

ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 332.02:504.03

ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНІ ОПТИМАЛЬНІ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ВІДХОДАМИ РЕГІОНУ

© 2014 САМОЙЛІК М. С.

УДК 332.02:504.03

Самойлік М. С. Економіко-екологічні оптимальні стратегії управління системою поводження з твердими відходами регіону

У статті розроблено економіко-екологічну модель оптимального управління системою поводження з твердими відходами на регіональному рівні, визначено її цільові функції та сформовано оптимізаційні сценарії управління даною сферою при теоретично оптимальних значеннях параметрів. На основі моделі управління сферою поводження з твердими відходами сформовано алгоритм визначення оптимальних управлінських стратегій і механізмів їх реалізації, який дозволяє вирішувати поставлені задачі оптимізації розвитку сфери поводження з твердими відходами при заданій множині змінних і параметрів стану системи для конкретного типу життєвого циклу твердих відходів і різних суб'єктів даної сфери. Розроблена модель має множину допустимих рішень і відповідно пропонує вибір найкращого з них із урахуванням цільових функцій. Проведений SWOT-аналіз існуючого стану поводження з твердими відходами у Полтавському регіоні та визначена необхідність розроблення відповідної стратегії на основі розробленої економіко-екологічної моделі з урахуванням оптимізації взаємопротилежних критеріїв: екологічного ризику для здоров'я населення від сфери поводження з твердими відходами та сумарних витрат на функціонування даної сфери. Проведено моделювання даної ситуації за базовим (існуюча ситуація) та альтернативними сценаріями та встановлено, що на даному етапі у регіоні найбільш доцільним є будівництво чотирьох сміттєсортувальних ліній і п'яти регіональних полігонів твердих відходів, при цьому витрати на дану сферу складають 62,0 млн грн / рік, прибуток від реалізації вторинної сировини – 71,2 млн грн / рік, а зниження екологічного ризику – 13 млн грн / рік.

Ключові слова: тверді відходи, регіон, економіко-екологічна модель, оптимальні стратегії

Рис.: 2. **Табл.:** 1. **Формул:** 13. **Бібл.:** 8.

Самойлік Маріна Сергіївна – кандидат економічних наук, доцент, доцент, кафедра екології, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка (пр. Першотравневий, 24, Полтава, 36011, Україна)

Email: marina-samojlik@yandex.ru

УДК 332.02:504.03

UDC 332.02:504.03

Самойлик М. С. Экономико-экологические оптимальные стратегии управления системой обращения с твердыми отходами региона

Samoylik M. S. Economic and ecological optimal strategies of management of the system of regional solid waste disposal

В статье разработана экономико-экологическая модель оптимального управления системой обращения с твердыми отходами на региональном уровне, определены ее целевые функции и сформированы оптимизационные сценарии управления данной сферой при теоретически оптимальных значениях параметров. На основе модели управления сферой обращения с твердыми отходами сформирован алгоритм определения оптимальных управленческих стратегий и механизмов их реализации, который позволяет решать поставленные задачи оптимизации развития сферы обращения с твердыми отходами при заданном множестве переменных и параметров состояния системы для конкретного типа жизненного цикла твердых отходов и разных субъектов данной сферы. Разработанная модель имеет множество допустимых решений и, соответственно, предлагает выбор наилучшего из них с учетом целевых функций. Проведен SWOT-анализ существующего состояния обращения с твердыми отходами в Полтавском регионе и определена необходимость разработки соответствующей стратегии на основе разработанной экономико-экологической модели с учетом оптимизации взаимопротивоположных критериев: экологического риска для здоровья населения от сферы обращения с твердыми отходами и суммарных расходов на функционирование данной сферы. Проведено моделирование данной ситуации по базовым (существующая ситуация) и альтернативным сценариями и установлено, что на данном этапе в регионе наиболее целесообразным является строительство четырех сортировочных линий и пяти региональных полигонов твердых отходов, при этом расходы на данную сферу составляют 62,0 млн грн / год, прибыль от реализации вторичного сырья – 71,2 млн грн / год, а снижение экологического риска – 13 млн грн / год.

The article develops an economic and ecological model of optimal management of the system of solid waste disposal at the regional level, identifies its target functions and forms optimisation scenarios of management of this sphere with theoretically optimal parameters' values. Based on the model of management of the sphere of solid waste disposal the article forms an algorithm of identification of optimal managerial strategies and mechanisms of their realisation, which allows solution of the set tasks of optimisation of development of the sphere of solid waste disposal at a given set of values and parameters of the state of the system for a specific type of life cycle of solid waste and different subjects of this sphere. The developed model has a number of feasible solutions and, consequently, offers selection of the best of them with consideration of target functions. The article conducts a SWOT-analysis of the current state of solid waste disposal in the Poltava region and identifies a necessity of development of a relevant strategy on the basis of the developed economic and ecological model with consideration of optimisation of mutually opposite criteria: ecological risk for the population from the sphere of solid waste disposal and total expenditures for this sphere functioning. The article conducts modelling of this situation by basic (current situation) and alternative scenarios and finds out that, at this stage, it is most expedient to build in the region four sorting lines and five regional solid waste grounds, while expenditures on this sphere are UAH 62.0 million per year, income from secondary raw material sales – UAH 71.2 million per year and reduction of the ecological risk – UAH 13 million per year.

Key words: solid waste, region, economic and ecological, optimal strategies

Pic.: 2. **Tabl.:** 1. **Formulae:** 13. **Bibl.:** 8.

Ключевые слова: твердые отходы, регион, экономико-экологическая модель, оптимальные стратегии

Рис.: 2. **Табл.:** 1. **Формул.:** 13. **Библ.:** 8.

Самойлик Марина Сергеевна – кандидат экономических наук, доцент, доцент, кафедра экологии, Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка (пр. Первомайский, 24, Полтава, 36011, Украина)

Email: marina-samojlik@yandex.ru

Samoylik Marina S. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor, Department of Ecology, Poltava National Technical University named after Yu. Kondratyuk (pr. Pershotravnevyy, 24, Poltava, 36011, Ukraine)

Email: marina-samojlik@yandex.ru

Постановка проблеми. Створення умов для розширення сировинної бази вітчизняної економіки, підвищення стійкості матеріального забезпечення товаровиробників, скорочення втрат сировинних, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів, зниження рівня забруднення навколишнього середовища є найважливішими принципами державної промислової політики. Регіон стає самостійно діючим економічним агентом, активним суб'єктом конкурентних відносин у національній і світовій економіці; підвищення ефективності використання природно-економічного потенціалу території, у тому числі на основі капіталізації відходів виробництва і споживання, стає одним з пріоритетних завдань регіонального розвитку. У цьому аспекті актуалізується проблема формування нових підходів до управління системою поводження з твердими відходами (ТВ), основаної на розробці інноваційної методології і концепції управління нею, як складною економіко-екологічною системою, визначенні економічних моделей і механізмів підтримки прийняття управлінських рішень з використанням методології системного аналізу з урахуванням екологічних, технологічних і соціально-економічних умов функціонування даної системи на регіональному рівні.

Аналіз останніх досліджень. Серед досліджень, присвячених різним аспектам удосконалення системи управління сферою поводження з відходами та залучення їх у господарський обіг, необхідно виділити роботи таких авторів: О. Бондаря, Г. Виговської, Т. Галушкіної, Б. Горлицького, С. Ілляшенка, А. Мельника, В. Міщенко, Н. Хижнякової, С. Тяглова, Ф. Мікушова, Є. Рюміної, В. Пірса, І. Синякевича, І. Уолтера та інших. Але питання удосконалення системи регіонального управління сфери поводження з ТВ у рамках соціально-економічної політики на основі економіко-екологічного моделювання даної сфери недостатньо відпрацьовані. Відмічаючи велику кількість підходів і прикладних досліджень щодо розкриття окремих питань проблематики сфери поводження з ТВ, слід відмітити, що багатоаспектний аналіз системи поводження з ТВ і розробка на цій основі оптимізаційних економіко-екологічних моделей управління, алгоритмів прийняття рішень у даній сфері до сих пір зостаються актуальними для наукового пошуку.

Постановка завдання. Виходячи з вищенаведеного, постає необхідність у розробці економіко-екологічної моделі управління сферою поводження з твердими відходами на регіональному рівні, на базі якої сформувані оптимальні стратегії поводження з твердими відходами на прикладі Полтавської області.

Результати досліджень. Тверді відходи у процесі поводження з ними проходять такі стадії життєвого циклу. Перша стадія – це процес утворення відходів, після чого їх

власники передають їх на пункти збору (місця тимчасового зберігання). Причому збір може бути унітарний (все збирається в один контейнер) або роздільний (відходи розділяються на фракції, кількість яких визначається прийнятою у регіоні системою). Частина ТВ їх власники в порушення природоохоронного законодавства можуть видалять на несанкціоновані звалища, забруднюючи довкілля. Крім того, частина ресурсоцінних фракцій із ТВ може здаватися власниками у пункти прийому вторсировини. Накопичені на пунктах збору відходи на наступній стадії вивозять на заводи по сортуванню, подальшому пресуванню та переробці, спалюванню або компостуванню, причому на компостування бажано направляти органічні відходи. На заводах по сортуванню і переробці відходів відібрані вторресурси пресуються і переробляються або направляються на подальшу переробку, теж саме стосується і відходів із пунктів прийому вторсировини. На заводах по спалюванню або компостуванню відібрані вторресурси теж направляються на переробку, а залишок спалюється або компостується. Залишки від спалювання і компостування направляються на полігони ТВ. Відходи, які потрапили на несанкціоновані звалища, повинні бути забрані і утилізовані або видалені на полігонах ТВ.

Виходячи з вищенаведеного, імітаційну модель життєвого циклу ТВ у регіоні можна представити так:

$$X = \Phi(X, Y), \text{ при умові } X \leq X^m, Y \leq Y^m, \quad (1)$$

де $X = X^S \cup X^3 \cup \dots \cup X^{PB} \cup \dots \cup X^T$ – множина змінних стану системи поводження з ТВ у регіоні;

$Y = \{\alpha_S, \beta_P, \dots, \tau^T\}$ – множина параметрів стану даної системи у регіоні;

X^m, Y^m – множина обмежень на змінні і параметри стану даної системи у регіоні;

Φ – лінійний функціонал, який пов'язує значення змінних стану між собою при заданих параметрах стану системи.

Оскільки множина X ширша ніж множина зв'язків у функціоналі Φ , то дана система має множину допустимих рішень і, відповідно, пропонує вибір найкращого з них. Задача вибору найкращого рішення системи і є задачею управління системою поводження з ТВ, і вирішується вона за допомогою цільових функцій.

1. Мінімізація утворення відходів:

$$F_1(X) = \sum_{S=1}^{n_y} X_S^y - X_S^{yBP} \rightarrow \min; \quad S = \overline{1, n_y}, \quad (2)$$

Ефективність критерію мінімізації утворення ТВ визначається як різниця між загальним обсягом утворення ТВ (X_S^y) та відібраними ресурсоцінними компонентами ТВ (X_S^{yBP}), і в основному залежить від розумінням s -го власника відходів еколого-соціально-економічного значення

системи поводження з ТВ у регіоні і його економічними можливостями організації рециркуляції ТВ.

2. Максимальне вилучення вторинних ресурсів (ВР). Критерій максимального вилучення ВР буде прагнути до максимуму, якщо максимально забезпечити заходи по мінімізації утворення ТВ у *s*-го власника та збільшити долю ТВ, які направляються на заводи по переробці ТВ, а також коефіцієнти вилучення вторресурсів на цих заводах.
3. Мінімізація сумарних еколого-економічних ризиків:

$$F_3(X) = \sum_{m=1}^{n_H} R_m D \rightarrow \min; \quad m = \overline{1, n_H}, \quad (3)$$

Мінімізація сумарних еколого-економічних ризиків господарюючих суб'єктів, які беруть участь у реалізації життєвого циклу сфери поводження з ТВ, рівна добутку величини економічного збитку за забруднення від даної сфери (*D*) на значення ризику як вірогідної характеристики – ризик здоров'ю людини (R_m), який розраховується на основі залежності «доза – ефект [1]:

$$R_m = 1 - \exp \left\{ \ln(0,84) \left[\frac{c}{ГДК \cdot K_e} \right]^b \right\}, \quad (4)$$

де *C* – середня концентрація речовини, що надходить в організм людини протягом його життя;

K_e – коефіцієнт небезпеки, який визначається залежно від класу небезпеки [2];

b – коефіцієнт ізоефективності, який враховує особливості токсичних властивостей речовин і приймається в залежності від класу небезпеки речовини [2].

4. Максимізація прибутку від реалізації вторресурсів:

$$F_4(X) = (D^B - T^{PB} - T^{MB} - T^{KB}) \rightarrow \max, \quad (5)$$

де D^B – доходи регіону від продажу вторресурсів;
 T^{PB}, T^{MB}, T^{KB} – тарифіковані транспортні витрати на перевезення ТВ з пунктів збору, заводів по переробці (сортуванню) та компостуванню.

Даний критерій забезпечується виконанням всіх заходів по максимальному вилученню вторинних ресурсів, що забезпечить збільшення доходів від продажу вторресурсів. При цьому важлива якість відібраних компонентів, адже від цього залежить ціна на дані ресурси.

5. Мінімізація сумарних витрат. Причому мінімізація транспортних витрат регіону у сфері поводження з ТВ можлива за рахунок оптимального розміщення елементів даної системи і оптимізації структури транспортних потоків між ними [3].
6. Максимізація сортування і переробки ТВ. Із цього виду критерію випливає, що повинен бути максимальний потік, направлений з пунктів збору ТВ на заводи по переробці ТВ, і потік відходів, які підлягають сортуванню у *s*-го власника ТВ.
7. Максимізація прибутку, отриманого від функціонування системи поводження з ТВ у регіоні, визначається як різниця між прибутком від функціонування сфери поводження з ТВ регіону та витратами на дану сферу:

$$\Pi^P = D^P - B^P, \quad (6)$$

Якщо $\Pi^P \geq 0 - F_7(X) = \Pi^P \rightarrow \max$, якщо $\Pi^P \leq 0 - F_7(X) = \Pi^P \rightarrow \min$. При $\Pi^P \geq 0$ – система поводження з ТВ у регіоні сама себе забезпечує фінансовими ресурсами, тобто прибуткова. Якщо $\Pi^P \leq 0$, то дана система у регіоні дотаційна, тобто збиткова.

У контексті ефективної структури управління системи поводження з ТВ на регіональному рівні, при умові створення цілісного інформаційного простору як невід'ємної частини, актуалізується необхідність розробки стратегій підтримання прийняття управлінських рішень. Система підтримання прийняття рішень повинна формувати інформаційну множину $I^T = (X)_{opt}^T \cup (Y)_{opt}^T$, тобто визначати теоретично оптимальні значення параметрів і змінних стану системи. У загальному вигляді задача оптимального управління сфери поводження з ТВ на регіональному рівні являє собою детерміновану задачу повної оптимізації: знайти множину змінних (*X*) і параметрів (*Y*) стану оптимуму системи ($X = X_{opt}^1, Y = Y_{opt}^1$), при яких: $X_{opt}^1 = \Phi(X_{opt}^1, Y_{opt}^1), 0 \leq X_{opt}^1 \leq X^{m_1}, 0 \leq Y_{opt}^1 \leq Y^{m_1}$, а критерії оптимізації досягають своїх екстремумів: $F_1(X, Y) \rightarrow \min; F_2(X, Y) \rightarrow \min; F_3(X, Y) \rightarrow \max; F_4(X, Y) \rightarrow \max; F_5(X, Y) \rightarrow \min; F_6(X, Y) \rightarrow \max; F_7(X, Y) \rightarrow \max$ при $X = X_{opt}^1, Y = Y_{opt}^1$.

При умові вже існування певної системи поводження з ТВ у регіоні, тобто коли параметри задані ($Y = Y_{const}$) і постійні протягом певного проміжку часу, оптимізаційна задача зводиться до необхідності знайти $X = X_{opt}^2$ при умові, $Y = Y_{opt}^2$, а множина критеріїв досягає своїх екстремальних значень. Рішення, які отримуються в кінці, надають інформацію про найбільш оптимальне управління матеріальними і фінансовими потоками при існуючій уже схемі поводження з ТВ. Дана задача не залежить від часу, але вона дозволяє отримувати динамічну інформацію при кожній зміні параметрів системи за рахунок багатокритеріального її рішення, при чому вираховуються безпосередні значення змінних стану системи X_{opt}^2 , які забезпечують найкраще досягнення цілей управління.

Якщо $X = X_{const}^3$, та необхідно визначити оптимальні значення параметрів системи $Y = Y_{const}^3$, а множина критеріїв досягає своїх екстремальних значень. Даний тип задачі дозволяє отримати інформацію про економічно оптимальні рішення для випадку зміни технологічних параметрів сфери поводження з ТВ. Як правило, ця задача пов'язана із оптимізацією інвестування коштів у будівництво чи механічне переоснащення даної системи. Якщо необхідно визначити оптимальні значення частини змінних і частини параметрів стану при заданих значеннях інших змінних і параметрів стану, тобто $X = X_K \cup X_L$ та $Y = Y_K \cup Y_L$, де X_K, Y_K – змінні і параметри оптимізації системи, а X_L, Y_L – є константи, тоді: $X^4 \in X_K$, то $X^4 = X_{opt}^4, X^4 \in X_L$, то $Y^4 = Y_{opt}^4, Y^4 \in Y_L$, то $Y^4 = const Y_L$. Даний тип задач використовується, як правило, для вирішення задач з метою оптимального включення в існуючу систему пово-

дження з ТВ додаткових ланок або циклів і, у результаті її вирішення, визначаються змінні і параметри цієї ланки чи циклу, які дозволяють найкращим еколого-соціально-економічним способом включити дану ланку чи цикл в існуючу систему.

Очевидно, що при вибраних лінійних критеріях оптимізації і лінійній системі зв'язку змінних у розрахунковій схемі ми отримуємо класичну задачу лінійного програмування (для однокритеріальних задач) і класичну задачу квадратичного програмування (для багатокритеріальних задач), рішення яких можливе на ЕОМ. Для отримання аналітичних рішень для різних задач оптимізації можна замінити лінійно-ломану залежність інтегрального потоку ТВ, який проходить через пункти збору відходів, заводи по переробці відходів та полігони, на нелінійну неперервну функцію [4]. Тоді отримуємо клас функцій, заданих у вигляді:

$$Y = \frac{X}{[1 + X^n]^{1/n}}, \quad (7)$$

яка має властивості неперервності ($\lim_{n \rightarrow \infty} Y = 1$), диференційованості ($\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{dY}{dX} = 1$) (та обмеженості:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} Y = \begin{cases} X, & \text{якщо } X < 1, \\ 1, & \text{якщо } X \geq 1, \end{cases} \quad (8)$$

При цьому максимальне відхилення функції Y від свого реального значення залежить від n і має вигляд:

$$\varepsilon = 1 - (2)^{-1/n}, \quad (9)$$

Задача оптимізації не тільки багатofакторна, але, як зазначалося, значно залежить від виду і форми цільових функцій. Тому можна виділити прибуток: суб'єктів господарської діяльності, які беруть участь у реалізації системи поводження з ТВ; місцевої влади; всієї системи поводження з ТВ, регіонального або державного бюджету. У результаті розв'язання оптимізаційної задачі першого типу, при умові максимізації прибутку та мінімального екологічного ризику від даної сфери, що включає наступні етапи: власники ТВ, пункт збору ТВ, завод (станція) по переробці (сортуванню) ТВ, полігони (звалища) видалення ТВ та несанкціоноване видалення визначені обсяги оптимального інтегрального потоку ТВ для різних суб'єктів, зокрема, для підприємств по збору і транспортуванню ТВ:

$$(X^1)^{opt} = \frac{\varphi_{C_2}}{(1 - \alpha_2 c_{\beta_2} c_{\beta_0})} \cdot n \sqrt[n]{\frac{R - C_{\Pi} - T^{C_2 \Pi} - C_C^C}{R - \frac{C_C + C_{B\alpha_2} C_{\beta_2} C_{\beta_0}}{(1 - \alpha_2 c_{\beta_2} c_{\beta_0})}}} - 1, \quad (10)$$

де $(X^1)^{opt}$ – обсяг оптимального інтегрального потоку ТВ, т;

C_C – норматив плати за збір і транспортування ТВ, грн/т;

R – економічний еквівалент екологічного ризику, грн;

C_B, C_3, C_{Π} – середньозважена вартість вторинних ресурсів на комплексних приймальних пунктах, заводах по переробці та полігонах ТВ/грн/т;

C_C^C – вартість збору ТВ на пунктах збору грн/т;

$T^{C_2 B}, T^{C_3}, T^{C_2 \Pi}$ – середньозважені витрати на перевезення вторинних ресурсів з пункту збору на пункти прийому, заводи з переробки або полігони ТВ, грн/т;

$\alpha_2 c$ – коефіцієнт сортуємості ТВ;

$\beta_2 c_{\beta_0}$ – середньозважені коефіцієнти вмісту вторинних ресурсів у ТВ, їх вилучення власниками ТВ відповідно;

φ_{C_1} – функція лімітування технологічних процесів збору і сортування.

Для заводів по переробці відходів (сортувальних станцій) критерій оптимального інтегрального потоку ТВ має вигляд:

$$(X^2)^{opt} = \varphi_3 \cdot n \sqrt[n]{1 + \frac{C_3 + (C_B - T^{3B})\beta_3\beta_0 - (C_{\Pi} + T^{3\Pi})(1 - \beta_3\beta_0)}{R - C_3}} - 1, \quad (11)$$

де φ_3 – функція лімітування технологічних процесів переробки (сортування) ТВ;

$T^{3\Pi}$ – середньозважені витрати на транспортування ТВ від пункту переробки до місця реалізації вторсировини;

β_3 – коефіцієнт відсортованості ТВ, що надходять на переробку.

Аналогічно для полігонів і звалищ ТВ:

$$(X^{\Pi})^{opt} = \varphi_{\Pi} \cdot n \sqrt[n]{1 + \frac{C_{\Pi}}{R - C_3}} - 1, \quad (12)$$

де φ_3 – функція лімітування технологічних процесів видалення ТВ.

Вираз оптимальних потоків ТВ з точки зору місцевої влади, при умові, що за рахунок їх бюджету здійснюється тарифне фінансування підприємств по збору і транспортуванню ТВ, а також враховуючи, що важливим критерієм у даному є мінімальне видалення відходів на полігони і максимальна їх переробка, а також повинні бути відсутні несанкціоновані звалища, має вигляд:

$$(X^0)^{opt} = \frac{\varphi_{C_2}}{(1 - \alpha_2 c_{\beta_2} c_{\beta_0})} \cdot n \sqrt[n]{1 + \frac{C_p - (1 - \alpha_2 c_{\beta_2} c_{\beta_0}) C_C}{R - C_p}} - 1, \quad (13)$$

де φ_3 – функція лімітування технологічних процесів у регіоні;

C_p – середньозважена вартість вторинних ресурсів

У Полтавській області щорічно утворюється близько 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 – небезпечні відходи) [5]. Середній рівень використання відходів у якості вторинних ресурсів у промисловості складає біля однієї третьої (близько 30%), а побутових відходів – близько 8% від загальної маси [6]. У господарський обіг залучаються головним чином лом і відходи чорних і кольорових металів, високосортні марки макулатури, чисті текстильні, полімерні і деревні

відходи, склобій [7]. Враховуючи, що офіційним шляхом у Полтавській області збирається значно менше відходів, чим утворюється у населених пунктах, тобто наявна значна кількість несанкціонованих звалищ, а також високий рівень екологічної небезпеки більшості місць видалення відходів, постає необхідність у зміні існуючої ситуації та необхідності реалізації комплексного управління у регіоні з використанням вищенаведеної моделі оптимізації стратегічних рішень у даній сфері. Проведений SWOT-аналіз існуючої ситуації у регіоні наведено в табл. 1.

Перераховані недоліки висувають задачу створення нової, більш ефективної системи поводження з ТВ, яка б дозволила знизити антропогенне навантаження на навколишнє середовище, оптимально вирішити проблему знешкодження відходів, раціонально використовувати вторсировину. Вирішення існуючих проблем повинно базуватися на наступних принципах: запропонована система поводження з ТВ повинна бути економічно доцільною, здійснювати мінімальний вплив на навколишнє середовище, мати високі технологічні показники, забезпечувати максимально корисне використання всіх складових відходів, ґрунтуватися на логістичних засадах; запропонована система повинна відповідати основним підцілям системи управління сферою поводження з ТВ: мінімізація утворення, максимальна утилізація та безпечне видалення залишків ТВ; вирішення проблеми повинно базуватися на комплексному підході і безперервності розвитку галузі.

Результати розрахунку оптимальних потоків ТВ, при умові мінімізації екологічного ризику здоров'я населення від даної сфери та мінімізації витрат на її розвиток для Полтавського регіону (з точки зору місцевої влади) наведені на рис. 1. Виходячи з цього, розглянуто 3 сценарії переоснащення сфери поводження з ТВ: перший – існуюча ситуація зберігається; другий – впровадження чотирьох сміттесортувальних станцій та п'яти регіональних полігонів; третій – впровадження двох сміттєпереробних заводів та чотирьох сортувальних станцій.

Таким чином, результати показали, що на даному етапі найбільш доцільним є будівництво чотирьох сміттесортувальних ліній та п'яти регіональних полігонів, при чому щорічні витрати (з урахуванням капітальних, експлуатаційних та транспортних витрат) складають 62,0 млн грн, у той час як прибуток від реалізації вторинної сировини складає 71,2 млн грн, а зниження екологічного ризику складе з 14 млн грн (існуюча ситуація) до 0,9 млн грн. Що стосується існуючої ситуації, то незважаючи на мінімальні витрати у дану сферу (які включають тільки витрати щодо збору, транспортування та видалення), але враховуючи екологічні та соціальні чинники – величину екологічного ризику здоров'ю населення та збитку за забруднення навколишнього середовища, необхідним є модернізація даної системи. Реалізація третьої схеми потребує значних фінансових витрат, в той час як прибуток від реалізації вторинної сировини складає 98,5 млн грн, а екологічний ризик – 0,3 млн грн.

Таблиця 1

SWOT-аналіз сфери поводження з відходами у Полтавській області*

Сильні внутрішні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> ▪ наявність загальнообґрунтованої концепції формування в області 4 сміттєпереробних комплексів; ▪ поінформованість місцевих громад щодо проблем поводження з відходами; ▪ готовність місцевих громад до поетапної організації системи комплексного збору ТПВ (змішаного й роздільного) у населених пунктах області та створення міжрайонних (регіональних) полігонів 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ постійне збільшення щорічного обсягу відходів та урізноманітнення їх складу; ▪ відсутність організаційно-економічного механізму зменшення відходів у джерелах їх утворення та залучення ресурсоцінних фракцій відходів у господарський обіг; ▪ відсутність системи збору та вивозу негабаритних відходів, відпрацьованих електротоварів та небезпечних побутових відходів; ▪ наявність санкціонованих звалищ відходів, що не відповідають екологічним нормам; ▪ постійне збільшення несанкціонованого видалення ТПВ; ▪ обмеженість фінансових коштів на розвиток сфери поводження з відходами і створення відповідної інфраструктури; ▪ неузгодженість основних напрямів у політиці управління відходами на різних рівнях управління.
Зовнішні можливості	Зовнішні загрози (ризики)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ покращення екологічної та санітарно-гігієнічної ситуації у населених пунктах; ▪ покращення екологічної ситуації у місцях розташування звалищ відходів; ▪ отримання прибутку від утилізації ресурсоцінних фракцій відходів; ▪ покращення соціально-психологічного клімату у населених пунктах; ▪ збільшення робочих місць 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ створення техногенного навантаження у місцях розташування сміттєпереробних заводів та регіональних полігонів; ▪ значні фінансові витрати на розвиток сфери поводження з відходами

* складено автором з використанням [8].

Екологічний ризик здоров'ю населення від сфери поводження з ТВ (R), млн грн / рік

Витрати на сфері поводження з ТВ (R), млн грн / рік

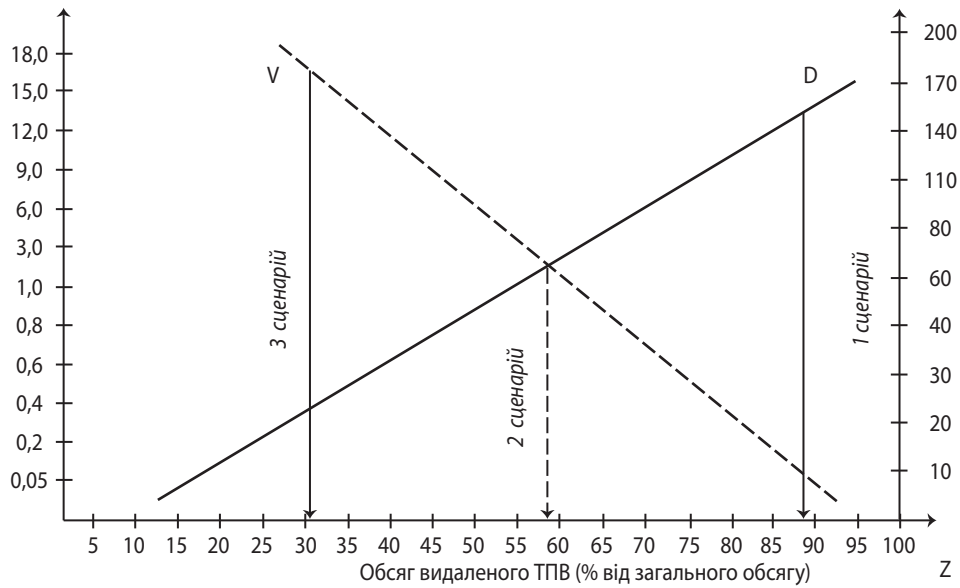


Рис. 1. Оптимальне співвідношення критеріїв розвитку сфери поводження з ТВ у Полтавській області

Але проблема ТВ може бути ефективно вирішена тільки при активній участі влади, місцевого населення та приватних структур. Оскільки рішення зводиться не тільки до вибору і придбання «адекватної» технології, а потребує комплексного втручання у всі соціальні, екологічні та економічні аспекти проблеми, то участь влади при при-

йнятті керівних рішень у даній сфері має бути всесторонньою (рис. 2).

Особливість схеми полягає в тому, що всі етапи повинні проходити не одноразово, а безперервно. Доцільно залучити до вирішення проблеми виконавчу владу, населення та громадські організації, служби державного конт-

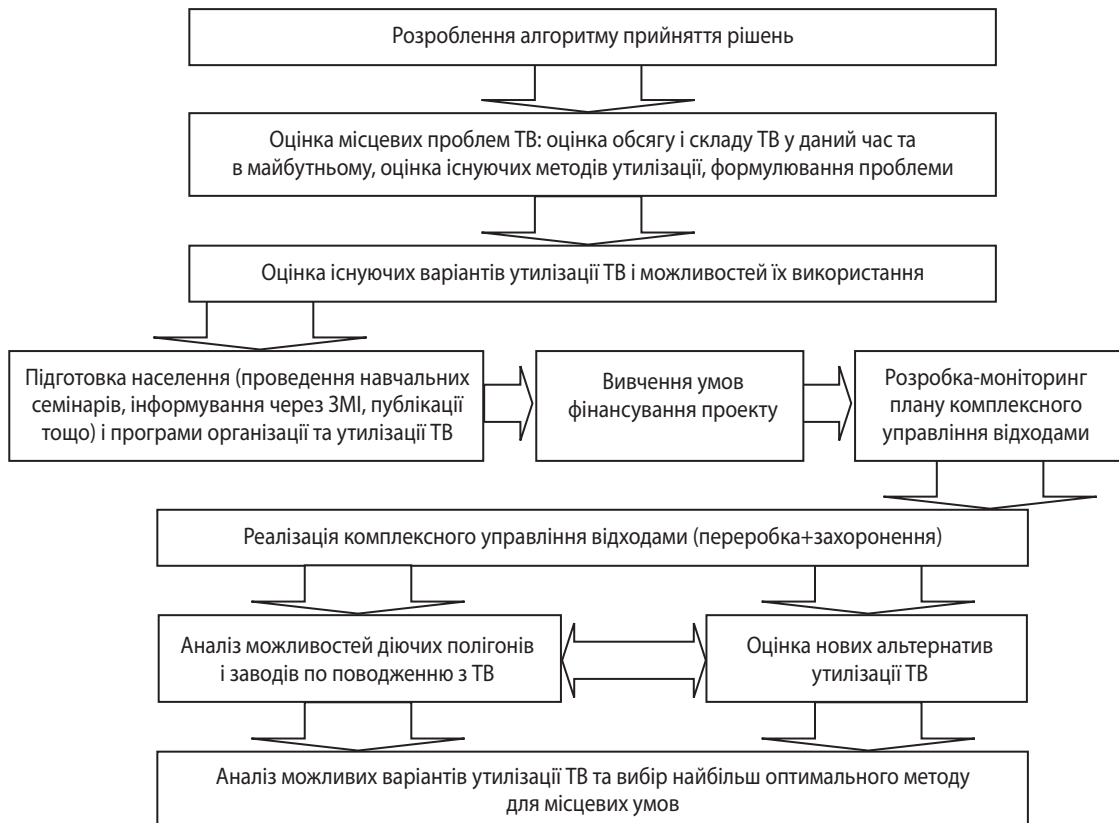


Рис. 2. Умовна схема прийняття рішень і керівництва комплексним управлінням відходами (складено автором)

ролю (Департамент з питань нафтогазового комплексу, промисловості, екології та природних ресурсів Полтавської обласної державної адміністрації, санітарно-епідеміологічні служби), керівників крупних підприємств – утворювачів відходів, керівників підприємств по утилізації ТВ, у тому числі полігонів ТВ, а також транспортних підприємств, підприємств по переробці вторсировини та представників ЗМІ. Тобто умовою ефективності системи поводження з ТВ є залучення всіх доступних ресурсів: людських, організаційних, економічних, технічних тощо.

Висновок. Таким чином, на основі розробленої економіко-екологічної моделі управління сферою поводження з твердими відходами на регіональному рівні сформовані оптимальні стратегії поводження з твердими відходами на прикладі Полтавської області, а також розроблена схема прийняття рішень у даній сфері. Проведено моделювання даної ситуації за базовим (існуюча ситуація) та альтернативними сценаріями, та встановлено, що на даному етапі у регіоні найбільш доцільним є будівництво чотирьох сміттесортувальних ліній та п'яти регіональних полігонів, при цьому витрати на дану сферу складають 62,0 млн грн / рік, прибуток від реалізації вторинної сировини – 71,2 млн грн / рік, а зниження екологічного ризику – 13 млн грн / рік.

ЛІТЕРАТУРА

- 1. Самойлік М. С.** Управління системою поводження з відходами на регіональному рівні / М. С. Самойлік, І. Б. Чичкало-Кондрацька // Бізнес Інформ. – 2009. – № 4 (1). – С. 130 – 133.
- 2.** Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохраных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды (Одобрена постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума АН СССР от 21 октября 1983 г.). – М.: Экономика, 1986. – 158 с.
- 3. 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.
- 4. Вагин В. С.** Комплексное управление жизненным циклом ТБО в регионе: понятийно-терминологические и методологические основы концепции: монография / В. С. Вагин. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦВШ, 2004. – 111 с.
- 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.** Поводження з відходами Полтавщини / [Голік Ю. С., Ілляш О. Е., Самойлік М. С. та ін.]. – Полтава: Полтавський літератор, 2009. – 291 с.
- 8. Онищенко В. О.** 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.

REFERENCES

- Ekologichnyi pasport Poltavskoi oblasti* [Ecological passport of Poltava region]. Poltava: Derzhupravlinnia okhorony navkolyshnyoho pryrodnoho seredovyscha v Poltavskii oblasti, 2012.
- Holik, Yu. S., Illiash, O. E., and Samoilik, M. S. *Povodzhennia z vidkhodamy Poltavshchyny* [Waste of Poltava]. Poltava: Poltavskiy literator, 2009.
- Onyshchenko, V. O., and Samoilik, M. S. *Teoretyko-metodolohichni zasady upravlinnia sferoiu povodzhennia z tverdymy vidkhodamy na rehionalnomu rivni* [Theoretical and methodological basis of the management area of solid waste management at the regional level]. Poltava: PoltNTU, 2013.
- Onyshchenko, V. O., and Samoilik, M. S. *Ekoloho-ekonomichna otsinka zabrudnennia navkolyshnyoho seredovyscha v systemi ekolohichno bezpechnoho rozvytku rehioniv Ukrainy* [Ecological and economic evaluation of pollution in the system environmentally sound development in Ukraine]. Poltava: PoltNTU, 2012.
- Onyshchenko, V. O., Holik, Yu. S., and Illiash, O. E. *Rehionalna prohrama okhorony dovkillia, ratsionalnoho vykorystannia pryrodnykh resursiv ta zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky z urakhuvanniam rehionalnykh priorytetiv Poltavskoi oblasti* [Regional program for environmental protection, natural resource management and environmental safety, taking into account regional priorities Poltava region]. Poltava: Poltavskiy literator, 2012.
- Samoilik, M. S., and Chychkalo-Kondratska, I. B. "Upravlinnia systemoiu povodzhennia z vidkhodamy na rehionalnomu rivni" [Management system of waste management at the regional level]. *Biznes Inform*, no. 4 (1) (2009): 130-133.
- Vremennaia tipovaia metodika opredeleniia ekonomicheskoy effektivnosti osushchestvleniia prirodookhrannykh meropriiaty i otsenki ekonomicheskogo ushcherba, prichiniaemogo narodnomu khoziaystvu zagriazneniem okruzhaiushchey sredey* [Temporary typical method of determining the cost-effectiveness of environmental activities and assess the economic damage to the national economy of pollution]. M.: Ekonomika, 1986.
- Vagin, V. S. *Kompleksnoe upravlenie zhiznennym tsiklom TBO v regione: poniatiyno-terminologicheskie i metodologicheskie osnovy kontseptsii* [Integrated lifecycle management of solid waste in the region: the conceptual and terminological and methodological foundations of the concept]. Rostov-na-Donu: SKNTsVSh, 2004.