

УДК 332.14 і 628.54

М.С. САМОЙЛІК, кандидат економічних наук, доцент
Полтавського національного технічного університету
імені Юрія Кондратюка

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ РЕЦИКЛІНГУ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ З УРАХУВАННЯМ РЕГІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

Ураховуючи обмеженість інвестицій у регіонах, які можуть бути спрямовані на проведення робіт із рециклінгу твердих відходів, розроблено універсальну бальну методичку оцінки ефективності технологій рециклінгу відходів для відбору інноваційно-інвестиційних проектів за їх економічною і екологічною значущістю для двох випадків: у першому випадку для комерційної реалізації силами бізнесу, у другому – для реалізації із державною підтримкою. У цьому аспекті визначено проблеми залучення відходів у господарський обіг та обґрунтовано економіко-екологічну ефективність залучення відходів у вторинне споживання як фактора ресурсозбереження на прикладі Полтавської області.

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

Постановка проблеми. Проблема досягнення сталого розвитку регіону розширює сферу впливу людини на навколишнє середовище і інтенсифікує використання природно-сировинної бази, що неминуче виносить проблему раціонального використання вторинних ресурсів на перший план. Основними джерелами вторинних ресурсів є відходи виробничої і споживчої діяльності людини. Будучи, з одного боку, джерелом забруднення довкілля, тверді відходи (ТВ) також виступають як джерело ресурсозабезпечення регіону за рахунок використання вторинних ресурсів. Отже, рециклінг ТВ здатний вирішити відразу декілька проблем: з одного боку, зменшується кількість відходів, які забруднюють довкілля, а з іншого – є можливість знизити витрати первинної сировини і збільшити можливості компенсації витрат енергії.

Як зазначається у «Практиці 3R» у сфері поводження з відходами (Reduce – скорочення обсягів утворення відходів, Reuse – повторне використання відходів, Recycle – використання як вторин-

ної сировини), яка була запропонована Урядом Японії на саміті «Великої вісімки» у 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 сфері, також було зазначено необхідність розробки критеріїв, які дозволяють визначати ефективність заходів рециклінгу [1]. Ураховуючи, що проблема раціонального використання вторинних ресурсів є однією з пріоритетних для кожного регіону України, постає необхідність у більш детальному дослідженні процесу рециклінгу ТВ та оцінки його ефективності з урахуванням регіональних особливостей.

Аналіз останніх досліджень. За останні роки 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 і зарубіжними вченими, зокрема, О. Бондарем, О. Васютою, О. Веклич, Г. Виговською, Т. Галушкіною, Б. Горлицьким, Л. Мельником, В. Міщенком, Д. Пірсом, І. Сиякевичем, І. Уолтером та ін. Але питання удосконалення системи регіонального управління сфери поводження з ТВ у рамках соціально-економічної політики за допомогою формування ринкового механізму та його інститутів недостатньо опрацьовані. У той же час потрібно враховувати, що обґрунтування інвестиційних вкладень у сферу поводження з ТВ повинно спиратися на еколого-економічну оцінку різних технологічних рішень у цій сфері з урахуванням соціальних аспектів. Тобто є потреба у розробці критеріїв ефективності процесу рециклінгу твердих відходів з урахуванням регіональних особливостей та оптимізації їх для забезпечення екологічно безпечного, економічно мотивованого поводження з ТВ регіону.

Постановка завдання: обґрунтувати економічну та екологічну ефективність залучення відходів у вторинне споживання як фактора ресурсозбереження та розробити методику оцінки ефективності технологій рециклінгу відходів для відбору інноваційно-інвестиційних проектів за їхньою економічною і екологічною значущістю для двох випадків: у першому випадку для комерційної реалізації силами бізнесу, у другому – для реалізації із державною підтримкою.

Результати досліджень. При розгляді ефективності рециклінгу слід звернути увагу на два ключові питання у сфері ресурсозбереження: ефективність використання ресурсів і передбачення забруднення навколишнього середовища. Тому автором пропонується ввести поняття індексу ефективності рециклінгу (I_{ep}), який враховує ці основоположні питання. Індекс ефективності рециклінгу залежить від трьох складових: економічної складової оцінки процесу рециклінгу (E_n) – відображає економічну ефективність усього процесу рециклінгу; екологічної (E_e) – відображає ступінь передбачення негатив-

ного впливу відходів на навколишнє середовище; масштабної (M) – відображає кількісний вміст відібраних ресурсоцінних компонентів відходів на території регіону. Відповідно, чим більше значення I_{ep} , тим ефективніший рециклінг:

$$I_{ep} = aE_n \cdot bM + cE_e \cdot bM = f(E_n, E_e, M) \rightarrow 1,0, \quad (1)$$

де a , b , c – вагові коефіцієнти, які визначають важливість кожної із складових для процесу рециклінгу. Індекс ефективності у першому наближенні перебуває в межах від 0 до 1,0.

Значна частина процесів рециклінгу відходів становить комерційний інтерес як достатньо ефективна. При цьому номенклатура продукції, що випускається із використанням відходів, досить різноманітна і визначається якістю відходів як вторинної сировини, а також відношенням цін та місцевими особливостями попиту на взаємозамінні види продукції із первинної і вторинної сировини. Усі відходи (або їх компоненти) з точки зору економічної ефективності можна класифікувати на високоліквідні (високоякісна вторинна сировина, переробка якої в місцевих умовах дозволяє отримати продукцію, що користується попитом – брукт чорних і кольорових металів тощо); середньоліквідні (до них можна віднести і відходи, які являють собою вторсировину середньої якості, продукція із яких користується попитом, але доходи від реалізації якої рівні витратам на збір, транспортування, переробку і обробку, до них відносять макулатуру, що містить картон, змішану макулатуру, полімери із включеннями, текстильні відходи, кускові деревні відходи, склобій, зношені шини тощо); слаболіквідні та неліквідні відходи.

Таким чином, оцінку економічної доцільності процесу рециклінгу відходів слід проводити через показник ефективності переробки відходів, який враховує всі супутні витрати (збір, сортування, транспортні і виробничі витрати тощо). Рециклінг відходів комерційно обґрунтований, якщо ефективність переробки суттєво перевищує середню ефективність по галузі, або економічно доцільний, якщо

ефективність виробництва рівна середній по галузі. Можливо здійснювати процес рециклінгу слаболіквідних і неліквідних ТВ, якщо певна «третя сила» (державна, регіональна тощо) візьме на себе компенсацію витрат щодо збору, сортування, транспортування тощо таких відходів, що забезпечить ефективний виробничий процес рециклінгу або ж примусить поставщика відходів покривати ці витрати. Усі інші відходи, які не відповідають цим вимогам, не відповідають і комерційному рециклінгу відходів.

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) [2]. Для оцінки впливу різних технологій поводження з ТВ можна використовувати модель, що відображає різні взаємозалежності в системі відносин «людина – середовище», та являє собою систему одночасних рівнянь вигляду:

$$\begin{cases} M = a_0 + a_1\tilde{W} + a_2D + a_3T + u_1 \\ T = \beta_0 + \beta_1\tilde{A} + \beta_2\tilde{G} + \beta_3\Pi + u_2 \\ \Pi = \varphi_0 + \varphi_1M + u_3 \end{cases} \quad (2)$$

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 (\tilde{W}) від сфери поводження з ТВ як джерела харчових продуктів; ступінь задоволення потреб у послугах охорони здоров'я (D); рівень технічного забезпе-

чення 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 (\tilde{A}) та гідросфери (\tilde{G}) від неефективного поводження з ТВ, а також показник повторного використання вторинної сировини у регіоні (Π), що детермінує потенційні можливості щодо покращанню навколишнього середовища.

Існує певна група відходів виробництва і споживання, які створюють типові екологічні проблеми у кожному регіоні України – макулатура, деревні, текстильні, полімерні відходи, зношені шини тощо. При поводженні з ТВ потрібно користуватися принципами логістики, необхідно є правильна організація збору, сортування ТВ на ресурсоцінні фракції, пресування і вивезення фракцій, сортування вторсировини з подальшою переробкою та її реалізацією, розміщення й видалення невідсортованих залишків. Таким чином, під масштабною складовою індексу ефективності рециклінгу мається на увазі логістично організована система відбору і 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 дорівнює максимально економічно рентабельній відстані перевезення.

Для оцінки наслідків процесу рециклінгу відходів можливо використати метод класифікації продуктів на основі матриці, розроблений Бостонською консультативною групою [3]. По аналогії будуються таблиці ефективності рециклінгу ТВ. Вертикальна вісь у цьому випадку 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 першочергове значення.

У випадку обмеженої кількості інформації про техніко-економічні характеристики системи, а також надійних математичних моделей, які описують реальний стан системи, особливо при прогнозуванні і плануванні, єдиним засобом вирішення завдань добору проектів із рециклінгу ТВ є використання експертних оцінок, тобто методів, які базуються на виявленні й узагальненні думок досвідчених спеціалістів-експертів, використанні їх 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 ряд інших методів. Організація експертної оцінки включає: визначення цілей і завдань експертизи; вибір процедури проведення експертизи; добір і формування групи експертів; організація самої процедури експертизи; обробка інформації; прийняття рішення за результатами експертизи [4].

Суть бальнового методу полягає у визначенні залежності між значеннями показників P і їх оцінками K . Оцінки повинні бути функціями значень показників, тому що 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 і не можуть бути зіставні у фізичних одиницях. Результати ранжування і експертної оцінки наведено у табл. 1.

Процедура ранжування і 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.

Таким чином, розрахункова формула індексу ефективності рециклінгу має вигляд:

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

Використання індексу ефективності рециклінгу можливе при доборі інвестиційних проектів із рециклінгу відходів, тому що при обмеженості інвестицій, які можуть бути спрямовані на проведення робіт із рециклінгу ТВ, виникають проблеми оптимізації фінансових і матеріальних вкладень у певну кількість перспективних проектів. У першу чергу реалізації підлягають проекти, які мають максимальне значення індексу ефективності, тобто економічно вигідні, які зменшують екологічний збиток за забруднення довкілля від сфери поводження з ТВ і наявні у достатньому для здійснення обсязі ресурсів. Але таке узгодження факторів, які забезпечують ефективність здійснення процесу, зустрічаються досить рідко. Ця обставина обумовлює необхідність аналізу показника ефективності рециклінгу відходів і добору проектів за їх економічною або екологічною значущістю, у першому випадку для комерційної реалізації.

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

Добір проектів для інвестування повинен проводитися через проведення відповідного конкурсу. Основною метою проведення будь-якого конкурсу є об'єктивна і обґрунтована оцінка конкурсних пропозицій претендентів і вибір на цій основі пропозиції з найбільш ефективними і вигідними для замовника умовами. Критерії добору мають відображати можливості комерціалізації результатів проектів із рециклінгу відходів і повин-

Відношення між якісною характеристикою економічної, екологічної і масштабної складових та їх бальною оцінкою*

Рекомендована оцінка в балах	Характеристика якості показника
Економічна складова ($a = 0,3$)	
1,0	Економічна ефективність рециклінгу більш ніж у 2 рази перевищує середньогалузеву
0,9	Економічна ефективність рециклінгу перевищує середньогалузеву
0,3	Економічна ефективність рециклінгу не перевищує середньогалузеву
0	Очікувана ефективність не встановлена, $E_k < 1,0$
Екологічна складова ($b = 0,6$)	
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 сильно порушена. Період відновлення не менше 30 років після повної ліквідації джерела шкідливого впливу. Екологічний ризик перевищує допустимі межі більш ніж у 2 рази
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 знаходиться в допустимих межах
Масштабна складова ($c = 0,1$)	
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 становить інтересу для процесу рециклінгу

*Складено автором.

ні забезпечувати екологічну безпеку регіонів країни. Тому конкурсному добору підлягають 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 прийматися в умовах, коли наявний ряд альтернативних або взаємозалежних проектів. У цьому випадку необхідно зробити вибір одного або декількох проектів при додержанні вказаних вище принципів. Після отримання результатів інвестор (комерційні або державні структури) проводить їх аналіз і приймає рішення про добір інноваційних проектів.

Для порівняння ефективності результатів впроваджених заходів рециклінгу можна використовувати певні відносні значення складових цього показника: екологічна ефективність визначається як відношення економічної характеристики ризик здоров'ю населення R як економічного показника до середнього у 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 у регіоні до середнього значення по всіх регіонах (P):

$$I_{ep\text{nop}} = 0,3 \cdot \frac{D}{D_p} \cdot 0,1 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} \cdot 100}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} \cdot 100}{n} \right)^p} + 0,6 \cdot \frac{R}{R_p} \cdot 0,1 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} \cdot 100}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{CM_i} \cdot 100}{n} \right)^p}, \quad (4)$$

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 майже 480 тис. т (1,6 млн м³) твердих побутових відходів, які видаляються на 377 санкціонованих полігонах та звалищах ТВ та 4,5 млн т промислових відходів (з яких 200 тис. т – небез-

печні відходи) [5]. Середній рівень використання відходів як вторинних ресурсів у промисловості складає майже одну третю (близько 30%), а побутових відходів – близько 8% від загальної маси [6]. У господарський обіг залучаються головним чином брухт і відходи чорних і кольорових металів, високосортні марки макулатури, чисті текстильні, полімерні і деревні відходи, склобій [7]. Проведену оцінку ефективності процесу рециклінгу ТВ для Полтавської області наведено на рис. 1.

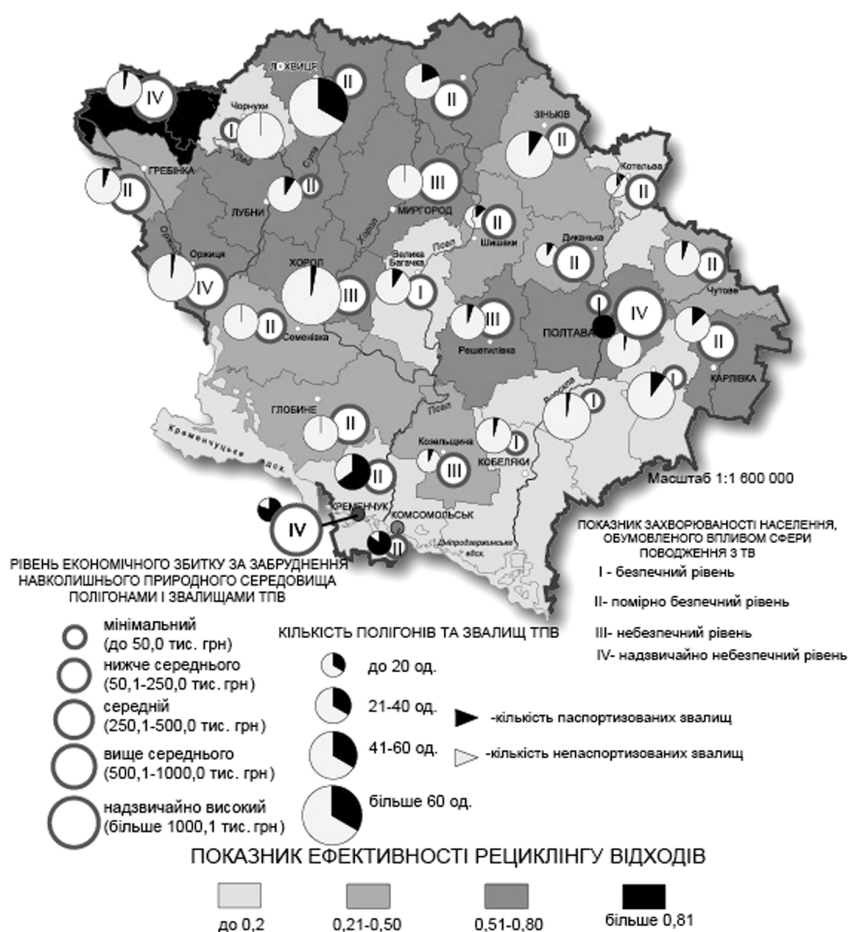


Рис. 1. Оцінка ефективності процесу рециклінгу в Полтавській області, 2012 р. (складено автором з використанням матеріалів [5, 8])

Перешкодами на шляху використання відходів як вторинних матеріальних ресурсів є: недостатність і недосконалість законодавчої і нормативно-правової бази у сфері поводження з відходами виробництва і споживання; відсутність достатніх економічних стимулів для збору і переробки значної маси відходів; недосконалість інструментів регулювання у цій галузі; недоопрацьованість практики збору і видалення ТВ, яка не передбачає селективний збір ресурсоцінних фракцій, придатних для повторного використання; недостатня участь малого і середнього бізнесу у сфері діяльності із збору і переробки вторинних ресурсів; недосконалість інфраструктури збору і переробки промислової продукції, яка вийшла із кінцевого використання; недостатнє інформаційне забезпечення підприємницької спільноти про можливості, перспективи і економічну привабливість роботи у сфері використання вторресурсів.

Висновок. Рациональне використання ресурсів стає критично важливим для забезпечення ресурсами суспільного виробництва. Ураховуючи обмеженість інвестицій у регіонах, які можуть бути спрямовані на проведення робіт із рециклінгу ТВ, розроблено універсальну бальну методику оцінки ефективності технологій рециклінгу відходів для добору інноваційно-інвестиційних проектів за їхньою економічною і екологічною значущістю для двох випадків: у першому випадку – для комерційної реалізації силами бізнесу, у другому – для реалізації із державною підтримкою. Проведено оцінку існуючої системи рециклінгу відходів на прикладі Полтавської області та визначено причини низького залучення відходів у вторинне споживання як фактора ресурсозбереження регіону.

Список використаних джерел

1. Бірюков Д.С. Захист критичної інфраструктури: проблеми та перспективи

впровадження в Україні / Д.С. Бірюков, С.І. Кондратов. – К.: НІСД, 2012. – 57 с.

2. Писаренко П.В. Еколого-економічна оцінка впливу полігонів і звалищ твердих побутових відходів на сталий розвиток регіону / П.В. Писаренко, М.С. Самойлік // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 4. – С. 15–23.

3. Wierzbicki A.P. Model-based decision support methodology with environmental applications / A.P. Wierzbicki // Kluwer Academic Publishers. – Dordrecht, Boston, London, PISA Institute for Applied Systems Analysis. – P. 67–71.

4. Vigileos G. Analysis of Institutional Structures for Sustainable Solid Waste Management for the South West of England / G. Vigileos // PhD thesis. – University of Gloucestershire. – 2002. – P. 24–28.

5. Екологічний паспорт Полтавської області / за заг. кер. І.А. Піддубного. – Полтава: держуправління охорони навколишнього природного середовища в Полтавській області, 2012. – 134 с.

6. Онищенко С.В. Еколого-економічна оцінка забруднення навколишнього середовища в системі екологічно безпечного розвитку регіонів України: монографія / С.В. Онищенко, М.С. Самойлік. – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – 269 с.

7. Онищенко В.О. Теоретико-методологічні засади управління сферою поводження з твердими відходами на регіональному рівні / В.О. Онищенко, М.С. Самойлік. – Полтава: ПолтНТУ, 2013. – 524 с.

8. Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області [В.О. Онищенко, Ю.С. Голік, О.Е. Ілляш та ін.]. – Полтава: Полтавський літератор, 2012. – 164 с.

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

Ключевые слова: *твердые отходы, рециклинг отходов, регион, устойчивое развитие, ресурсоценные фракции отходов.*

Taking into account limit nature of investments in regions, that can be sent to realization of works on utilization of hard wastes, universal ball methodology of estimation of efficiency of technologies of utilization of wastes is worked out for the selection of innovative-investment projects on their economic and ecological meaningfulness for two cases: in first case for commercial realization by business forces, in the second – for realization with state support. In this aspect certain problems of bringing in of wastes are in economic turnover and economic- ecological efficiency of bringing in of wastes is reasonable in a secondary consumption, as to the factor of resources maintenance on the example of the Poltava area.

Key words: *hard wastes, utilization of wastes, region, balanced development, resources maintenance factions of wastes.*

Одержано 24.01.2014.