



**original article** | UDC 628.54 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.10

## USING EXPERT METHODS IN THE SYSTEM OF SOLID DOMESTIC WASTE MANAGEMENT IN THE REGION

**P. V. Pysarenko,**

ORCID ID [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X), E-mail: [pysarenko@pdaa.edu.ua](mailto:pysarenko@pdaa.edu.ua),

**M. S. Samoilik,**

ORCID ID: [0000-0003-2410-865X](https://orcid.org/0000-0003-2410-865X), E-mail: [kaf.ekol.pdaa@ukr.net](mailto:kaf.ekol.pdaa@ukr.net),

**O. Yu. Dychenko,**

ORCID ID: [0000-0003-0113-9998](https://orcid.org/0000-0003-0113-9998), E-mail: [ksenijadichenko84@ukr.net](mailto:ksenijadichenko84@ukr.net),

**Yu. V. Dobrovolska,**

**O. M. Hubcheko,**

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

Considering the effectiveness of recycling, first of all, it is necessary to pay attention to the following questions in the sphere of resource preservation: the effectiveness of resource using and prevising the environmental pollution. Yearly, about 480 thousand tons (1.6 million m<sup>3</sup>) of solid domestic wastes are formed in Poltava region, and they are disposed at 377 authorized disposal fields and dumping grounds, and 4.5 million tons of industrial wastes (200 thousand tons of them are dangerous wastes. The average level of using wastes as secondary resources in industry makes about one third (about 30 %) and domestic wastes – about 8 % of the total amount. Ferrous and non-ferrous metal wastes, high-grade waste paper, clean textile, polymer and wood wastes, waste glass are mainly used in economic turnover. The assessment of efficiency of solid domestic wastes' recycling process in Poltava region was conducted. It has been established that, first of all, the following obstacles are on the way of using wastes as secondary material resources: insufficiency and imperfection of regulatory-legal framework in the sphere of dealing with production and consumption wastes; the absence of sufficient economic stimuli for collecting and processing considerable amounts of wastes; imperfection of regulating instruments in this sector; drawbacks in the practice of collecting and disposing solid domestic wastes, which do not ensure selective collection of resource valuable fractions, suitable for repeated using; insufficient participation of the small and medium-size business in the activity connected with collecting and recycling secondary resources; imperfection of the infrastructure of collecting and recycling industrial products, which left the final using; insufficient informing business circles about the possibilities, prospects and economic attractiveness in using secondary resources. Taking into account investment insufficiency, which can be directed at conducting work connected with recycling solid domestic wastes in the regions, universal scoring methods of estimating the efficiency of domestic wastes' recycling technologies was developed. The methods will assist in selecting innovation-investment projects according to their economic and ecological importance for two cases: in the first case – for commercial implementation by business, and in the second case – for implementation with the Government support. In this aspect, the problems of attracting domestic wastes in economic turnover were determined, and economic-ecological efficiency of attracting domestic wastes in secondary consumption as a factor of resource preservation in a separate region, namely, Poltava region was substantiated.

**Key words:** solid domestic wastes, waste recycling, region, sustainable development, efficiency, resource valuable waste fractions.

---

**ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ МЕТОДІВ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ СФЕРОЮ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ РЕГІОНУ**

*П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, Ю. В. Добровольська, О. М. Губченко,*  
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

*Розглядаючи ефективність рециклінгу, насамперед необхідно звернути увагу на такі головні питання у сфері ресурсозбереження, а саме: ефективність використання ресурсів і прогнозування забруднення навколишнього середовища. Щорічно в Полтавській області утворюється близько 480 тис. т (1,6 млн м<sup>3</sup>) твердих побутових відходів, які видаляються на 377 санкціонованих полігонах та звалищах твердих побутових відходів та 4,5 млн т промислових відходів (з них 200 тис. т – небезпечні відходи). Середній рівень використання відходів як вторинних ресурсів у промисловості складає третину (близько 30 %), а побутових відходів – близько 8 % від загальної маси. У господарський обіг залучають переважно лом і відходи чорних і кольорових металів, високосортні марки макулатури, чисті текстильні, полімерні й деревні відходи, склобій. У роботі оцінено ефективність процесу рециклінгу твердих побутових відходів на прикладі Полтавської області. Встановлено, що перешкодами на шляху використання відходів як вторинних матеріальних ресурсів передусім є такі: недостатність та недосконалість законодавчої й нормативно-правової бази у сфері поводження з відходами виробництва і споживання; відсутність достатніх економічних стимулів для збору й переробки великої маси відходів; недосконалість інструментів регулювання в цій галузі; недоопрацьованість практики збору й видалення твердих побутових відходів, яка не передбачає селективний збір ресурсоцінних фракцій, придатних для повторного використання; недостатня участь малого й середнього бізнесу у сфері діяльності зі збору й переробки вторинних ресурсів; недосконалість інфраструктури збору й переробки промислової продукції, термін використання якої вийшов; недостатнє інформаційне забезпечення підприємницької спільноти щодо можливостей, перспективи й економічної привабливості роботи у сфері використання вторресурсів. Зважаючи на обмеженість інвестицій у регіонах, які можуть бути направлені на проведення робіт з рециклінгу твердих побутових відходів, розроблено універсальну бальну методику оцінки ефективності технологій рециклінгу побутових відходів для відбору інноваційно-інвестиційних проєктів за їхньою економічною й екологічною значущістю для двох варіантів подальшої діяльності, а саме: у першому варіанті для комерційної реалізації силами бізнесу, у другому – для реалізації з державною підтримкою. У цьому аспекті визначені проблеми залучення побутових відходів у господарський обіг та обґрунтовано економіко-екологічну ефективність залучення побутових відходів у вторинне споживання як фактору ресурсозбереження на прикладі окремого регіону, а саме Полтавської області.*

**Ключові слова:** *тверді побутові відходи, рециклінг відходів, регіон, сталий розвиток, ефективність, ресурсоцінні фракції відходів.*

---

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ СФЕРОЙ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ РЕГИОНА**

*П. В. Писаренко, М. С. Самойлик, О. Ю. Дыченко, Ю. В. Добровольская, О. Н. Губченко,*  
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

*Учитывая ограниченность инвестиций в регионах, которые могут быть направлены на проведение работ по рецикллингу твердых промышленных отходов, разработана универсальная базовая методика оценки эффективности технологий рецикллинга промышленных отходов для отбора инновационно-инвестиционных проектов по их экономической и экологической значимости для двух случаев, а именно: в первом случае для коммерческой реализации силами бизнеса, во втором – для реализации с государственной поддержкой. В данном аспекте определены проблемы использования твердых промышленных отходов и обоснована экономико-экологическая эффективность вторичного использования твердых промышленных отходов на примере Полтавской области.*

**Ключевые слова:** *твердые промышленные отходы, рецикллинг отходов, регион, устойчивое развитие, эффективность, ресурсоценные фракции отходов.*

### Вступ

Проблема досягнення сталого розвитку регіону розширює сферу впливу людини на навколишнє природне середовище й інтенсифікує використання природно-сировинної бази, що неминуче висуває проблему раціонального використання вторинних ресурсів на перший план. Основними джерелами вторинних ресурсів служать відходи виробничої та споживчої діяльності людини. Будучи з одного боку джерелом забруднення довкілля, тверді побутові відходи також є джерелом ресурсозабезпечення регіону за рахунок використання вторинних ресурсів [1–2].

Отже, рециклінг твердих побутових відходів здатний розв'язати відразу декілька проблем, а саме: по-перше, зменшити кількість відходів, які забруднюють довкілля, по-друге, дати можливість знизити витрати первинної сировини і збільшити можливості компенсації затрат енергії.

Як зазначається у «Практиці 3R», у сфері поводження з відходами (*Reduce* – скорочення обсягів утворення відходів, *Reuse* – повторне використання відходів, *Recycle* – використання як вторинної сировини), запропонованої Урядом Японії на саміті «Великої вісімки» 2004 р., комплексне регулювання процесом поводження з відходами має бути спрямоване на створення суспільства, орієнтованого на ресурсозбереження та на такий розвиток економіки, за якого стає можливим забезпечити охорону навколишнього середовища та стимулювати наукові дослідження у цій галузі, а також була визначена необхідність розробки критеріїв, які дозволяють визначати ефективність заходів рециклінгу [3–6]. Зважаючи, що проблема раціонального використання вторинних ресурсів є однією з пріоритетних для кожного регіону України, постає необхідність більш детального дослідження процесу рециклінгу твердих побутових відходів та оцінки його ефективності, з огляду на регіональні особливості [7–9].

Останніми роками питання рециклінгу та ефективного використання вторинних ресурсів широко розглядається й аналізується в монографічній і періодичній літературі. Проблеми поводження з відходами та залучення їх у господарський обіг вивчаються багатьма вітчизняними й зарубіжними вченими, зокрема О. Бондарем, О. Васютою, О. Веклич, Г. Виговською, Т. Галушкіною, Б. Горлицьким, Л. Мельником, В. Міщенком, Д. Пірсом, І. Синякевичем, І. Уолтером та іншими. Але питання удосконалення системи регіонального управління сфери поводження з твердими побутовими відходами у межах соціально-економічної політики за допомогою формування ринкового механізму та його інститутів недостатньо розроблені. Водночас потрібно враховувати, що обґрунтування інвестицій у сферу поводження з твердими побутовими відходами повинно спиратися на еколого-економічну оцінку різних технологічних рішень у цій сфері, зважаючи й на соціальні аспекти. Тобто, є потреба в розробці критеріїв ефективності процесу рециклінгу твердих відходів з огляду на регіональні особливості та оптимізацію їх для забезпечення екологічно безпечного, економічно мотивованого поводження з твердими побутовими відходами регіону [10–12].

Тому основною метою наших досліджень було обґрунтувати економічну та екологічну ефективність залучення відходів у вторинне споживання як фактору ресурсозбереження. Головним завданням досліджень стала розробка методики оцінювання ефективності технологій рециклінгу відходів для відбору інноваційно-інвестиційних проєктів за їх економічною й екологічною значимістю у двох варіантах: у першому варіанті для комерційної реалізації силами бізнесу, у другому – для реалізації з державною підтримкою.

### Матеріали і методи досліджень

Об'єктом дослідження є сфера поводження з твердими відходами регіону. Теоретичним та методологічним підґрунтям дослідження є результати фундаментальних і прикладних досліджень у галузі екологічної безпеки та регіоналістики, положення концепції сталого розвитку, наукові розробки вітчизняних і зарубіжних учених з питань управління сферою поводження з твердими побутовими відходами. Методичною базою дослідження стали загальнонаукові еколого-економічні методи, зокрема монографічний, порівняльний аналіз, абстрактно-логічний метод, картографічний та інші [13].

### Результати досліджень та їх обговорення

Розглядаючи ефективність рециклінгу, варто звернути увагу на такі ключові питання у сфері ресурсозбереження: ефективність використання ресурсів і прогнозування забруднення навколишнього середовища. Тому автори пропонують увести поняття індексу ефективності рециклінгу ( $I_{ep}$ ), який враховуватиме ці основоположні питання. Індекс ефективності рециклінгу залежить від трьох склад-

ників: економічного складника оцінки процесу рециклінгу ( $E_n$ ), який відображає економічну ефективність усього процесу рециклінгу; екологічного ( $E_l$ ) – відображає ступінь передбачення негативного впливу відходів на навколишнє середовище; масштабного ( $M$ ) – відображає кількісний вміст відібраних ресурсоцінних компонентів відходів на території регіону. Відповідно, чим більше значення  $I_{ep}$ , тим ефективніший рециклінг:

$$I_{ep} = aE_n * bM + cE_l * bM = f(E_n, E_l, M) \rightarrow 1, 0, \quad (1)$$

де  $a, b, c$  – вагові коефіцієнти, які визначають важливість кожного зі складників для процесу рециклінгу. Індекс ефективності в першому наближенні перебуває в межах від 0 до 1,0 [14–15].

Переважна частина процесів рециклінгу відходів представляє комерційний інтерес. При цьому номенклатура продукції, що випускається з використанням відходів, досить різноманітна і визначається якістю відходів як вторинної сировини, а також відношенням цін та місцевими особливостями попиту на взаємозамінні види продукції з первинної і вторинної сировини. З погляду економічної ефективності усі відходи (або їх компоненти) можна класифікувати: високоліквідні (високоякісна вторинна сировина, переробка якої в місцевих умовах дає змогу отримати продукцію, яка користується попитом – лом чорних і кольорових металів тощо); середньоліквідні відходи (до них можна віднести й відходи, які є вторсировиною середньої якості, продукція з яких користується попитом, але доходи від їхньої реалізації дорівнюють витратам на збір, транспортування, переробку і обробку, це – макулатура, що містить картон, змішана макулатура, полімери з включеннями, текстильні відходи, кускові деревні відходи, склобій, зношені шини тощо); слаболіквідні відходи; неліквідні відходи.

Отже, оцінку економічної доцільності процесу рециклінгу відходів потрібно проводити через показник ефективності переробки відходів, який урахує всі супутні витрати (збір, сортування, транспортні й виробничі витрати тощо). Рециклінг відходів комерційно обґрунтований, якщо ефективність переробки суттєво перевищує середню ефективність по галузі, або економічно доцільний, якщо ефективність виробництва дорівнює середній по галузі. Можливо здійснювати процес рециклінгу слаболіквідних і неліквідних ТВ, якщо певна «третя сила» (державна, регіональна тощо) візьме на себе компенсацію витрат зі збору, сортування, транспортування тощо цих відходів, що забезпечить ефективний виробничий процес рециклінгу або ж примусить поставщика відходів покривати ці витрати. Усі інші відходи, які не відповідають зазначеним вимогам, не відповідають і комерційному рециклінгу відходів [14–15].

Негативний вплив на довкілля здійснюється при безпосередньому внесенні відходів у навколишнє середовище, що призводить до забруднення води, повітря та ґрунтів, а також при захороненні відходів, яке не відповідає санітарно-гігієнічним та екологічним нормам, що спричиняє різні несприятливі наслідки у здоров'ї населення та екосистемах, а також іншими процесами поводження з ТВ, що спричиняють забруднення (викиди при спалюванні та інші види переробки, шум процесів транспортування, пил, емісії газу тощо) [14-15]. Для оцінки впливу різних технологій поводження з ТВ можна використовувати модель, що відображає різні взаємозалежності в системі відносин «людина-середовище» та представляє собою систему одночасних рівнянь:

$$\begin{cases} M = a_0 + a_1 \bar{W} + a_2 D + a_3 T + u_1 \\ T = \beta_0 + \beta_1 \bar{A} + \beta_2 \bar{G} + \beta_3 \Pi + u_2 \\ \Pi = \varphi_0 + \varphi_1 M + u_3 \end{cases}, \quad (2)$$

де  $a_0, a_1, a_2, a_3, \beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \varphi_0, \varphi_1$  – параметри регресії;  $u_1, u_2$  – випадкові члени регресії.

У цьому рівнянні (2) показник захворюваності населення ( $M$ ) як основний індикатор захворюваності розглядається як функція від соціально-еколого-економічних факторів, що мають безпосередній вплив на здоров'я населення: вплив забруднення ґрунтового покриву ( $\bar{W}$ ) від сфери поводження з ТВ як джерела харчових продуктів; ступінь задоволення потреб у послугах охорони здоров'я ( $D$ ); рівень технічного забезпечення сфери поводження з ТВ у регіоні ( $T$ ). Рівень технічного забезпечення сфери поводження з ТВ у регіоні ( $T$ ) обумовлює соціально-екологічні фактори, а саме забруднення атмосфери ( $\bar{A}$ ) та гідросфери ( $\bar{G}$ ) від неефективного поводження з ТВ, а також показник повторного використання вторинної сировини в регіоні ( $\Pi$ ), детермінуючим потенційні можливості з покращення навколишнього середовища.

Існує певна група відходів виробництва і споживання, які створюють типові екологічні проблеми

в кожному регіоні України – макулатура, деревні, текстильні, полімерні відходи, зношені шини тощо. При поводженні з ТВ потрібно використовувати принципи логістики, необхідною є правильна організація збору, сортування ТВ на ресурсоцінні фракції, пресування й вивезення фракцій, сортування вторсировини з подальшою переробкою та їх реалізацією, розміщення й видалення невідсортованих залишків. Отже, під масштабним складником індексу ефективності рециклінгу маємо на увазі логістично організовану систему відбору й доставки ресурсоцінних фракцій для подальших операцій поводження з ними. З економічної позиції найбільш доцільним є обсяг (масштаб) зібраних відходів, який забезпечує роботу комплексу підприємств, що займаються рециклінгом відходів, і знаходиться на території, радіус якої рівний максимально економічно рентабельній відстані перевезення.

Для оцінки наслідків процесу рециклінгу відходів можливо використати метод класифікації продуктів на основі матриці, розроблений Бостонською консультативною групою [16]. За аналогією будуються таблиці ефективності рециклінгу ТВ. Вертикальна вісь тут відображає економічний (екологічний) результат, а горизонтальна – обсяг відходів та їх відсортованість. Відповідно, метод рециклінгу відходів, який має найбільш позитивну (економічний результат) та найбільш негативну (екологічний результат) оцінку, повинен мати переважне значення.

У разі обмеженої кількості інформації щодо техніко-економічних характеристик системи, а також надійних математичних моделей, які описують реальний стан системи, особливо при прогнозуванні і плануванні, єдиним засобом розв'язання задач відбору проектів з рециклінгу ТВ є використання експертних оцінок, тобто методів, які базуються на виявленні й узагальненні думок досвідчених спеціалістів-експертів, використанні їхнього досвіду і нетрадиційних підходів до аналізу діяльності організації та включають: метод «розумової атаки», метод типу «сценаріїв», метод експертних оцінок (включаючи SWOT-аналіз), метод типу «Дельфі», метод типу «дерева цілей», «ділової гри», морфологічні методи і низку інших методів. Організація експертної оцінки включає: визначення цілей і задач експертизи; вибір процедури проведення експертизи; відбір і формування групи експертів; організація самої процедури експертизи; обробка інформації; ухвалення рішення за результатами експертизи [17].

Суть бального методу полягає у визначенні залежності між значеннями показників  $P$  і їх оцінками  $K$ . Оцінки повинні бути функціями значень показників, оскільки саме значення  $P$  не дає можливості оцінити його якість на відміну від оцінки. Потім проводиться вирахування оцінок окремих показників або їх значення. Універсальність використання бальної методики пояснюється тим фактом, що окремі показники різномірні й не можуть бути співвіднесені у фізичних одиницях. Результати ранжування й експертної оцінки наведені в таблиці 1.

Процедура ранжування й бальної оцінки буде змістовною тільки за певної узгодженості поглядів експертів. У методі Дельфі для оцінки узгодженості поглядів експертів використовується коефіцієнт варіації  $V$ , розрахунки якого показали узгодженість у поглядах експертів за всіма характеристиками розглянутих показників.

Отже, розрахункова формула індексу ефективності рециклінгу може бути представлена так:

$$I_{ep} = 0,3a * 0,1c + 0,6b * 0,1c. \quad (3)$$

Використання індексу ефективності рециклінгу можливе при відборі інвестиційних проектів з рециклінгу відходів, оскільки при обмеженості інвестицій, які можуть бути направлені на проведення робіт з рециклінгу ТВ, виникають проблеми оптимізації фінансових і матеріальних вкладень у певну кількість перспективних проектів. Насамперед реалізації підлягають проекти, які мають максимальне значення індексу ефективності, тобто економічно доцільні, які зменшують екологічний збиток за забруднення довкілля від сфери поводження з ТВ і наявні в достатньому для здійснення обсязі ресурсів. Але таке узгодження факторів, які забезпечують ефективність здійснення процесу, трапляється досить рідко. Ця обставина обумовлює необхідність аналізу показника ефективності рециклінгу відходів і відбору проектів з їх економічної або екологічної значимості, у першому варіанті для комерційної реалізації

Варто визнати, що досі в регіонах України з низькою ефективністю формується інфраструктура, яка забезпечує збір, транспортування, переробку відходів. Основною операцією, яка завершує життєвий цикл відходів, залишається їх розміщення в місцях видалення відходів. Тому держава, зокрема й її регіони, повинні виступати в ролі інвестора для низькоефективних, але необхідних для суспільства процесів рециклінгу ТВ, або створювати умови для їх успішної комерційної реалізації.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

### 1. Відношення між якісною характеристикою економічного, екологічного й масштабного складників та їх бальною оцінкою\*

Рекомендована оцінка в балах	Характеристика якості показника
<i>Економічний складник (a=0,3)</i>	
1,0	Економічна ефективність рециклінгу більш ніж удвічі перевищує середньогалузеву.
0,9	Економічна ефективність рециклінгу перевищує середньогалузеву.
0,3	Економічна ефективність рециклінгу не перевищує середньогалузеву.
0	Очікувана ефективність не встановлена, $E_k < 1,0$ .
<i>Екологічна складова (b=0,6)</i>	
1,0	Екологічна система безповоротно порушена. Період відновлення відсутній. Показник захворюваності населення (ризик здоров'ю населення) перевищує допустимі межі більш ніж у 3 рази.
1,0	Екологічна система суттєво порушена. Період відновлення не менше 30 років після повної ліквідації джерела шкідливого впливу. Екологічний ризик перевищує допустимі межі більш ніж удвічі.
0,9	Екологічна система порушена. Період відновлення не менше 10 років після зниження шкідливого впливу від існуючого джерела. Екологічний ризик перевищує допустимі межі.
0,5	Екологічна система порушена. Період самовідновлення не менше 3-х років. Екологічний ризик перевищує допустимі межі.
0	Екологічна система практично не порушена. Екологічний ризик перебуває в допустимих межах.
<i>Масштабна складова (c=0,1)</i>	
1,0	Обсяг відсортованих ТВ, що забезпечує роботу комплексу підприємств, які займаються рециклінгом відходів і знаходиться на території, радіус якої рівний максимально економічно рентабельній відстані перевезення.
1,0	Обсяг відсортованих відходів, що забезпечує завантаження потужностей одного підприємства та який знаходиться на території, що відповідає вказаним вище вимогам.
0,6	Мінімальний обсяг відсортованих ТВ, який забезпечує економічно доцільний процес їх рециклінгу, повинен забезпечувати встановлений обсяг транспортної партії.
0	Незначний обсяг відсортованих ТВ, який не представляє інтересу для процесу рециклінгу.

*Примітка:* \* – складено авторами.

Відбір проектів для інвестування повинен проводитися через проведення відповідного конкурсу. Основною метою проведення будь-якого конкурсу є об'єктивна й обґрунтована оцінка конкурсних пропозицій претендентів і вибір на цій основі пропозиції з найбільш ефективними й вигідними для замовника умовами. Критерії відбору мають відображати можливості комерціалізації результатів проектів з рециклінгу відходів і повинні забезпечувати екологічну безпеку регіонів країни. Тому конкурсному відбору належать інноваційні проекти, які задовольняють вимогу: для бізнесу  $E_k \rightarrow \max$ , ( $I_{ep} \rightarrow \max$ ); для органів влади  $E_n \rightarrow \max$ , ( $I_{ep} \rightarrow \max$ ).

Очевидно, що рішення повинні ухвалюватися в умовах, коли наявна низка альтернативних або взаємозалежних проектів. У цьому разі необхідно зробити вибір одного або декількох проектів, додержуючись вказаних вище принципів. Після отримання результатів інвестор (комерційні або державні структури) проводить їх аналіз й ухвалює рішення щодо відбору інноваційних проектів.

Для порівняння ефективності результатів упроваджених заходів рециклінгу можна використовувати деякі відносні значення складників цього показника: екологічна ефективність визначається, як відношення економічної характеристики ризику здоров'ю населення  $R$  як економічного показника до

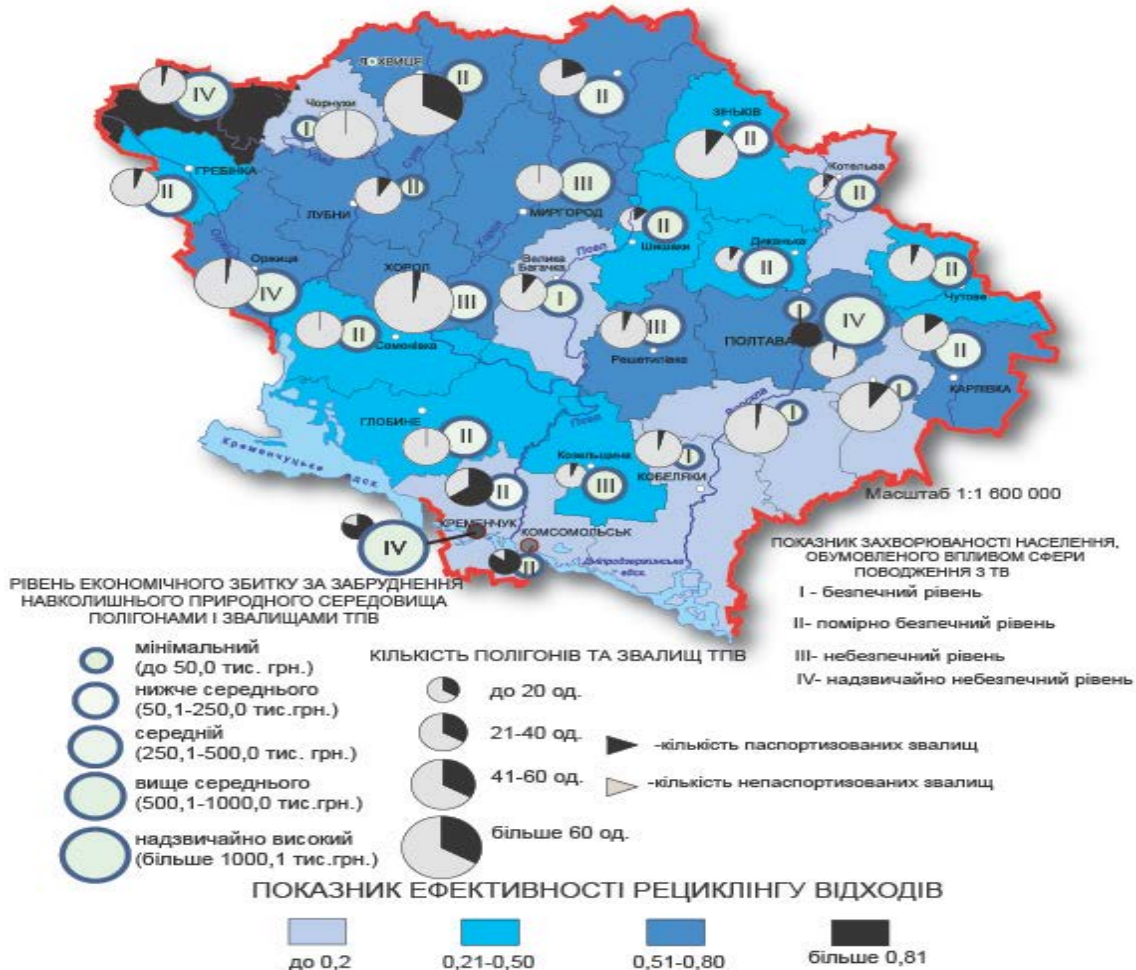
## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

середнього в порівняльній шкалі ( $R_p$ ); економічна ефективність визначається як доходи відповідних підприємств ( $D$ ) до середнього значення по галузі  $D_p$  (або відповідного значення по всіх регіонах); масштабна ефективність – як відношення показника використання потенціалу вторсировини в регіоні до середнього значення по всіх регіонах ( $P$ ):

$$I_{ер пор} = 0,3 * \frac{D}{D_p} * 0,1 * \frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} - 100}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} - 100}{n}\right)_p} + 0,6 * \frac{R}{R_p} * 0,1 * \frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} - 100}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} - 100}{n}\right)_p}, \quad (4)$$

де  $M_i$  – маса утилізованого  $i$ -го компонента, т;  $CM_i$  – теоретичний обсяг утвореного  $i$ -го компонента в загальній масі ТВ, т;  $n$  – кількість  $i$ -х компонентів, що утилізуються.

У Полтавській області щорічно утворюється близько 480 тис. т (1,6 млн м<sup>3</sup>) твердих побутових відходів, які видаляються на 377 санкціонованих полігонах та звалищах ТВ та 4,5 млн т промислових відходів (з яких 200 тис. т – небезпечні відходи) [18]. Середній рівень використання відходів як вторинних ресурсів у промисловості складає третину (близько 30 %), а побутових відходів – близько 8 % від загальної маси [19–20]. У господарський обіг залучаються переважно лом і відходи чорних і кольорових металів, високосортні марки макулатури, чисті текстильні, полімерні й деревні відходи, склобій [20]. Проведена оцінка ефективності процесу рециклінгу ТВ для Полтавської області (рис.).



**Рис. Оцінка ефективності процесу рециклінгу в Полтавській області**  
(складено авторами з використанням матеріалів [5, 8])

Отже, перешкодами на шляху використання відходів як вторинних матеріальних ресурсів є: недостатність і недосконалість законодавчої й нормативно-правової бази у сфері поводження з відходами виробництва і споживання; відсутність достатніх економічних стимулів для збору й переробки великої маси відходів; недосконалість інструментів регулювання в цій галузі; недоопрацьованість практики збору й видалення твердих побутових відходів, яка не передбачає селективний збір ресурсоцінних фракцій, придатних для повторного використання; недостатня участь малого й середнього бізнесу у сфері діяльності зі збору й переробки вторинних ресурсів; недосконалість інфраструктури збору й переробки промислової продукції, термін використання якої вийшов; недостатнє інформаційне забезпечення підприємницької спільноти щодо можливостей, перспективи й економічної привабливості роботи у сфері використання вторресурсів.

### Висновки

Рациональне використання ресурсів стає критично важливим для забезпечення ресурсами суспільного виробництва. Зважаючи на обмеженість інвестицій у регіонах, які можуть бути направлені на проведення робіт з рециклінгу ТВ, розроблено універсальну бальну методику оцінки ефективності технологій рециклінгу відходів для відбору інноваційно-інвестиційних проєктів за їх економічною й екологічною значимістю для двох варіантів: у першому варіанті для комерційної реалізації силами бізнесу, у другому – для реалізації з державною підтримкою. Проведено оцінку наявної системи рециклінгу відходів на прикладі Полтавської області та визначені причини низького залучення відходів у вторинне споживання як фактору ресурсозбереження регіону.

*Перспективи подальших досліджень.* Проведені дослідження є основою для розробки програм охорони навколишнього природного середовища місцевого та регіонального рівнів, стратегій розвитку регіонів, реалізація яких дозволить: покращити ресурсозабезпеченість та конкурентоспроможність регіону, отримати додатковий дохід від вторресурсів, зберегти первинні ресурси та покращити їх якість, повернути забруднені землі в господарський обіг регіону (відображає економічний та ресурсний аспект); зменшити ризик здоров'ю населення від негативного впливу відходів, покращити соціально-психологічний клімат у регіоні (відображає соціальний аспект); забезпечити збереження й відновлення навколишнього середовища регіону, природного стану екосистем та мінімуму ентропії (відображає екологічний аспект). Очікуваними результатами реалізації розробленого комплексу заходів є комплексне рішення економічних, соціальних і екологічних завдань регіону, забезпечення економічного використання первинних сировинних, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів регіонів України.

### References

1. Biryukov, D. S., & Kondratov, S. I. (2012). *Zahist kritichnoyi infrastrukturi: problemi ta perspektivi vprovadzhennya v Ukrayini: analitichna dopovid*. Kiyiv: NISD [In Ukrainian].
2. Burkinskij, B. V., Stepanov, V. N., & Harichkov, S. K. (2005). *Ekonomiko-ekologicheskie osnovy regionalnogo prirodopolzovaniya i razvitiya*. Odessa: IPREEI NAN [In Russian].
3. Gerding, J., Kirshy, M., Moran, J. W., Bialek, R., Lamers, V., & Sarisky, J. (2016). A Performance Management Initiative for Local Health Department Vector Control Programs. *Environmental Health Insights*, 10, EHI.S39805. doi: 10.4137/ehi.s39805.
4. Yunjiang, Y., Ziling, Y., Peng, S., Bigui, L., Liangzhong, L. Zhengdong, W., Ruixue, M., Mingdeng X., Hui, L., & Shu, G. (2018). Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health. *Environmental Pollution*, 236, 382–390 doi: 10.1016/j.envpol.2017.12.094.
5. Golik, Yu. S. (2014). *Dovkillya Poltavshini: monografiya*. Poltava: Kopicentr [In Ukrainian].
6. Pisarenko, P. V. (2018). Viktoristannya riznih tehnologichnih rishen u sferi povodzhennya z tverdimi vidhodami pri ocinci rizikiv shodo zdorov'ya naseleennya. *Visnik Poltava State Agrarian Academy*, 4, 23–25 [In Ukrainian].
7. Han, I., Wee, G. N., No, J. H., & Lee, T. K. (2018). Pollution level and reusability of the waste soil generated from demolition of a rural railway. *Environmental Pollution*, 240, 867–874. doi: 10.1016/j.envpol.2018.05.025.
8. Forrester, J. W. (2010). *System Dynamics: the Foundation Under Systems: Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology Cambridge*. Retrived from: <https://www.google.com/>



- url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiXwLPd9bTnAhXSL1AKHTg1BlSjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Fstatic.clexchange.org%2Fftp%2Fdocuments%2Fsystem-dynamics%2FSD2011-01SDFoundationunderST.pdf&usg=AOvVaw0Gu5V\_zVOQHf0FnGEU1Jd1.
9. Wierzbicki, A. (2013). Model-based decision support methodology with environmental applications. *Kluwer Academic Publishers. IIASA Institute for Applied Systems Analysis Dordrecht*, 2, 67–71.
10. Vagin, V. S. (2004). *Kompleksnoe upravlenie zhiznennym ciklom TBO v regione: ponyatijno-terminologicheskie i metodologicheskie osnovy koncepcii*. Rostov na Donu: SKNCVSh [In Russian].
11. Singh, C., Kumar, A., & Roy, S. (2017). Estimating Potential Methane Emission from Municipal Solid Waste and a Site Suitability Analysis of Existing Landfills in Delhi, India. *Technologies*, 5 (4), 62. doi: 10.3390/technologies5040062.
12. Amos, R. T., Blowes, D. W., Bailey, B. L., Segeo, D. C., Smith, L., & Ritchie, A. I. M. (2015). Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*, 57, 140–156. doi: 10.1016/j.apgeochem.2014.06.020.
13. Gricayenko, G. M. (2003). *Metodi biologichnih ta agrohimichnih doslidzhen roslin i gruntiv*. Kiyiv: Nichlava [In Ukrainian].
14. Cikunov, A. E. (2006). *Sbornik matematicheskikh formul*. Piter [In Russian].
15. Pisarenko, P. V., Samojlik, M. S. (2009). Ekologo-ekonomichna ocinka vplivu poligoniv i zvalish tverdih pobutovih vidhodiv na stalij rozvitok regionu. *Visnik Poltavskoyi derzhavnoyi agrarnoyi akademiy*, 4, 15–23 [In Ukrainian].
16. Holik, Yu. S. & Illiash, O. E (Eds.). (2012). *Regionalna programa ohoroni dovkillya, racionalnogo vikoristannya prirodni resursiv ta zabezpechennya ekologichnoyi bezpeki z urahuvannyam regionalnih prioritetiv Poltavskoyi oblasti*. Poltava: Poltavskij literator [In Ukrainian].
17. Vigileos., G. (2002). Analysis of Institutional Structures for Sustainable Solid Waste Management for the South West of England. *PhD thesis*. University of Gloucestershire.
18. Piddubnogo, I. A. (Eds.). (2012). *Ekologichnij pasport Poltavskoyi oblasti*. Poltava: Derzhupravlinnya ohoroni navkolishnogo prirodnogo seredovisha v Poltavskij oblasti [In Ukrainian].
19. Onishenko, S. V., & Samojlik, M. S. (2012). *Ekologo-ekonomichna ocinka zabrudnennya navkolishnogo seredovisha v sistemi ekologichno bezpechnogo rozvitku regioniv Ukrayini*. Poltava: PoltNTU [In Ukrainian].
20. Onishenko, V. O., Samojlik, M. S. (2013). *Teoretiko-metodologichni zasadi upravlinnya sferoyu povodzhennya z tverdimi vidhodami na regionalnomu rivni*. Poltava: PoltNTU [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 26.11.2019 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Добровольська Ю. В., Губченко О. М. Використання експертних методів у системі управління сферою поводження з твердими побутовими відходами регіону. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С. 83–91.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Диченко Оксана Юріївна, Добровольська Юлія Вікторівна, Губченко Ольга Миколаївна, 2019