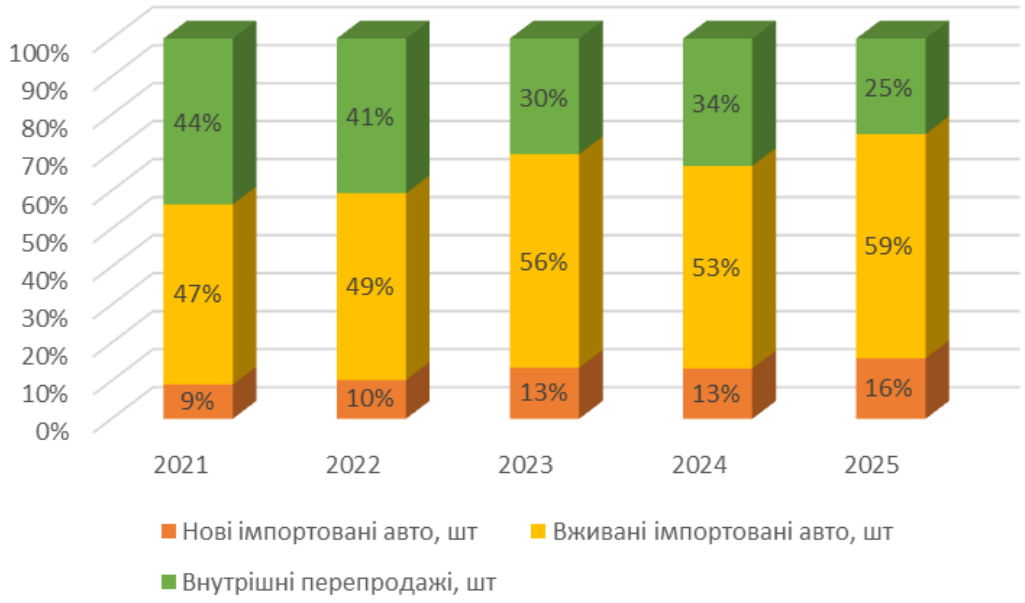

Рис. 3. Структура реєстраційних операцій легкових електромобілів за сегментами (2021-2025 рр.)

Відповідно до Податкового кодексу України (п. 64, підрозділ 2, розділу XX) про тимчасове звільнення від оподаткування ПДВ операцій із ввезення та постачання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, до 1.01.2026 р., можемо припустити про значне зниження частки нових імпортованих електромобілів у структурі парку легкових електромобілів, та значний ріст частки вживаних імпортованих авто, а також тих, що перебувають на внутрішньому ринку [9]. Це насамперед пов’язано з подорожчанням нових електромобілів приблизно на 20-25%, що суттєво буде гальмувати продажі. Хоча загальна тенденція на ринку буде зберігатися позитивно.

Для визначення реального екологічного навантаження застосуємо моделювання накопичення маси токсичних компонентів. Приймаючи

середню вагу батарейного блоку на рівні 450 кг, розрахуємо загальну масу акумуляторів, що перебувають в експлуатації станом на кінець кожного періоду (табл. 2).

Окрім фізичної маси, критично важливим є розрахунок «Оцінки страхового ризику» – тобто гіпотетичної вартості утилізації накопиченого обсягу батарей. Для розрахунку використано середньоринкову вартість переробки складних хімічних відходів на рівні 40 000 грн за 1 тонну.

Таблиця 2. Розрахункові показники накопичення маси літій-іонних батарей в Україні

Рік	Фактичний парк, шт.	Розрахункова маса батарейних блоків, тонн	Ланцюговий приріст маси відходів, тонн	Оцінка страхового ризику, млн. грн
2021	33 500	15 075	-	603
2022	46 000	20 700	+5 625	828
2023	85 881	38 646	+17 946	1 546
2024	139 200	62 640	+23 994	2 506
2025	246 000	110 700	+48 060	4 428

Аналіз розрахункових показників таблиці 2 дозволяє зробити ряд важливих висновків щодо формування «відкладеного екологічного боргу»:

1. Формування критичної маси відходів. Станом на кінець 2025 року сукупна маса акумуляторних батарей, що перебувають в експлуатації, досягла 110 700 тонн. Це колосальний обсяг високотоксичних елементів, який перевищує показники 2021 року (15 075 тонн) у понад 7 разів. Така концентрація матеріалів вимагає створення потужної національної інфраструктури ресайклінгу, якої на разі не існує.

2. Прискорення темпів накопичення (Ланцюговий приріст). Показник ланцюгового приросту маси відходів яскраво демонструє прогресуючий характер проблеми. Якщо у 2022 р. парк додав лише 5 625 тонн потенційних відходів, то у 2025 р. цей показник склав +48 060 тонн. Важливо зазначити, що приріст маси лише за один 2025 рік (48 060 т) перевищує загальну накопичену масу станом на 2023 рік (38 646 т). Це

свідчить про те, що екологічне навантаження зростає швидше, ніж здатність ринку адаптуватися на нього.

3. Економічна оцінка ризику («Ціна питання»). Графа «Оцінка страхового ризику» відображає фінансовий еквівалент зобов'язань перед навколишнім середовищем. Станом на 2025 рік сума коштів необхідна для безпечної утилізації наявного парку, становить 4,428 млрд грн ця цифра фактично є незабезпеченим фінансовим зобов'язанням ринку. Порівняно з 2021 роком (603 млн грн), фінансовий ризик зріс на 3,4 млрд грн. Відсутність механізму акумулювання цих коштів сьогодні (через страхові премії) означає, що у перспективі 5-10 років цей тягар ляже на державний або місцеві бюджети у вигляді видатків на ліквідацію стихійних звалищ небезпечних відходів.

4. Валюта та інфляційна складова. Розрахунок базується на фіксованій вартості переробки (40 тис. грн/т), проте, враховуючи залежність технологій переробки від імпортного обладнання та енергоносіїв, реальна вартість утилізації у майбутньому може бути значно вищою. Це підкреслює необхідність впровадження інвестиційної складової у страховий тариф, щоб зарезервовані кошти не знецінилися з часом.

5. Важливим є створення спеціалізованого страхового фонду, бюджет якого буде наповнюватися поступово, а саме в момент імпорту кожного автомобіля. Таким чином вдасться проактивно запобігати майбутнім кризам, тобто акумулювати необхідну кількість ресурсів для подальших потреб. Ця система буде гарантувати, що «забруднювач платить» не на словах, а фактично забезпечує реалізацію майбутньої утилізації.

Для визначення майбутніх тенденцій зростання екологічного боргу та прогнозування обсягів необхідного страхового покриття застосуємо метод аналітичного вирівнювання ряду динаміки. Цей метод дозволяє виявити загальну закономірність (тренд) розвитку явища, абстрагуючись від випадкових коливань.

$$\bar{y} = a + bt$$

де a, b – параметри, які визначаються методом найменших квадратів, at – умовний показник часу.

Необхідні розрахункові показники для побудови моделі наведено в таблиці 3. Таким чином отримаємо рівняння тренду: $\bar{y}$ = 1982,2 + 932,8 t. Використовуючи отриману модель, здійснимо екстраполяцію показників на найближчі два роки (2026 та 2027 рр.).

Таблиця 3. Розрахунок параметрів тренду для прогнозування екологічного боргу ринку України

Рік	y (млн. грн)	t	t^2	y • t
2021	603	-2	4	-1 206
2022	828	-1	1	-828
2023	1 546	0	0	0
2024	2 506	1	1	2 506
2025	4 428	2	4	8 856
Сума	9911	0	10	9328

Прогноз на 2026 рік (t = 3):

$\bar{y}$ = 1982,2+(932,8*3) = 4 789,6 млн грн

Прогноз на 2027 рік (t = 4):

$\bar{y}$ = 1982,2+(932,8*4) = 5 713,4 млн грн

Результати моделювання дозволяють стверджувати, що за умови збереження існуючих тенденцій та відсутності дієвих механізмів регулювання, обсяг «відкладеного екологічного боргу» вже у 2027 році наблизиться до позначки 5,7 млрд грн. Слід зазначити, що фактичні показники можуть бути навіть вищими, оскільки лінійна модель є досить консервативною і згладжує ефект вибухового зростання, який спостерігався у 2025 році.

Середній термін експлуатації електромобіля становить 8-10 років, тобто автомобілі придбані до 2025 року будуть вже не придатними до роботи у 2035 році. Ця ситуація є свідченням «відкладеного ефекту», тобто зараз ввозимо авто, а через 10 років постає питання пов’язане з утилізацією високотоксичних відходів. Відсутність спеціалізованих підприємств для

такого обсягу роботи є підставою для впровадження обов'язкового страхування відповідальності імпортерів. Не менш важливим стає механізм, завдяки якому буде реально покрити ризики на всіх етапах життєвого циклу електрокара: від потенційних аварій на виробництві до фінансового забезпечення ефективної та цілком безпечної переробки неактивних систем зберігання енергії. До того ж наявність гарантованого страхового фонду для оплати з послуг переробки стане потужним джерелом мотивації та стимулом для залучення інвесторів у розбудову національної інфраструктури ресайклінгу. Таким чином перетворюючи потенційну екологічну загрозу на перспективний сектор економіки замкненого циклу.

На сьогоднішній день в ЄС вже існує Директива про батареї для електромобілів (EU Battery Regulation), в якій йдеться про обов'язкове маркування батарейних блоків, щоб надавати кінцевим користувачам прозору, достовірну та чітку інформацію про специфікацію даного товару, особливо про вміст важких металів. Зокрема в паспорті батареї будуть міститися дані про кількість певних небезпечних речовин, його ємність, продуктивність та довговічність. Виробники товару будуть повністю відповідати за життєвий цикл батареї, включаючи організацію збору, переробку та повторне використання металів [11].

Україна імплементуючи європейські норми, зокрема принципи EU Battery Regulation, переходить до моделі Розширеної відповідальності виробника. Однак для реалізації цього механізму та конкретної оцінки фінансових зобов'язань критично необхідною є уніфікована система ідентифікації технічних характеристик об'єкта утилізації.

У контексті розвитку ринку екострахування запровадження «паспорта батареї» стає чи не найголовнішим чинником розвитку даної сфери, оскільки він розв'язує найголовнішу проблему – дефіцит достовірних даних для оцінки та прийняття рішень. Наявність цієї інформації дозволяє перейти від фіксованих ставок до гнучкої системи тарифікації. Вирішальним фактором при розрахунку страхового внеску є хімічний склад батареї, а саме катода,

адже від нього залежить економічна доцільність та прибутковість процесу подальшої утилізації.

Найпоширенішими батареями в електромобілях на сьогодні є літій-іонні (Li-ion), де основними катодними складами виступають NMC (Нікель-Марганець-Кобальт) та LFP (Літій-Залізо-Фосфат) [12]. Різниця у вартості компонентів цих типів дозволяє імплементувати зображену на Рис. 4 страхову модель «Bonus-Malus».

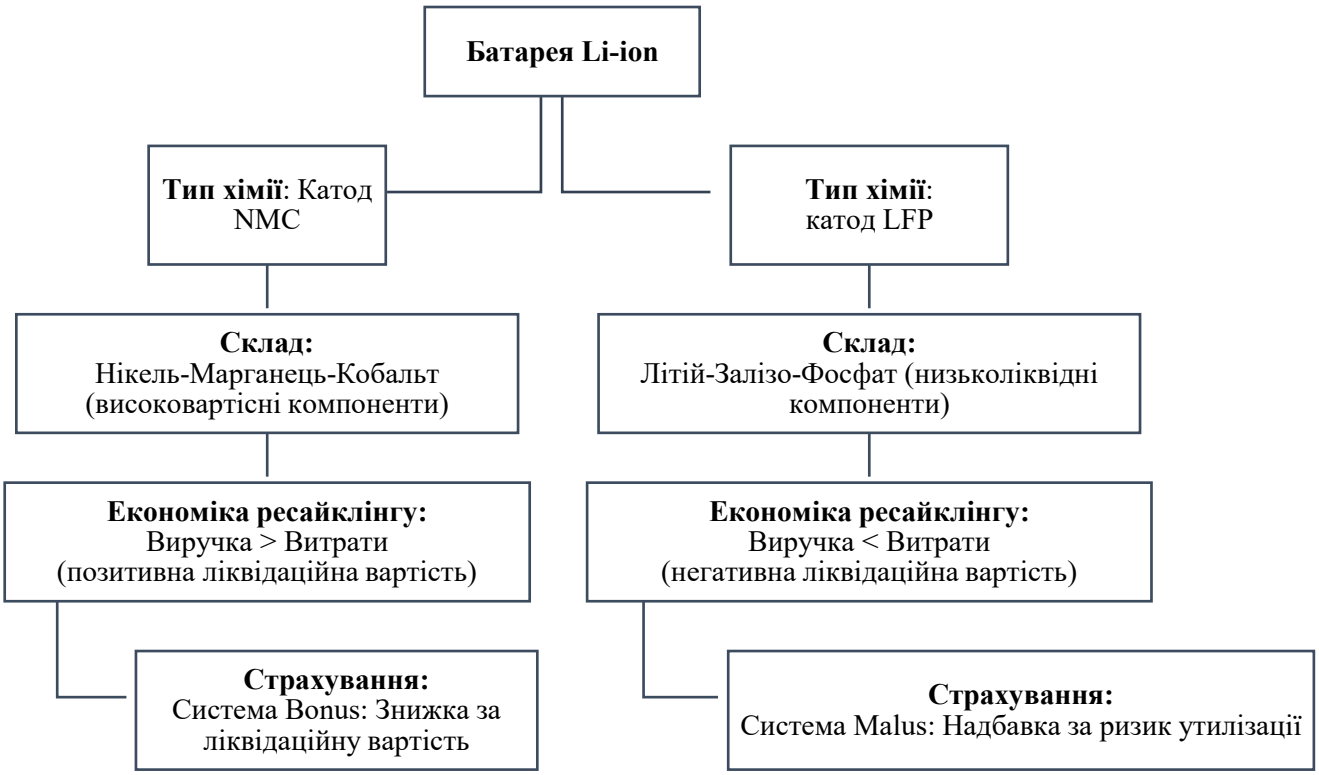

Рис. 4 Диференціація страхових тарифів на основі хімічного складу катода батареї

Для батарей з катодом NMC характерна позитивна економіка ресайклінгу: виручка від реалізації відновлених цінних металів зазвичай покриває або перевищує витрати на процес переробки на вторинному ринку. Завдяки цьому страхові компанії зможуть застосовувати знижки на поліси екострахування, тобто систему «Bonus» (знижувальний коефіцієнт). Натомість акумулятори типу LFP, попри їхню технологічну безпечність, формують так звану «негативну ліквідаційну вартість», де витрати на

складний процес вилучення літію, значно перевищують ринкову ціну отриманих матеріалів. В цьому випадку для низьколіквідних акумуляторних батарей спрацьовує система «Malus» (підвищувальний коефіцієнт): страховик змушений встановлювати тарифні надбавки (премію за ризик), що гарантуватимуть фінансове покриття збитків під час їх обов'язкової утилізації. Таким чином, екологічне страхування трансформується з класичного інструменту покриття раптових збитків у складний фінансовий регулятор замкненого циклу, що гарантує екологічну безпеку незалежно від ринкової кон'юнктури вартості металів та забезпечує реалізацію принципів розширеної відповідальності виробника, перетворюючи екологічні вимоги на чіткі фінансові індикатори.

Виходячи з розрахунків таблиці 2 середнє страхове навантаження на один електромобіль у 2025 році становить близько 18 000 грн (розраховано як відношення загального фонду 4 428 млн грн до парку 246 000 авто). Проте застосування диференційованих коефіцієнтів дозволяє відійти від усередненого тарифу та встановити індивідуальну вартість полісу, що дозволяє нівелювати диспропорцію фінансового навантаження між власниками ліквідних та неліквідних активів, та відповідає реальній економіці ресайклінгу конкретного типу батареї.

Для кількісного обґрунтування необхідності такої диференціації тарифів ми провели порівняльний аналіз економічної ефективності переробки двох найбільш поширених типів катодів NMC та LFP (табл. 4).

Таблиця 4. Порівняльний аналіз економічної ефективності переробки літій-іонних батарей залежно від хімічного складу катода

Показник (на 1 т)	Нікель-Марганець-Кобальт (NMC)	Літій-Залізо-Фосфат (LFP)
Середня вартість відновлених металів	217 351 грн	50 016 грн
Вартість гідрометалургійного процесу переробки	73 378 грн	73 378 грн
Фінансовий результат	143 973 грн	-23 362 грн

Джерело: сформовано на основі [13- 15]

Для забезпечення порівняльності грошових потоків у моделі, вартісна оцінка матеріалів здійснена з урахування актуальних біржових котирувань. Згідно з даними Trading Economics станом на грудень 2025 року ціна літію становить 104 900 CNY/т (курс НБУ 1 CNY = 5,96 UAH), ціна нікелю 15 660 USD/т (курс НБУ 1 USD = 41,93 UAH), кобальт 52 790 USD/т [14, 16].

В 1 тонні відпрацьованих елементів вміст цінних металів становить: для NMC – 120 кг нікелю, 40 кг кобальту та 80 кг карбонату літію; для LFP – 80 кг карбонату літію, залізо та фосфат у цьому контексті мають нульову ринкову вартість [13]. Сукупна ринкова вартість матеріалів, вилучених з однієї тонни NMC-батареї становить 217 351 грн, що робить процес інвестиційно привабливим. Натомість вартість відновлених матеріалів з LFP-батарей сягає всього 50 016 грн.

Операційна вартість процесу гідрометалургійного процесу переробки, за даними EverBatt (Argonne National Lab), 1 т літій-іонних батарей знаходиться в діапазоні 1500-2000 USD (62 895-83 860 грн) залежно від масштабу підприємства. Для аналізу використано усереднену суму 73 378 грн за т [15].

Результати розрахунку демонструють фундаментальну економічну прірву між технологіями. Переробка NMC генерує прибуток у розмірі 143 973 грн/т. Це означає, що відпрацьована батарея є активом, який частково може компенсувати збитки страховика при настанні страхового випадку (total loss). Утилізація LFP генерує збиток у розмірі 23 362 грн/т. Тобто вона перетворюється на пасив, що вимагає доплату за утилізацію (gate free). Таким чином для систем на базі LFP до структури страхового тарифу слід включати «утилізаційну надбавку», яка б покривала прогнозований дефіцит коштів на переробку.

Запропонований підхід дозволяє уникнути перехресного субсидування, за якого витрати на переробку збиткових акумуляторів покриваються коштом власників високоліквідних батарей, що гарантує пропорційний розподіл екологічних зобов’язань. У масштабах ринку це дозволяє консолідувати

значний фінансовий ресурс. Акумульовані страхові резерви виконуватимуть подвійну функцію: по-перше, вони гарантуватимуть безпечну утилізацію «покинутих» авто у разі банкрутства імпортера; по-друге, стануть джерелом інвестицій у технології глибокої переробки (deep recycling).

Оскільки сучасні технології дозволяють вилучати до 95% цінних металів (літій, кобальт, нікель), екологічне страхування сприяє створенню стратегічного запасу вторинної сировини, що в свою чергу впливає на формування національної ресурсної автономії, знижуючи залежність від імпорту дефіцитної сировини в умовах глобального дефіциту рідкісноземельних металів.

Логічним продовження життєвого циклу батарей електромобілів є їх використання у системах накопичення енергії (Energy Storage Systems – ESS). Після досягнення залишкової ємності на рівні 70-80% батареї стають непридатними для транспорту, проте вони містять ресурс для можливого стаціонарного використання (сонячні станції, резервне живлення). Така трансформація акумулятора дає йому «нове життя» («Second Life») та подовжує експлуатацію на 5-7 років, проте при цьому формуються нові специфічні виклики для страхового ринку. Основними проблемами в цій сфері є ефект масштабування та концентрація ризику, а також питання безпеки, зокрема загроз пожеж, теплового розгону, витоку хімікатів, що вимагають надійних протоколів моніторингу та ефективної системи страхування [17].

На відміну від електромобіля, промислові системи (BESS) концентрують тисячі комірок в одному контейнері, тому виникнення «теплового розгону» навіть в одній з них може призвести до каскадної детонації всього масиву – ланцюгової реакції, яку вкрай важко загасити. В такому випадку страхові суми будуть вимірюватися мільйонами.

До того ж використання вживаних батарей створює нові страхові ризики, оскільки немає достовірної інформації про її стан, наприклад,

неможливо точно встановити чи зазнавала батарея критичних перевантажень або пошкоджень під час «першого життя».

Для ефективної оцінки цих загроз необхідно впровадити поняття «екологічний андерайтинг» (оцінка ризиків), де ключовим фактором тарифікації також виступає хімічний склад батареї. За даними NFPA, батареї типу NMC мають нижчу температуру початкового теплового розгону (~150ºC 210ºC) порівняно з LFP (~270ºC), тому вони є більш схильними до вибуху. Відповідно до цього, базовий страховий тариф для систем NMC повинен бути на 15-20% вищим через підвищену пожежонебезпеку [18].

Важливим є те, що гасіння однієї тонни літієвих акумуляторів потребує від 10 до 100 кубометрів води, яка стає токсичним розчином. Вартість утилізації забрудненої води та рекультивація ґрунту може сягати значних обсягів, часто перевищуючи вартість самого обладнання. Згідно з дослідженнями шведського інституту RISE, вода, використана для гасіння літій-іонних акумуляторів, вступає в реакцію з електролітом та продуктами горіння, утворюючи високотоксичний розчин із вмістом фтороводню (HF) та важких металів [12]. Це зумовлює необхідність включення до умов договору екологічного страхування окремих лімітів відповідальності на покриття витрат зі спеціалізованої утилізації відходів пожежогасіння.

З огляду на таку комплексність ризиків та потенційну масштабність збитків, при формуванні страхових продуктів для ESS доцільно застосовувати диференційовані страхові сітки, що базуються на статистичних даних аварійності та вартості ліквідаційних наслідків. Водночас комплексна система повинна враховувати не лише операційні ризики, а й етап завершення життєвого циклу батареї. У цьому контексті для України актуальним є впровадження механізму фінансової гарантії (Decommissioning Bond) – «страхового бонду» для виведення з експлуатації. Це вид страхування, де власник системи зберігання енергії сплачує премію, що гарантуватиме наявність коштів на утилізацію та переробку системи через 10-15 років. Ця система дозволить уникнути ситуацію, коли після завершення

терміну експлуатації величезні масиви відпрацьованих батарей залишаються на балансі збанкрутілих підприємств без фінансування на утилізацію. Без страхового фонду тягар ліквідації екологічних наслідків лягає на державний бюджет.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Екологічне страхування при виробництві та утилізації електромобілів та систем зберігання енергії – це не просто додатковий податок, а єдиний дієвий механізм захисту суспільства від наслідків «електрифікації». Формування відповідного пулу страховиків, готових працювати з цими ризиками, на сьогодні стає стратегічним завданням для фінансового сектору України.

Проведене дослідження підтверджує, що впровадження спеціалізованого екологічного страхування є безальтернативною передумовою сталого розвитку ринку електромобілів в Україні. Прогнозоване накопичення страхового ризику на суму понад 4 789,6 млн грн до кінця 2026 року формує проблему під назвою «відкладений екологічний борг». Без створення заходів з запобігання цих наслідків, через 8-10 років стане відчутним надмірне навантаження на державний бюджет.

Визначальним фактором для розрахункових премій визначено хімічний склад катода, що обумовлює перехід від уніфікованих страхових тарифів до гнучкої моделі «Bonus-Malus». Доведено, що різниця у вартості відновлених металів диктує необхідність диференціації: застосування понижувальних коефіцієнтів для NMC-батарей та тарифних надбавок для збиткових у переробці LFP-акумуляторів. Технічною передумовою функціонування моделі є запровадження цифрового «паспорта батареї», який гарантує прозорість даних про хімічний склад для точної оцінки ризиків.

Окремий виклик становить сектор систем накопичення енергії (ESS), де існують інші страхові ризики, пов’язані з тепловим розгоном та токсичним забрудненням води при пожежогасінні. Для цього сегменту запропоновано впровадження інструменту «Decommissioning Bond» – фінансові гарантії, що забезпечують попереднє акумулювання коштів, завдяки яким з’являється

можливість безпечного виведення об’єкта з експлуатації без навантаження на майбутні бюджети.

Таким чином запропонована архітектура екологічного страхування трансформує потенційну екологічну кризу в керований економічний процес. Вона не лише забезпечує практичну реалізацію принципу «забруднювач платить», а й створює інвестиційний фундамент для національної індустрії глибокої переробки, сприяючи досягненню ресурсної автономії України в умовах глобального дефіциту сировини.

Література

1. Дубовіч Іон, Василишин Христина. Екологічне страхування: теорія і практика: монографія. Видавництво RCR EDITORIAL, 2021. 298 с.

2. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів. Львів:“Новий Світ-2000”, 2003. 248 с.

3. Козін, Е.Г., Ярмакович Н.Л. Необхідність та розвиток екологічного страхування. *Економічні проблеми сталого розвитку*: матеріали доп. міжнар. наук.-практич. конф., присвяченої 20-річчю наукової діяльності ф-ту економіки та менеджменту СумДУ, м. Суми, 3-5 квітня 2012 р. / Відп. за вип. О.В. Прокопенко. Суми : СумДУ, 2012. Т.2. С. 85-86.

4. Самошкіна І. Д., Ждек В. М. Розвиток екологічного страхування в умовах нестабільної економіки. *Молодий вчений*, №3 (115), 2023. С. 115-119.

5. Проценко О.Л. Екологічне страхування: український аспект. *Вісник ТНЕУ*. 2012. № 3. С. 41-48.

6. Василишин Х.Р. Теоретико-методичні засади екологічного страхування в Україні. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2010. Вип. 20.7. С. 46-53.

7. Оглобліна В. О., Сіліна І. В. Проблеми та перспективи впровадження екологічного страхування в Україні. *Причорноморські економічні студії*. 2016. Вип. 10. С. 180-184.

8. Інститут досліджень авторинку URL: https://eauto.org.ua/news (дата звернення: 19.03.2026).

9. Податковий кодекс України. Розділ XX. Перехідні положення URL: https://tax.gov.ua/nk/rozdil-xx--perehidni-polojen/ (дата звернення: 19.03.2026).

11. Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Council concerning batteries and waste batteries. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj (дата звернення: 19.03.2026).

12. Larsson F., Andersson P., Blomqvist P. Toxic fluoride gas emissions from lithium-ion battery fires. Scientific Reports. 2017. Vol. 7. URL: https://www.nature.com/articles/s41598-017-09784-z (дата звернення: 19.03.2026).

13. BatPaC: Battery Manufacturing Cost Estimation Model / Argonne National Laboratory. URL: https://www.anl.gov/cse/electrochemical-chemical-TEA (дата звернення: 19.03.2026).

14. Commodities // Trading Economics. URL: https://tradingeconomics.com/commodities (дата звернення: 19.03.2026).

15. Modeling the Performance and Cost of Lithium-Ion Batteries for Electric-Drive Vehicles / Argonne National Laboratory. URL: https://publications.anl.gov/anlpubs/2019/07/153050.pdf (дата звернення: 19.03.2026).

16. Офіційний курс гривні щодо іноземних валют URL: https://bank.gov.ua/ua/markets/exchangerates (дата звернення: 19.03.2026).

17. Second-Life Electric Vehicle Batteries in Ukraine’s Energy Sector: SWOT Analysis and Market Evaluation // Science and Innovation. 2025. URL: https://scinn-eng.org.ua/ojs/index.php/ni/article/view/767 (дата звернення: 19.03.2026).

18. Hazard Assessment of Lithium Ion Battery Energy Storage Systems URL: https://www.nfpa.org/education-and-research/research/fire-protection-research-foundation/projects-and-reports/hazard-assessment-of-lithium-ion-battery-energy-storage-systems (дата звернення: 19.03.2026).

References

1. Dubovich, I. and Vasylyshyn, Kh. (2021), *Ekolohichne strakhuvannia: teoriia i praktyka* [Environmental insurance: theory and practice], Vydavnytstvo RTsR EDITORIAL, Ukraine.

2. Safranov, T.A. (2003), *Ekolohichni osnovy pryrodokorystuvannia* [Ecological foundations of nature management], "Novyj Svit-2000", L'viv, Ukraine.

3. Kozin, E.H. and Yarmakovych, N.L. (2012), "The need and development of environmental insurance", *Ekonomichni problemy staloho rozvytku*: *materialy dop. mizhnar. nauk.-praktych. konf., prysviachenoi 20-richchiu naukovoi diial'nosti f-tu ekonomiky ta menedzhmentu SumDU* [Economic problems of sustainable development: materials of the additional international scientific and practical conference dedicated to the 20th anniversary of the scientific activity of the Faculty of Economics and Management of Sumy State University], SumDU, Sumy, Ukraine, vol.2, pp. 85-86.

4. Samoshkina, I. D. and Zhdek, V. M. (2023), "Development of environmental insurance in an unstable economy", *Molodyi vchenyi*, vol 3 (115), pp. 115-119.

5. Protsenko, O.L. (2012), "Environmental insurance: Ukrainian aspect", *Visnyk TNEU*, vol 3. S. 41-48.

6. Vasylyshyn, Kh.R. (2010), "Theoretical and methodological foundations of environmental insurance in Ukraine", *Naukovyj visnyk NLTU Ukrainy*, vol 20.7 pp. 46-53.

7. Ohloblina, V. O. and Silina, I. V. (2016), "Problems and prospects of implementing environmental insurance in Ukraine", *Prychornomors'ki ekonomichni studii*, vol 10 pp. 180-184.

8. Institute of Automotive Market Research (2026), available at: https://eauto.org.ua/ (Accessed 19.03.2026).

9. Verkhovna Rada of Ukraine (2010), "Tax Code of Ukraine", vailable at: https://tax.gov.ua/nk/rozdil-khkh--perehidni-polojen/ (Accessed 19.03.2026).

11. European Parliament (2023), “Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Tsountsil tsontserning batteries and vaste batteries”, vailable at: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj (Accessed 19.03.2026).

12. Larsson F., Andersson P. and Blomkvist P. (2017), “Toxic fluoride gas emissions from lithium-ion battery fires. Scientific Reports”, Vol. 7, vailable at: https:// www.nature.com/articles/s41598-017-09784-z (Accessed 19.03.2026).

13. Argonne National Laboratory (2026), “Battery Manufacturing Cost Estimation Model”, vailable at: https://www.anl.gov/cse/electrochemical-chemical-TEA (Accessed 19.03.2026).

14. Trading Economics (2026), “Commodities”, vailable at: https://tradingeconomics.com/commodities (Accessed 19.03.2026).

15. Argonne National Laboratory (2019), “Modeling the Performance and Cost of Lithium-Ion Batteries for Electric-Drive Vehicles”, vailable at: https://publications.anl.gov/anlpubs/2019/07/153050.pdf (Accessed 19.03.2026).

16. National Bank of Ukraine (2026), “Official exchange rate of the hryvnia against foreign currencies”, vailable at: https://bank.gov.ua/ua/markets/ekhchangerates (Accessed 19.03.2026).

17. Science and Innovation (2025), “Second-Life Electric Vehicle Batteries in Ukraine's Energy Sector: SVOT Analysis and Market Evaluation”, vailable at: https://scinn-eng.org.ua/ojs/index.php/ni/article/viev/767 (Accessed 19.03.2026).

18. NFPA (2026), “Hazard Assessment of Lithium Ion Battery Energy Storage Systems”, vailable at: https://www.nfpa.org/education-and-research/research/fire-protection-research-foundation/projecc-and-reporc/hazard-assessment-of-lithium-ion-battery-energy-storage-systems (Accessed 19.03.2026).

Отримано редакцією журналу / Received: 14.04.26

Прорецензовано / Revised: 21.04.26

Дата публікації / Published: 23.04.26