

УДК 678.743.22

Sergii Kozhevnikov, PhD student, specialty 183 “Technologies of environmental protection”

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-3797-680X> **e-mail:** slondie7@gmail.com

Yuliia Bereznytska, Associate Professor of the Department “Technologies of environmental protection and Labor Protection Technologies”

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7953-3974> **e-mail:** bereznytska.iuo@knuba.edu.ua

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

IMPROVEMENT OF THE REGULATORY AND LEGAL FRAMEWORK FOR THE DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTALLY SAFE TECHNOLOGIES FOR PVC PROFILE RECYCLING: DIRECTIONS AND EXPECTED IMPACTS

Abstract. *The article examines key directions for improving the regulatory framework governing the development of environmentally safe technologies for recycling PVC profiles in Ukraine. Based on an analysis of scientific literature and EU best practices, the author proposes a Draft National Standard for secondary PVC (RePVC), which includes detailed requirements for material quality, environmental safety, and control methods. The study identifies essential technical parameters of recycled PVC, such as particle size distribution, permissible levels of impurities and toxic residues, mechanical properties, and ecological indicators. A structured model of a normative act is presented, covering procedures for acceptance, labelling, transportation, conformity assessment, and material traceability. Special attention is devoted to analyzing necessary amendments to the Laws of Ukraine “On Waste Management,” “On Waste,” and the Tax Code. These changes include the introduction of mandatory disposal of PVC products, the implementation of Extended Producer Responsibility (EPR), and the establishment of economic incentives for recyclers, such as tax benefits, investment credits, and accelerated depreciation of recycling equipment. The article also provides a quantitative assessment of expected economic and environmental effects: a threefold increase in RePVC output, a reduction in CO₂ emissions by more than 7,000 tons per year, significant savings on landfilling, and yearly raw material savings exceeding EUR 3 million. The proposed measures create favorable conditions for developing a circular economy, improving resource efficiency, and harmonizing Ukrainian regulations with EU standards. The results can be used for drafting national standards, designing state support programs for recycling enterprises, and developing EPR mechanisms in the field of PVC waste management.*

Keywords: *PVC profiles, polymer recycling, secondary PVC (RePVC), national standard, waste management, extended producer responsibility (EPR), circular economy, environmental safety.*

С.В. Кожевніков, Ю.О. Березницька

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ПВХ-ПРОФІЛІВ: НАПРЯМИ ТА ОЧІКУВАНІ ЕФЕКТИ

***Анотація.** У статті досліджено напрями удосконалення нормативно-правової бази розвитку екологічно безпечних технологій переробки ПВХ-профілів в Україні. Метою статті є наукове обґрунтування та розроблення комплексних пропозицій щодо вдосконалення нормативно-правової бази розвитку екологічно безпечних технологій переробки ПВХ-профілів, включаючи створення національного стандарту на вторинний ПВХ (RePVC), удосконалення законодавства та формування економічних стимулів для переробної галузі. На основі аналізу наукових джерел і практик ЄС запропоновано проєкт національного стандарту на вторинний ПВХ (RePVC) із детальними вимогами до якості, екологічної безпечності та методів контролю. У роботі визначено ключові технічні параметри вторинного ПВХ – гранулометричні характеристики, допустимі рівні токсичних залишків, механічні властивості та екологічні ліміти. Сформовано структуру нормативного акту, що охоплює правила приймання, маркування, транспортування, оцінки відповідності та простежуваності матеріалу. Особливу увагу приділено аналізу змін до Закону України «Про управління відходами», «Про відходи» та Податкового кодексу, які спрямовані на впровадження обов'язкової утилізації ПВХ-виробів, розширеної відповідальності виробника (РВВ) та стимулювання переробників через пільги, податковий кредит і прискорену амортизацію обладнання. У статті проведено кількісну оцінку економічних та екологічних ефектів від запровадження стандарту та супутніх регуляторних змін: збільшення обсягів RePVC у 3 рази, скорочення викидів CO₂ більш ніж на 7000 т/рік, зменшення витрат на захоронення відходів та економію понад 3 млн євро на рік. Запропонований комплекс заходів формує передумови для розвитку циркулярної економіки, підвищує ресурсну ефективність та сприяє гармонізації українського законодавства з європейськими нормами. Результати дослідження можуть бути використані при розробленні національних стандартів, державних програм підтримки переробних підприємств та механізмів РВВ у сфері поводження з ПВХ-виробами.*

***Ключові слова:** ПВХ-профілі, переробка полімерів, вторинний ПВХ (RePVC), національний стандарт, утилізація, розширена відповідальність виробника, циркулярна економіка, екологічна безпека.*

<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2026.2.31-42>

Вступ

Проблема поводження з ПВХ-відходами в Україні набуває дедалі більшої гостроти, оскільки галузь виробництва ПВХ-профілів стрімко зростає, а обсяги демонтованих конструкцій збільшуються щорічно. Відсутність єдиних стандартів якості вторинного ПВХ, недостатня розвиненість інфраструктури переробки та застарілі положення законодавства призводять до значних втрат матеріального потенціалу та надмірного екологічного

навантаження. З огляду на європейський курс України та вимоги циркулярної економіки, питання гармонізації стандартів, створення системи простежуваності та запровадження РВВ стає ключовою умовою модернізації галузі. Дослідження є актуальним також у контексті підвищення енергоефективності, скорочення викидів парникових газів та зменшення залежності від імпорту первинної сировини.

Аналіз наукової літератури показав, що велика кількість вчених займається окресленим питанням. Серед них варто відмітити таких науковців, як: Крилова Г.В. [1], Лупінос А. [2], Маркіна Л.М. [3, 4], Матвєєва Н.М., Мальований Г.О. [5], Михайлова Є.О. [6], Нагурський О.А. [7, 8], Крилова Г.В. [8], Васійчук В.О. [8], Качан С.І. [8], Вихівська К.М. [8], Паладійчук Ю. [9], Плаван В. П. [10], Руда М. В. [11] та зарубіжних вчених [13-16]. Проте зазначена проблема на сьогодні остаточно не вирішена, що й окреслило мету даної статті. Метою статті є наукове обґрунтування та розроблення комплексних пропозицій щодо вдосконалення нормативно-правової бази розвитку екологічно безпечних технологій переробки ПВХ-профілів, включаючи створення національного стандарту на вторинний ПВХ (RePVC), удосконалення законодавства та формування економічних стимулів для переробної галузі.

Результати дослідження

Як вже зазначалось, удосконалення нормативно-правової бази та створення спеціальних програм розвитку екологічно безпечних технологій переробки ПВХ-профілів виступає необхідною умовою гармонізації українського законодавства [12].

Перш за все, на нашу думку, доцільно розробити Проект національного стандарту на вторинний ПВХ з чіткими вимогами до якості та безпечності.

Структура Проекту Національного стандарту на вторинний ПВХ представлена в таблиці 1.

Таблиця 1. Структура Проекту Національного стандарту на вторинний ПВХ

Елемент	Характеристика
Загальні положення:	вимоги до якості та безпечності вторинного ПВХ
Основні вимоги:	домішки $\leq 3\%$, повторне використання $\geq 70\%$, контроль токсичних залишків
Вимоги до процесу:	вуглецевий слід $\leq 2,5$ кг CO ₂ /кг, енергоспоживання $\leq 1,5$ кВт·год/кг
Контроль якості:	сертифікація та щорічний моніторинг
Маркування:	«RePVC-eco»

Джерело: запропоновано особисто.

Нижче подано макет національного стандарту у формі нормативного акту із чіткими вимогами до якості та безпечності вторинного ПВХ (RePVC) (табл. 2).

Таблиця 2. Структура Проекту Національного Стандарту України «Вторинний ПВХ (RePVC). Технічні вимоги та методи контролю»

Елемент	Зміст
Вступні положення	Сфера застосування: визначає вимоги до гранулятів і порошків RePVC, що виробляються з демонтованих виробів (віконні профілі, труби, кабельний ПВХ). Нормативні посилання: ISO 14021, ISO 50001, EN 15343 (простежуваність), EN 17059 (піролізні установки), відповідні ДСТУ/EN щодо випробувань ПВХ. Терміни та визначення: RePVC-U, RePVC-P, партія, домішки, стабілізатор, леткі речовини, паспорт партії
Вимоги до якості	Вміст ПВХ ≥ 96 мас. %, сумарні полімерні домішки ≤ 3 мас. %, неорганічні домішки ≤ 1 мас. %. Залишкова вологість $\leq 0,5$ %. Леткі речовини (VOC) $\leq 0,3$ мас. %. Вміст стабілізаторів на основі важких металів: Pb $\leq 0,05\%$, Cd $\leq 0,005\%$. Індикативна текучість розплаву (MFR) у межах, погоджених із замовником для конкретного застосування. Гранулометричний склад: 90% гранул у діапазоні 2–5 мм (для гранулятів) або d50 = 150–500 мкм (для порошків). Механічні показники контрольних зразків: σ_t , E, ударна в'язкість – не нижче 85% від аналогів із первинного ПВХ для заданої рецептури
Вимоги безпеки та екології	Вміст HCl у газових викидах при термообробці – відповідно до лімітів місцевих норм, з обов'язковою нейтралізацією та моніторингом. Відсутність заборонених пластифікаторів (DEHP, DBP тощо) понад граничні концентрації, встановлені REACH/нац. нормами. Паспорт безпеки матеріалу (SDS) та екологічна декларація продукту (EPD) для серійних марок
Методи контролю	ІЧ-спектроскопія/DSC для ідентифікації полімерної матриці та домішок. Гравіметрія для вологи; газоаналіз для VOC. Атомно-абсорбційна/ICP-MS для важких металів. Механічні випробування зразків, реологія (MFR), гранулометрія (сита/лазерний аналіз)
Правила приймання і маркування	Партія не більше 25 т з однорідними параметрами. Паспорт партії з QR-кодом: джерело, дата, протокол випробувань, CO ₂ -фактор, рецептура. Маркування «RePVC-eco» з класом якості (A/B) та призначенням (профілі/труби/загальнопромислова переробка)
Транспортування та зберігання	Закрита тара/біг-беги; захист від зволоження та прямого сонячного випромінювання. Термін зберігання – 12 місяців за умов ≤ 25 °C і RH $\leq 65\%$
Відповідність та оцінка відповідності	Первинна сертифікація лінії та шоквартальний аудит лабораторії контролю якості. Періодичний нагляд – раз на 12 місяців, включно з відбором зразків із ринку

Крім того, на нашу думку, доцільним виступає внесення змін до Закону України «Про відходи» та «Про управління відходами» з урахуванням обов'язкової утилізації ПВХ-виробів.

Пропозиції до внесення змін у законодавство стосуються, перш за все, таких законодавчих актів:

1. Закон «Про управління відходами»: обов'язкова утилізація ПВХ.
2. Закон «Про відходи»: система РВВ, квоти на повторне використання $\geq 50\%$.
3. Податковий кодекс: пільгова ставка податку, податковий кредит.

Так, пропонується доповнити закон «Про управління відходами» статтею «Обов'язкова утилізація полівінілхлоридних виробів (ПВХ)» із такими ключовими положеннями:

Визначення переліку виробів, що підлягають обов'язковій утилізації (віконні профілі, труби, кабельні оболонки тощо).

Обов'язок виробників/імпортерів забезпечити збір і передачу на переробку не менше 80% демонтованих виробів від обсягу введення на ринок із лагом 10 років.

Вимога укласти договори з ліцензованими переробниками та звітувати в електронній системі простежуваності.

Адміністративна відповідальність за невиконання квот; можливість заміщення частини зобов'язань купівлею підтверджених «сертифікатів переробки».

Формулювання доповненого елемента представлено на рисунку 1.

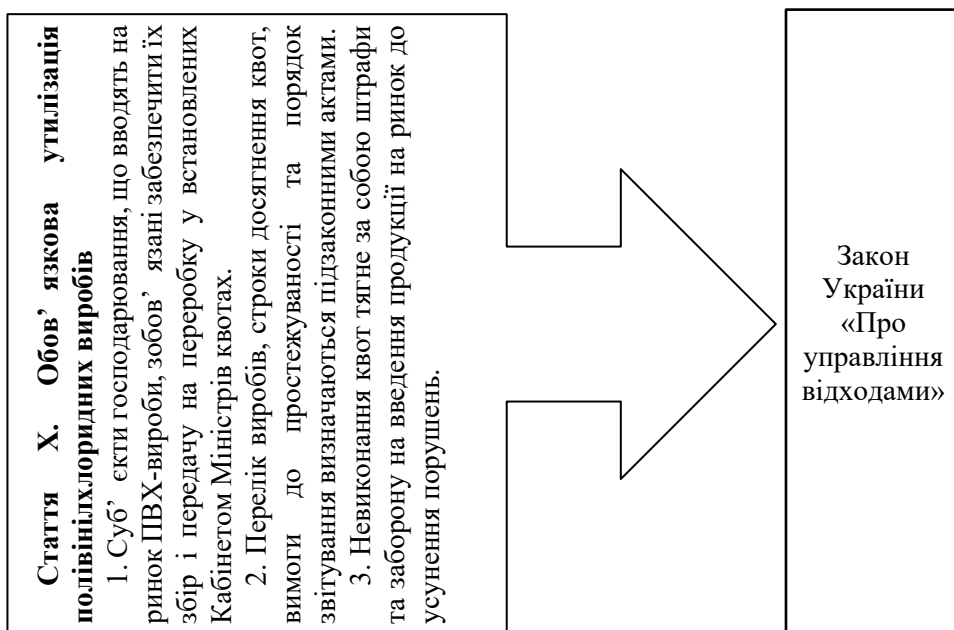


Рис. 1. Пропозиції щодо доповнення Закону України «Про управління відходами»

Крім того, доцільно внести правки в Закон України «Про відходи» в контексті визначення системи РВВ і квоти $\geq 50\%$ повторного використання.

Отже, пропонується розширена відповідальність виробника (РВВ) для ПВХ-виробів із мінімальною квотою повторного використання/переробки 50% з поетапним зростанням:

створення колективних систем РВВ для ПВХ із обов'язковою реєстрацією; щорічні звіти про зібрані/перероблені обсяги та досягнуті показники якості; механізм «зелених сертифікатів переробки» для підтвердження виконання зобов'язань.

Формулювання доповненого елемента представлено на рисунку 2.

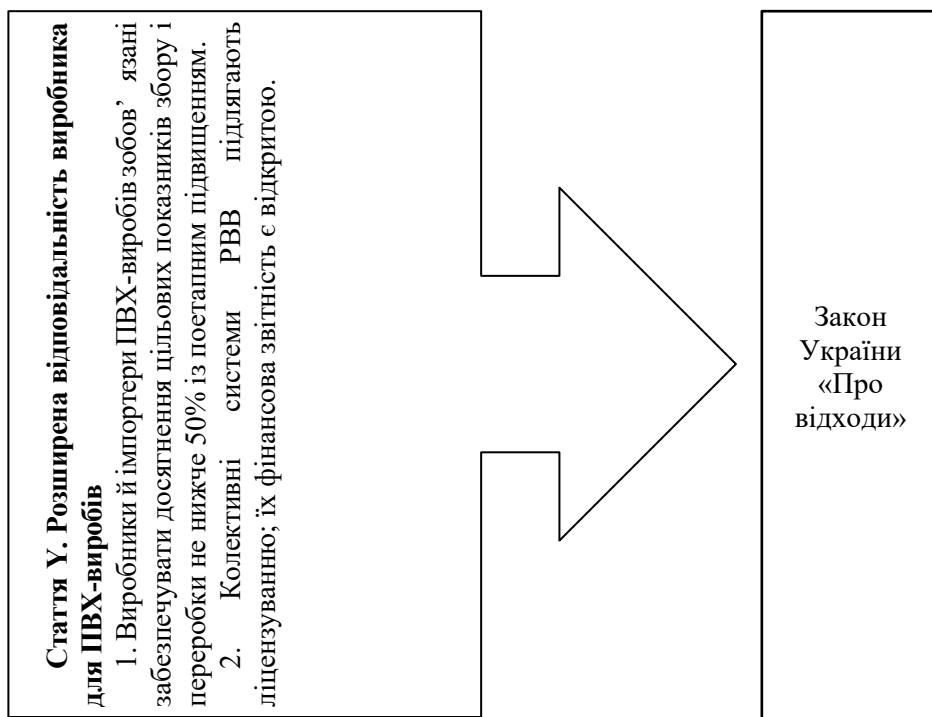


Рис. 2. Пропозиції щодо доповнення Закону України «Про відходи»

Крім того, доцільно внести правки в Податковий кодекс України в частині пільгової ставки та податкового кредиту.

На нашу думку, доречно запровадити податкові стимули для виробників та переробників, що використовують RePVC:

впровадити прискорену амортизацію обладнання для переробки ПВХ (коефіцієнт 2,5);

податковий кредит на інвестиції у ВДЕ для переробних підприємств – до 20% капітальних витрат;

запровадити зниження ставки податку на прибуток на 5 п.п. для частки прибутку, отриманого від продажу продукції з RePVC-есо.

Доцільно також реалізувати запровадження розширеної відповідальності виробника (РВВ) для компаній, що випускають ПВХ-вікна та профілі. Це стимулюватиме виробників брати участь у переробці.

Важливим напрямом також виступає надання податкових пільг і державних грантів підприємствам, що впроваджують екологічно безпечні технології.

Оцінювання ефектів законодавчих змін і податкових стимулів для переробки ПВХ доцільно здійснювати в рамках балансової моделі «потік відходів → вихід вторинної сировини → економічні вигоди → податкові ефекти», де ключовими змінними виступають потужність інфраструктури переробки, різниця цін між первинним та вторинним ПВХ, вуглецевий ефект заміщення, а також параметри податкових преференцій.

У базовій постановці сукупна пропускна здатність мережі пілотних хабів визначається як сума їхніх номінальних потужностей:

$$Q_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n Q_i.$$

За умови впровадження трьох регіональних хабів з однаковою паспортною потужністю $Q_i = 15\,000$ т/рік маємо $Q_{\Sigma} = 3 \cdot 15\,000 = 45\,000$ т/рік. Саме ця величина формує «верхню межу» переробки у сценарії функціонування мережі хабів, що відображає перехід від одиничного пілоту до інституційно підтриманої інфраструктури (через РВВ, гранти, податкові стимули), отже, розрахунки мають інтерпретуватися як річний ефект при досягненні проектного завантаження.

Економічний ефект від заміщення первинного ПВХ вторинним (RePVC) коректно моделювати як зменшення витрат на сировину на одиницю продукції, помножене на обсяг заміщення:

$$E_{\text{raw}} = Q_{\Sigma} \cdot \Delta P,$$

де, $\Delta P = P_{\text{prim}} - P_{\text{sec}}$ – цінова «премія первинності», що відображає, наскільки дорожче обходиться первинний полімер порівняно з вторинним матеріалом еквівалентної функціональної придатності. За прийнятим припущенням $\Delta P = 800$ євро/т річна економія витрат на сировину становить $E_{\text{raw}} = 45\,000 \cdot 800 = 36\,000\,000$ євро/рік. Важливо, що цей ефект є прямим (cash-effect) і не залежить від ставки дисконту в однорічному горизонті; однак у багаторічній оцінці його доцільно приводити до теперішньої вартості через:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{E_{\text{raw}, t}}{(1+r)^t}.$$

Екологічний ефект у вуглецевому вимірі доцільно рахувати за методом заміщення (substitution approach), коли кожна тонна вторинного ПВХ вважається такою, що «витісняє» виробництво певної кількості первинного ПВХ, а відтак зменшує пов'язані з ним викиди. Тоді скорочення викидів CO_2 за рік визначається як:

$$E_{\text{CO}_2} = Q_{\Sigma} \cdot \Delta c,$$

Δc – питомий ефект скорочення (т $\text{CO}_2/\text{т}$), який узагальнює різницю вуглецевих інтенсивностей ланцюга «первинне виробництво» та «переробка/рециклінг». За прийнятою консервативною оцінкою $\Delta c = 2 \text{ т } \text{CO}_2/\text{т}$ отримуємо:

$$E_{\text{CO}_2} = 45\,000 \cdot 2 = 90\,000 \text{ т } \text{CO}_2/\text{рік}.$$

Методологічно це є чистим річним ефектом, який, за наявності ціни на вуглець P_{CO_2} , може бути монетизований як $V_{\text{CO}_2} = E_{\text{CO}_2} \cdot P_{\text{CO}_2}$.

У нашому випадку монетизація вуглецю не закладена, натомість фіксується фізичний результат із фокусом на екологічній результативності.

Податковий ефект від прискореної амортизації обладнання слід трактувати як зміну оподаткованого прибутку через збільшення амортизаційних відрахувань у поточному періоді. Загальна логіка тут така: якщо річна амортизація за стандартним режимом дорівнює A_0 , а за прискореним режимом – A_1 , то додаткова амортизація $\Delta A = A_1 - A_0$ зменшує податкову базу на ΔA , а економія податку становить:

$$E_{\text{tax,dep}} = \Delta A \cdot \tau,$$

де τ – ставка податку на прибуток.

У нашому сценарії закладено $A_1 = 1\,250\,000$ євро/рік і $A_0 = 500\,000$ євро/рік, отже, $\Delta A = 750\,000$ євро/рік. За ставки $\tau = 18\%$ маємо $E_{\text{tax,dep}} = 750\,000 \cdot 0.18 = 135\,000$ євро/рік.

Економічно це не «додатковий прибуток», а перерозподіл податкового тягаря у часі (tax deferral), тобто збільшення ліквідності та скорочення поточних податкових платежів, що для капіталомістких переробних ліній є критичною умовою інвестиційної привабливості на етапі запуску.

Податковий кредит на інвестиції у ВДЕ коректно описувати як одноразову знижку податкового зобов'язання або компенсацію частини капітальних витрат у розмірі κ від інвестицій I_{RES} :

$$E_{\text{tax,RES}} = \kappa \cdot I_{\text{RES}}.$$

За прийнятою конструкцією $\kappa = 20\%$ і $I_{\text{RES}} = 1\,000\,000$ євро одержуємо $E_{\text{tax,RES}} = 0.20 \cdot 1\,000\,000 = 200\,000$ євро (одноразово). Для наукової інтерпретації важливо підкреслити, що цей механізм зменшує ефективну вартість капіталу (WACC) для переробного підприємства, адже знижує потребу у зовнішньому фінансуванні інвестицій, а отже, опосередковано впливає і на конкурентоспроможність RePVC.

Ефект від зниження ставки податку на прибуток для частки прибутку, отриманого від продажу продукції з RePVC-есо, доцільно формалізувати як різницю ефективних ставок на маржинальний прибуток «еко-сегмента»:

$$E_{\text{tax,eco}} = P_{\text{eco}} \cdot (\tau_0 - \tau_1).$$

Якщо прибуток від RePVC-есо оцінено як $P_{\text{eco}} = 2\,000\,000$ євро/рік, а ставка знижується з $\tau_0 = 18\%$ до $\tau_1 = 13\%$ (зменшення на 5 п.п.), тоді $E_{\text{tax,eco}} = 2\,000\,000 \cdot (0.18 - 0.13) = 100\,000$ євро/рік. Таким чином, сумарний економіко-

фіскальний ефект для суб'єктів ринку складається з (i) прямої сировинної економії, (ii) фізичного екологічного результату у CO₂-еквіваленті, (iii) податкових механізмів, що підвищують ліквідність і рентабельність інвестицій у переробку; саме така «триконтурна» конструкція є найбільш придатною для обґрунтування доцільності РВВ, грантів і податкових стимулів як взаємодоповнюваних інструментів.

Таблиця 3. Розрахункова деталізація показників

Показник	Позначення	Формула	Підстановка	Результат
Сукупна потужність хабів	Q _Σ	3·15 000	3·15 000	45 000 т/рік
Економія на сировині	E _{raw}	Q _Σ ·800	45 000·800	36 000 000 €/рік
Скорочення CO ₂	E _{CO2}	Q _Σ ·2	45 000·2	90 000 т/рік
Економія податку (аморт.)	E _{tax,dep}	(A1-A0)τ	(1 250 000-500 000)·0.18	135 000 €/рік
Кредит ВДЕ	E _{tax,RES}	κI _{RES}	0.20·1 000 0000	200 000 € (1 раз)
Економія податку (RePVC-eco)	E _{tax,eco}	Πeco(τ0-τ1)	2 000 000(0.18-0.13)	100 000 €/рік

Оцінка економічних та екологічних ефектів змін у законодавстві й податкових стимулів представлена в таблиці 4.

Таблиця 4. Оцінка економічних та екологічних ефектів змін у законодавстві й податкових стимулів

Показник	Формула / припущення	Результат
Сукупна потужність пілотних хабів	3 · 15 000 т/рік	45 000 т/рік
Економія на сировині завдяки заміщенню первинного ПВХ	45 000 · 800 євро/т	36 000 000 євро/рік
Скорочення викидів CO ₂	45 000 · 2 т CO ₂ /т	90 000 т CO ₂ /рік
Економія податку завдяки прискореній амортизації обладнання	(1 250 000 – 500 000) · 18%	135 000 євро/рік
Податковий кредит на інвестиції у ВДЕ	1 000 000 · 20%	200 000 євро (одноразово)
Зменшення податкового навантаження на прибуток від RePVC-eco	2 000 000 · (18% – 13%)	100 000 євро/рік

Джерело: розраховано автором на основі припущень щодо параметрів пілотних хабів та податкових преференцій.

Висновки та перспективи подальших досліджень

У статті доведено, що запровадження єдиного національного стандарту на RePVC та оновлення законодавчої бази створюють значний екологічний, економічний та технологічний ефект. Розроблений проект стандарту забезпечує підвищення якості вторинної сировини, прозорість її походження і контроль екологічних параметрів. Запропоновані зміни до законів «Про відходи» та «Про управління відходами» формують дієвий механізм РВВ, що стимулює виробників до участі в переробці ПВХ-виробів. Саме це й складає наукову новизну даного дослідження. Оцінка ефектів демонструє зростання обсягів RePVC у кілька разів, скорочення CO₂ та суттєву економію коштів. Отже, реалізація запропонованих заходів сприятиме формуванню сучасної інфраструктури переробки та наближенню України до стандартів ЄС.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на: розробку методик оцінювання повного життєвого циклу виробів з ПВХ; моделювання економічної ефективності впровадження РВВ для різних сегментів ринку; вивчення можливостей створення регіональних хабів глибокої переробки полімерних відходів; оцінку впливу нових стандартів на інвестиційну привабливість галузі; адаптацію українських технічних вимог до директив ЄС щодо циркулярної економіки та поводження з відходами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Крилова, Г. В. (2022). *Екобезпечна утилізація побутових пластикових відходів в технологіях із завершальним біорозкладом* (Дисертація доктора філософії, Національний університет «Львівська політехніка»). <https://lpnu.ua/sites/default/files/2023/radaphd/22210/disertaciya-krilova-gv.pdf>
2. Луїніос, А., & Нуржій, Н. (2018). Аналіз тенденцій розвитку підприємницької діяльності у сфері утилізації полімерних відходів в Україні. *Менеджмент і підприємництво: тенденції розвитку*, (2, № 04), 55–63. <https://doi.org/10.26661/2522-1566-2018-2/04-06>
3. Маркіна, Л. М., & Крива, М. С. (2018). Вивчення технологічних параметрів піролізу відпрацьованих шин при статичному навантаженні. *Наука та інновації*, 14(6), 35–49. <https://doi.org/10.15407/scin14.06.038>
4. Маркіна, Л. М., Ушкац, С. Ю., & Жолобенко, Н. Ю. (2021). Визначення небезпеки пластикових відходів для дослідження можливості їх утилізації термічними методами. *Проблеми охорони праці в Україні*, 37(2), 25–37. <https://doi.org/10.36804/nndipbor.37-2.2021.25-37>
5. Матвєєва, Н. М., & Мальований, Г. О. (2024). Особливості розвитку підприємств з переробки відходів та вторинної сировини. *Економіка та суспільство*, (60).
6. Михайлова, Є. О., Дейнека, Д. М., & Панчева, Г. М. (2021). Аналіз методів перероблення пластикових відходів. *Вісник Національного технічного університету "ХПИ". Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*, (1(7)), 80–89.
7. Нагурський, О. А., Крилова, Г. В., Васійчук, В. О., & Качан, С. І. (2021). Утилізація полімерних побутових відходів в технологіях із завершальним біорозкладом. У *Проблеми сталого розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (с. 194–195).
8. Нагурський, О. А., Крилова, Г. В., Васійчук, В. О., Качан, С. І., & Вихівська, К. М. (2022). Екологічна ефективність утилізації пластикових відходів у технологіях виробництва капсульованих добрив. У *Сталий розвиток – стан та перспективи: матеріали III Міжнародного наукового симпозиуму* (с. 95–96).

9. Паладійчук, Ю., & Телятнюк, І. (2021). Обґрунтування способів переробки полімерних відходів сільськогосподарського виробництва. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*, 4(115), 97–108. <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2021-4-11>
10. Плаван, В. П., Савченко, Б. М., & Денисюк, В. В. (2020). Переробка полімерних відходів: сучасний стан та перспективи розвитку. Отримано з <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/ecology/ecology2021/paper/viewFile/13658/11491>
11. Руда, М. В., Яремчук, Т. С., & Бортнікова, М. Г. (2021). Циркулярна економіка в Україні: адаптація європейського досвіду. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*, 3(1), 212–222. <https://doi.org/10.23939/smeu2021.01.212>
12. Савчук, А. П., & Сова, Н. В. (2024). Переробка полівінілхлориду в умовах циклічної економіки. *Технології та інжиніринг*, 3(20), 127–141.
13. Arora, N., et al. (2023). Assessment of carbon emission potential of polyvinyl chloride plastics: A case study.
14. Chanda, M. (2021). Chemical aspects of polymer recycling. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 4, 133–150.
15. Dimitris, S., & Achilias, D. S. (2014). Recent advances in the chemical recycling of polymers (PP, PS, LDPE, HDPE, PVC, PC, Nylon, PMMA). *Materials Recycling: Trends and Perspectives*, 3, 64.
16. Fredi, G., & Dorigato, A. (2021). Recycling of bioplastic waste: A review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 4, 159–177.

Стаття надійшла до редакції 02.01.2026, надійшла після рецензування 02.02.2026, прийнята 10.03.2026

REFERENCES

1. Krylova, H. V. (2022). *Ekobezpechna utylizatsiia pobutovykh plastykovykh vidkhodiv v tekhnolohiiakh iz zavershalnym biorozkladom* [Environmentally safe utilization of household plastic waste in technologies with final biodegradation] (PhD dissertation, Lviv Polytechnic National University) [in Ukrainian]. <https://lpnu.ua/sites/default/files/2023/radaphd/22210/disertaciya-krilova-gv.pdf>
2. Lupinos, A., & Nurzhii, N. (2018). *Analiz tendentsii rozvytku pidpriemnytskoi diialnosti u sferi utylizatsii polimernykh vidkhodiv v Ukraini* [Analysis of trends in the development of entrepreneurial activity in the field of polymer waste utilization in Ukraine]. *Management and Entrepreneurship: Development Trends*, (2, No. 04), 55–63 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.26661/2522-1566-2018-2/04-06>
3. Markina, L. M., & Kryva, M. S. (2018). *Vyvchennia tekhnolohichnykh parametriv pirolizu vidpratsovanykh shyn pry statychnomu navantazhenni* [Study of technological parameters of waste tire pyrolysis under static load]. *Science and Innovation*, 14(6), 35–49 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/scin14.06.038>
4. Markina, L. M., Ushkats, S. Yu., & Zholobenko, N. Yu. (2021). *Vyznachennia nebezpeky plastykovykh vidkhodiv dlia doslidzhennia mozhyvosti yikh utylizatsii termichnymy metodamy* [Assessment of plastic waste hazards for studying the possibility of their utilization by thermal methods]. *Problems of Occupational Safety in Ukraine*, 37(2), 25–37 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.36804/nndipbop.37-2.2021.25-37>
5. Matvieieva, N. M., & Malovanyi, H. O. (2024). *Osoblyvosti rozvytku pidpriemstv z pererobky vidkhodiv ta vtorynnoi syrovyny* [Features of the development of waste and secondary raw materials processing enterprises]. *Economy and Society*, (60) [in Ukrainian].
6. Mykhailova, Ye. O., Deineka, D. M., & Pancheva, H. M. (2021). *Analiz metodiv pereroblennia plastykovykh vidkhodiv* [Analysis of methods for plastic waste processing]. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New Solutions in Modern Technologies*, (1(7)), 80–89 [in Ukrainian].

7. Nahurskyi, O. A., Krylova, H. V., Vasiichuk, V. O., & Kachan, S. I. (2021). *Utylizatsiia polimernykh pobutovykh vidkhodiv v tekhnolohiiakh iz zavershalnym biorozkladom* [Utilization of polymer household waste in technologies with final biodegradation]. In *Problems of Sustainable Development: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 194–195) [in Ukrainian].
8. Nahurskyi, O. A., Krylova, H. V., Vasiichuk, V. O., Kachan, S. I., & Vykhyvska, K. M. (2022). *Ekolohichna efektyvnist utylizatsii plastykovykh vidkhodiv u tekhnolohiiakh vyrobnytstva kapsulovanykh dobryv* [Environmental efficiency of plastic waste utilization in technologies for the production of encapsulated fertilizers]. In *Sustainable Development – State and Prospects: Proceedings of the III International Scientific Symposium* (pp. 95–96) [in Ukrainian].
9. Paladiichuk, Yu., & Teliatnyuk, I. (2021). *Obgruntuvannia sposobiv pererobky polimernykh vidkhodiv silskohospodarskoho vyrobnytstva* [Substantiation of methods for processing polymer waste from agricultural production]. *Engineering, Energy, Transport in Agro-Industrial Complex*, (4(115)), 97–108 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2021-4-11>
10. Plavan, V. P., Savchenko, B. M., & Denysiuk, V. V. (2020). *Pererobka polimernykh vidkhodiv: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku* [Processing of polymer waste: Current state and development prospects]. Retrieved from <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/ecology/ecology2021/paper/viewFile/13658/11491> [in Ukrainian].
11. Ruda, M. V., Yaremchuk, T. S., & Bortnikova, M. H. (2021). *Tsyrukuliarna ekonomika v Ukraini: adaptatsiia yevropeiskoho dosvidu* [Circular economy in Ukraine: Adaptation of European experience]. *Management and Entrepreneurship in Ukraine: Stages of Formation and Problems of Development*, 3(1), 212–222 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.23939/smeu2021.01.212>
12. Savchuk, A. P., & Sova, N. V. (2024). *Pererobka polivinilkhlorody v umovakh tsyklichnoi ekonomiky* [Polyvinyl chloride recycling in a circular economy]. *Technologies and Engineering*, (3(20)), 127–141 [in Ukrainian].
13. Arora, N., et al. (2023). Assessment of carbon emission potential of polyvinyl chloride plastics: A case study.
14. Chanda, M. (2021). Chemical aspects of polymer recycling. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 4, 133–150.
15. Dimitris, S., & Achilias, D. S. (2014). Recent advances in the chemical recycling of polymers (PP, PS, LDPE, HDPE, PVC, PC, Nylon, PMMA). *Materials Recycling: Trends and Perspectives*, 3, 64.
16. Fredi, G., & Dorigato, A. (2021). Recycling of bioplastic waste: A review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 4, 159–177.

The article was received 02.01.2026, received after revision 02.02.2026, accepted 10.03.2026

Кожевников Сергей Викторович

аспірант, спеціальність 183 «Технології охорони навколишнього середовища», Київський національний університет будівництва і архітектури

Адреса робоча: Проспект Повітряних сил України, 31, м. Київ, 03037, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-3797-680X> **e-mail:** slondie7@gmail.com

Березницька Юлія Олегівна

доцент кафедри «Технології захисту навколишнього середовища та охорони праці», Київський національний університет будівництва і архітектури

Адреса робоча: Проспект Повітряних сил України, 31, м. Київ, 03037, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7953-3974> **e-mail:** bereznytyska.iuo@knuba.edu.ua