

РОЗВИТОК ПРОДУКТИВНИХ СИЛ І РЕГІОНАЛЬНА ЕКОНОМІКА

УДК 330.15:504.06

ТЕОРЕТИКО-КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РАЦІОНАЛЬНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ У РЕГІОНІ

В. О. Онищенко, доктор економічних наук.

М. С. Самойлік, кандидат економічних наук.

Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка

© *Онищенко В. О., 2013.*

© *Самойлік М. С., 2013.*

Стаття отримана редакцією: 18.09.2013 року

Вступ. 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. У зв'язку із цим, використання відходів виробництва і споживання необхідно розглядати якості один з основних способів відтворення матеріальних ресурсів, а широке впровадження ринкових механізмів господарювання у сферу поводження з відходами – стратегічним резервом підвищення ефективності цієї роботи.

Регіони України мають значні ресурси вторинної сировини, які можна характеризувати як поновлювані сировинні, матеріальні й паливно-енергетичні ресурси. Так, загальні обсяги утворення твердих відходів у 2012 р. склали 450,7 млн. т, з них 1,4 млн. т – I–III класу небезпеки. При цьому середній рівень використання відходів як вторинних ресурсів у промисловості складає біля однієї третини (близько 30%), а побутових відходів – близько 8% від загальної маси [1]. У той же час скорочуються запаси не відновлювальних первинних ресурсів, вилучають землі з господарського обігу для видалення відходів. Як зазначено в Указі Президента України «Про концепцію державної промислової політики» (від 12.02.2003, № 102/2003), головною метою якого є підвищення ефективності й конкурентоспроможності регіональної промисловості на зовнішньому і внутрішньому ринках, проблема переробки і використання відходів як вторресурсів у цьому аспекті є дуже важливою, що підтверджується Концепцією загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013–2020 роки (розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 січня 2013 р. № 22-р). У цьому аспекті актуалізується питання формування інноваційних підходів до системи управління раціональним використанням вторинних ресурсів, визначення оптимізаційних моделей та механізмів підтримання прийняття

управлінських рішень на основі методології системного аналізу з урахуванням екологічних, технологічних і соціально-економічних умов функціонування такої системи на регіональному рівні.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. У цілому, проблеми збалансованого соціально-економічного розвитку регіонів досліджують наукові установи держави та провідні вчені: Б.В. Буркинський, В.Н. Степанов, С.К. Харичков [2], В.В. Волошин, В.М. Трегобчук [3], Б.М. Данилишин, А.В. Степаненко [4], М.І. Долішній [5], С.І. Дорогунцов, М.А. Хвесик [6], О.В. Комеліна [7], Н.В. Чепурних [8] й інші. Серед робіт, які складають основу сучасного бачення проблеми раціонального використання вторинних ресурсів, можна виділити праці А. Андерсона, О. Балацького, О. Бондаря, О. Васюти, Ван Ден Берга, О. Веклич, Г. Виговської, Т. Галушкіної, Б. Горлицького, М. Коммона, А. Клейтона, Дж. Крутілли А. Мирного, Л. Мельника, В. Міщенко та інших. Але в цих роботах питання системної організації управління раціональним використанням вторинних ресурсів у масштабах регіону як результату сукупної дії всіх учасників такого процесу висвітлено недостатньо. Крім того, відмічаючи багатство фундаментальних підходів і прикладних досліджень з розкриття окремих сторін питання залучення вторинних ресурсів у господарський обіг, слід підкреслити, що багатоаспектний аналіз системи поводження з відходами як джерела вторинних ресурсів регіону і розроблення на цій основі економічних моделей і механізмів управління, алгоритмів підтримки прийняття рішень до цих пір залишаються актуальними для наукового пошуку.

Постановка завдання. Завданням було розроблення та наукове обґрунтування оптимізаційної моделі управління системою раціонального використання вторинних ресурсів на регіональному рівні, формулювання на її основі алгоритму прийняття рішень у сфері поводження із вторинними ресурсами для збільшення ресурсозабезпечення регіону та визначення пріоритетних завдань управління цією сферою.

Основний матеріал і результати. Система поводження із вторинними ресурсами (СПВР) у регіоні є складовою частиною економіки регіону, тому модель СПВР у регіоні повинна описувати як економічні зв'язки всередині життєвого циклу відходів, так і їх взаємозв'язок з економікою регіону. При цьому ідея раціонального управління вторинними ресурсами полягає в тому, що всі ці аспекти повинні розглядатися в комплексі. Виходячи із цього, баланс використання ресурсів у регіоні наведено на рис. 1.

На рисунку 1 прийнято такі позначення:

$X = \{X^Y, X^3, X^H, X^P, X^K, X^M, X^L, X^B\}$ – множина всіх змінних стану сфери поводження з відходами у регіоні: утворення, збір, несанкціоноване видалення, сортування і переробка, сортування і компостування, сортування і спалювання, видалення на полігоні, поводження із вторсировиною у регіоні;

$X_{\Sigma}^Y, X_{\Sigma}^3, X_{\Sigma}^H, X_{\Sigma}^P, X_{\Sigma}^K, X_{\Sigma}^M, X_{\Sigma}^L, X_{\Sigma}^B$ – сумарна кількість відходів, утворених у регіоні; зібраних по всіх пунктах збору; незаконно розміщених на несанкціонованих звалищах; відсортованих і перероблених на сміттєпереробних заводах, компостних заводах, спалювальних заводах; відсортованих і видалених на полігонах та санкціонованих звалищах відходів регіону; сумарна кількість вторсировини, зібраної у регіоні.

Джерела утворення відходів умовно поділяються на об'єкти житлового фонду ($\sum_{s^N=1}^{n^N} X_{s^N}^Y$), підприємства, організації та установи ($\sum_{s^P=1}^{n^P} X_{s^P}^Y$), а також об'єкти суспільного призначення та вуличне сміття ($\sum_{s^C=1}^{n^C} X_{s^C}^Y$). Далі відходи збираються унітарно ($\sum_{i^R=1}^{n^R} X_{i^R}^3$) або селективно ($\sum_{i^U=1}^{n^U} X_{i^U}^3$). При цьому роздільний збір може бути однаковим у регіоні (дво-, трифракційний тощо) або різним ($\sum_{i^U=1}^{n^U} X_{i^U}^3 = \sum_{i^U=1}^{n^U_1} X_{i^U_1}^3 + \dots + \sum_{i^U=n}^{n^U_n} X_{i^U_n}^3$). Крім того, частину вторинних ресурсів населення може здавати у пункти прийому вторсировини ($\sum_{i^C=1}^{n^C} X_{i^C}^3$). Деяка частина відходів видалається на несанкціоновані звалища ($\sum_{m=1}^{n^H} X_m^H$). Тоді рівняння балансу для s -го джерела має вигляд

$$X_s^Y = X_s^{YB} + X_s^{Y3} + X_s^{YH}, \quad (2)$$

де X_s^{YB} – загальна маса відібраних ресурсоцінних компонентів відходів на пунктах збору або у відповідні контейнери; X_s^{Y3} – загальна маса зібраних відходів; X_s^{YH} – загальна маса несанкціоновано видалених відходів.

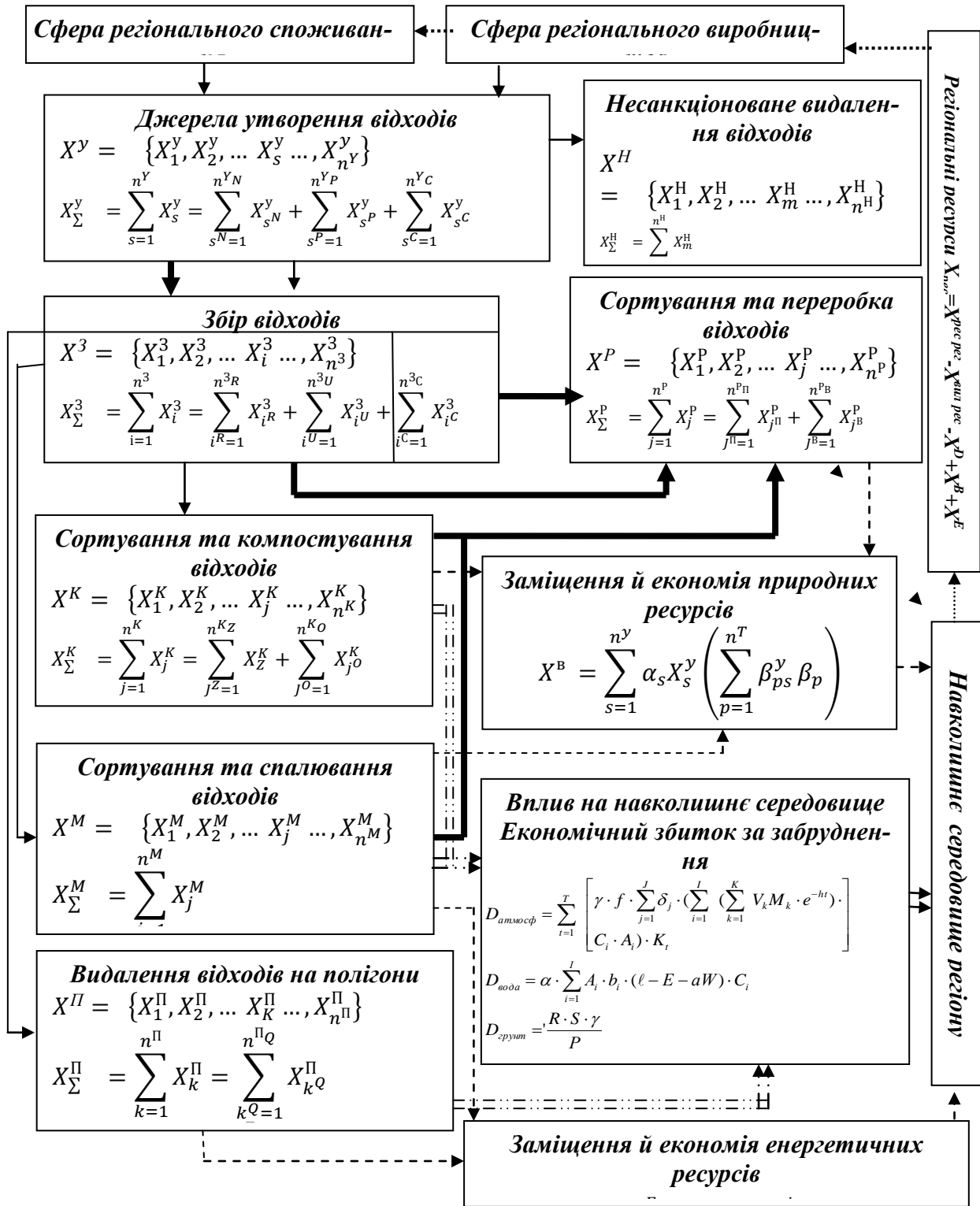


Рис. 1. Балансова схема життєвого циклу первинних та вторинних ресурсів регіону (складено авторами)

-▶ – первинні ресурси; —▶ – тверді відходи; —▶ – вторинні ресурси;
- - -▶ – заміщення й економія матеріальних та енергетичних ресурсів;
- ≡::▶ – забруднення навколишнього середовища

При цьому можливі два варіанти використання власником вилучених вторресурсів. Перший – власник вторинних ресурсів здає їх на пункти збору, й отриманий дохід є його власністю. Інший – направляє вторресурси на спеціалізовані пункти збору (роздільний збір), і дохід від їх реалізації отримує організація, яка збирає їх від імені регіону. Як стимулюючі заходи регіон може знижувати розміри платежів за приймання відсортованих відходів,

здійснювати агітаційну роботу. Тоді відповідно вилучені вторресурси власник розділяє таким чином:

$$X_{sp}^{yB\Pi} = \alpha_s \alpha_{sp}^B \beta_{ps}^y \beta_p X_s^y = \alpha_{sp}^B X_{sp}^{yB}, \quad (3)$$

де $X_{sp}^{yB\Pi}$ – кількість вторресурсів, p -го від s -го джерела, що направляється на всі пункти збору вторсировини; α_s – коефіцієнт сортованості відходів, β_{ps}^y – коефіцієнт вилучення p -го типу вторресурсів із відходів, що підлягають сортуванню, у s -го власника відходів; β_p – потенційний середній уміст p -го типу вторресурсів у відходах регіону; α_{sp}^B – коефіцієнт поділу вторресурсів p -го типу в s -го власника, які передаються на пункти загального збору і на пункти прийому вторсировини; X_{sp}^{yB} – кількість відібраної вторсировини s -м власником p -го типу.

Потік відходів з i -го пункту збору розподіляється на n_T заводів і n_{Π} полігонів, тоді рівняння балансу для i -го пункту збору відходів має вигляд

$$X_i^3 = \sum_{j=1}^{n_p} X_{ij}^{3P} + \sum_{j=1}^{n_M} X_{ij}^{3M} + \sum_{j=1}^{n_K} X_{ij}^{3K} + \sum_{k=1}^{n_{\Pi}} X_{ij}^{3\Pi} + \sum_{j=1}^{n_B} X_{ij}^{3B} = X_i^{3P} + X_i^{3M} + X_i^{3K} + X_i^{3\Pi} + X_i^{3B}, \quad (4)$$

де X_{ij}^{3P} , X_{ij}^{3M} , X_{ij}^{3K} , $X_{ik}^{3\Pi}$, X_{il}^{3B} – потоки відходів з i -го пункту збору на j -й завод з перероблення, компостування, спалювання, k -й полігон, l -й пункт переробки вторсировини.

Рівняння балансів для j -го заводу сортування і переробки відходів (5); спалювання відходів (6); їх компостування (7); видалення відходів на полігонах і звалищах (8), на несанкціоновані звалища (9) можна подати так:

$$X_j^P = X_{j\Pi}^{P\Pi} + X_{jB}^{PB} + X_j^{P\Pi} = \sum_{j=1}^{n_p} X_j^P (\sum_{p=1}^{n_T} \bar{\beta}_p \beta_p^p) X_j^P + \sum_{j=1}^{n_p} \sum_{k=1}^{n_{\Pi}} X_{jk}^{P\Pi\Pi} + \sum_{j=1}^{n_p} X_j^{P\Pi\Pi}; \quad (5)$$

$$X_j^3 = \sum_{i=1}^{n_3} X_{ij}^{3M} = X_j^{MB} + X_j^{M\Pi} = \sum_{j=1}^{n_M} X_j^M (\sum_{p=1}^{n_T} \bar{\beta}_p \beta_p^M) X_j^P + \sum_{j=1}^{n_p} \sum_{k=1}^{n_{\Pi}} X_{jk}^{M\Pi\Pi} + \sum_{j=1}^{n_M} X_j^{M\Pi\Pi}; \quad (6)$$

$$X_j^K = \sum_{i=1}^{n_3} X_{ij}^{3K} = X^{KB} + X^{KK} + X^{K\Pi\Pi} + X^{K\Pi\Pi} + X^{K\Pi\Pi} = \sum_{j=1}^{n_K} X_j^M (\sum_{p=1}^{n_T} \bar{\beta}_p \beta_p^K) + \sum_{j=1}^{n_K} X_j^{KK} + \sum_{j=1}^{n_K} \sum_{k=1}^{n_{\Pi}} X_{jk}^{K\Pi\Pi} + \sum_{j=1}^{n_K} X_j^{K\Pi\Pi} + \sum_{j=1}^{n_K} X_j^{K\Pi\Pi}; \quad (7)$$

$$X_j^{\Pi} = X_k^{3\Pi} + X_k^{P\Pi\Pi} + X_k^{M\Pi\Pi} + X_k^{K\Pi\Pi} + X_k^{H\Pi} = \sum_{i=1}^{n_3} X_{ki}^{3\Pi} + \sum_{j=1}^{n_p} X_{kj}^{P\Pi\Pi} + \sum_{j=1}^{n_M} X_{kj}^{M\Pi\Pi} + \sum_{j=1}^{n_K} X_{kj}^{K\Pi\Pi} + \sum_{m=1}^{n_H} X_{km}^{H\Pi}; \quad (8)$$

$$X_m^H = X_m^{3H} = \sum_{s=1}^{n_3} X_{ms}^{3H} = X_m^{H3} + X_m^{H\Pi}, \quad (9)$$

де $X_{j\Pi}^{P\Pi}$, X_{jB}^{PB} – потік вторсировини на переробку самим власником або на переробку іншому власникові; $X_j^{P\Pi}$ – потік залишків відходів з j -го заводу з перероблення на видалення (ущільнюють та отримують тверду складову $X_j^{P\Pi\Pi}$ і рідку $X_j^{P\Pi\Pi}$); β_{pj}^P – коефіцієнт вилучення p -го типу вторсировини на j -му сміттєпереробному заводі; $\bar{\beta}_p$ – середній уміст p -го типу вторсировини у регіоні; X_j^{MB} , $X_j^{M\Pi}$ – потік відходів із всіх пунктів збору на j -й завод зі спалювання, потоки відходів з j -го заводу зі спалювання на всі заводи з перероблення та полігони відходів; β_{pj}^M – коефіцієнт вилучення p -го типу вторсировини на j -му заводі зі спалювання відходів; $\sum_{j=1}^{n_M} X_{jc}^M$ – спалювання відходів з доступом повітря; $\sum_{j=1}^{n_M} X_{jt}^M$ – піролізні установки; $X_j^{M\Pi\Pi}$, $X_j^{M\Pi\Pi}$, $X_j^{M\Pi\Pi}$ – потоки відходів з j -го заводу зі спалювання: зола на полігони відходів, газові відходи у фільтри і теж відповідно на полігони, рідкі відходи у систему каналізації відповідно; X_j^{KK} – кількість компосту, виробленого на j -му компостному заводі; $X_{jk}^{K\Pi\Pi}$ – відходи від виробництва компосту; $\sum_{j=1}^{n_K} X_{jo}^K$ – польове компостування; $\sum_{j=1}^{n_K} X_{zj}^K$ – комплексні компостні заводи; $X_k^{3\Pi}$, $X_k^{P\Pi\Pi}$, $X_k^{M\Pi\Pi}$, $X_k^{K\Pi\Pi}$, $X_k^{H\Pi}$ – потоки відходів на k -й полігон; X_m^{3H} – потік відходів від усіх їх власників на несанкціоноване видалення; X_m^{H3} – залишок відходів на m -му несанкціонованому звалищі; $X_m^{H\Pi}$ – потік відходів з m -го несанкціонованого звалища на всі полігони.

Видалення відходів у регіоні можливе на полігони відходів, санкціоновані звалища (що є небажаним) і несанкціоновані звалища (що є забороненим). Вторинні ресурси переробляються та повертаються у регіональні ресурси заміщуючи первинну сировину. Розрахунок отримання вторинних матеріальних і енергетичних ресурсів з метою економії енергетичних

ресурсів регіону наведено у роботі [9]. У загальному вигляді економічний збиток за забруднення навколишнього середовища від поводження з відходами наведено у монографії [10].

Таким чином, імітаційну модель раціонального використання вторинних ресурсів у регіоні можна подати як функцію

$$X = \Phi(X, Y) \text{ за умови } X \leq X^m, Y \leq Y^m, \quad (10)$$

де $X = X^S \cup X^3 \cup \dots \cup X^{PB} \cup \dots \cup X^{\Pi}$ – множина змінних стану системи поводження із вторинними ресурсами у регіоні; $Y = \{\alpha_s, \beta_p, \dots, \tau^T\}$ – множина параметрів стану СПВР у регіоні; X^m, Y^m – множина обмежень на змінні й параметри стану СПВР у регіоні; Φ – лінійний функціонал, який пов'язує значення змінних стану між собою при заданих параметрах стану системи. У СПВР у регіоні діють обмеження технічного (обмеження потужності), транспортного і рециркуляційного характеру, а також обмеження впорядкованості схеми життєвого циклу в регіоні [11].

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

1. Мінімізація утворення відходів у регіоні

$$F_1(X) = \sum_{s=1}^{n_y} X_s^y - X_s^{yBP} \rightarrow \min; \quad S = \overline{1, n_y}. \quad (11)$$

Ефективність критерію мінімізації утворення відходів визначається в основному екологічною свідомістю s -го утворювача відходів у регіоні та його економічними можливостями організації рециркуляції відходів.

2. Максимальне вилучення вторинних ресурсів у регіоні

$$F_2(X) = \left\{ \sum_{l=1}^{n_B} \sum_{j=1}^{n_P} X_{lj}^{PB} + \sum_{l=1}^{n_B} \sum_{j=1}^{n_M} X_{lj}^{MB} + \sum_{l=1}^{n_B} \sum_{j=1}^{n_K} X_{lj}^{KB} + \sum_{l=1}^{n_B} \sum_{s=1}^{n_Y} X_{sl}^{YBP} \right\} \rightarrow \max, \quad (12)$$

$$l = \overline{1, n_B}, s = \overline{1, n_Y}.$$

Критерій максимального вилучення вторресурсів буде прагнути до максимуму, якщо максимально забезпечити заходи щодо мінімізації утворення відходів у s -го власника та збільшити частку відходів, які направляються на заводи з їх перероблення, підвищити коефіцієнти вилучення вторресурсів на цих заводах.

3. Мінімізація сумарних еколого-економічних ризиків

$$F_3(X) = \sum_{m=1}^{n_H} R_m D \rightarrow \min; \quad m = \overline{1, n_H}. \quad (13)$$

Мінімізація сумарних еколого-економічних ризиків господарюючих суб'єктів, які беруть участь у реалізації СПВР, що дорівнюють добутку величини економічного збитку за забруднення від цієї системи на коефіцієнт (R_m) ефективності роботи природоохоронних органів [6].

4. Максимізація прибутку від реалізації вторресурсів

$$F_4(X) = (D^B - T^{PB} - T^{MB} - T^{KB}) \rightarrow \max, \quad (14)$$

де D^B – доходи регіону від продажу вторресурсів; T^{PB}, T^{MB}, T^{KB} – тарифіковані транспортні витрати на перевезення вторсировини на перероблення, компостування та спалювання. Цей критерій забезпечується виконанням усіх заходів щодо максимального вилучення вторинних ресурсів, що забезпечить зростання доходів від продажу вторресурсів. При цьому важлива якість компонентів вторсировини, адже від цього залежить ціна на такі ресурси.

5. Мінімізація транспортних витрат у цій сфері можлива за рахунок оптимального розміщення елементів такої системи у регіоні, центрів переробки відходів та оптимізації структури транспортних потоків між ними.

6. Максимізація сортування і переробка відходів

$$F_6(X) = \left\{ \sum_{l=1}^{n_3} \sum_{j=1}^{n_P} X_{jl}^{3P} + \sum_{l=1}^{n_3} \sum_{j=1}^{n_M} X_{jl}^{3M} + \sum_{l=1}^{n_3} \sum_{j=1}^{n_K} X_{jl}^{3K} + \sum_{s=1}^{n_Y} X_s^{YS} \right\} \rightarrow \max, \quad (15)$$

$$\forall i = \overline{1, n_3}, \quad j = \overline{1, n_M}, \quad j = \overline{1, n_P}, \quad j = \overline{1, n_K}.$$

Із цього виду критерію випливає, що повинен бути максимальний потік, направлений з пунктів збору на заводи з перероблення вторсировини.

7. Максимізація прибутку, отриманого від функціонування СПВР у регіоні, визначається як різниця між прибутком від її функціонування та витратами на цю систему

$$\Pi^P = D^P - B^P. \quad (16)$$

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 $\Pi^P \geq 0$ СПВР у регіоні сама себе забезпечує фінансовими ресурсами, тобто прибуткова. Якщо $\Pi^P \leq 0$, СПВР у регіоні дотаційна, тобто збиткова.

Доходи регіону включають: доходи від реалізації вторресурсів, тепла, компосту та заміни ними первинних ресурсів, екологічні платежі за розміщення відходів, штрафи за несанкціоноване їх видалення. Витрати регіону – це сумарні тарифіковані затрати на забезпечення ефективного функціонування кожного з етапів життєвого циклу відходів разом із транспортними витратами.

Витрати регіону на СПВР можна продати так:

$$B^{Pez} = B^3 + B^P + B^M + B^K + B^\Pi + T^{3P} + T^{3M} + T^{3K} + T^{P\Pi} + T^{M\Pi} + T^{K\Pi} + T^{PB} + T^{MB} + T^{KB} + T^{3\Pi} + T^{3B}; \quad (17)$$

де $B^3, B^P, B^M, B^K, B^\Pi$ – тарифіковані витрати регіону на збір відходів, сортування і перероблення, спалювання, компостування та захоронення відходів; $T^{3P}, T^{3M}, T^{3K}, T^{P\Pi}, T^{M\Pi}, T^{K\Pi}, T^{PB}, T^{MB}, T^{KB}, T^{3\Pi}, T^{3B}$ – тарифіковані транспортні витрати на перевезення відходів на переробні заводи, заводи зі спалювання, компостування; з переробних заводів, сміттєспалювальних заводів і заводів з компостування на полігони відходів; транспортні витрати на перевезення вторсировини на пункти перероблення, спалювання, компостування та видалення.

На рис. 2 наведено розрахунки витрат регіону на СПВР, при цьому введено такі позначення: $z_i^3, z_i^{33}, z_j^P, z_j^M, z_j^K$ – тарифи за збір невідсортованих і розсортованих відходів на i -му пункті збору, тарифи на j -х заводах перероблення, спалювання та компостування за сортування і перероблення, спалювання, компостування, тарифи на k -му полігоні за захоронення відходів; $z_i^{3\Pi}, z_i^{P\Pi}, z_j^{M\Pi}, z_j^{K\Pi}$ – диференційовані тарифи на захоронення невідсортованих відходів, пресованих відходів, золи, відходів компосту, встановлені для k -го полігону захоронення відходів; C_t^T – тариф на перевезення відходів t -м типом транспортного засобу; $n^{3P}, n^{3M}, n^{3K}, \dots, n^{3\Pi}$ – кількість типів транспортного засобу; $C_t^{P\Pi}, C_t^{M\Pi}, C_t^{K\Pi}$ – диференційовані тарифи на перевезення пресованих відходів, золи і відходів компосту; C_{tP} – тариф на перевезення P -го типу вторсировини; $X_{ijt}^{3P}, X_{ijt}^{3M}, X_{ijt}^{3K}$ – потік з i -го пункту збору на j -й завод з перероблення, спалювання чи компостування відходів, що здійснюється t -м типом спецтранспорту; $X_{jkt}^{P\Pi}, X_{jkt}^{M\Pi}, X_{jkt}^{K\Pi}$ – потік відходів з j -го заводу з перероблення, спалювання чи компостування на k -й полігон; $X_{jlp}^{PB}, X_{jlp}^{MB}, X_{jlp}^{KB}, X_{jlp}^{3B}$ – потік вторсировини p -го типу, який направляєється з j -го заводу з перероблення, спалювання чи компостування та i -го пункту зборів відходів на l -й пункт переробки; $L_{ij}^{3P}, L_{ij}^{3M}, \dots, L_{ik}^{K\Pi}, \dots, L_{jl}^{K\Pi}, L_{ik}^{3\Pi}, L_{il}^{3B}$ – матриці середніх відстаней перевезення відходів і вторсировини; $X_{ikt}^{3\Pi}$ – потік відходів з i -го пункту збору на k -й полігон t -м типом спецтранспорту; k_s^Π, k_i^Z, k_m^H – нормативи плати: за розміщення відходів на s -му місці видалення, за збір відходів для i -го населеного пункту, норматив стягування за несанкціоноване видалення відходів; $N_{ij}^{H\Pi}$ – чисельність населення j -ї тарифної групи в i -му населеному пункті; $n_{H\Pi}$ – кількість населених пунктів у регіоні; $D_j^{H\Pi}$ – доходи від договорів на збір відходів з j -м власником; n_d – кількість договорів з юридичними особами на збір відходів; Z_j^E – вартість одиниці теплової енергії; B_j – ККД 1 т відходів при їх спалюванні; Z_j^K – вартість 1 т компосту; Z_{Pl}^B – вартість реалізації 1 т вторресурсів p -го типу в l -му центрі їх переробки.

Доходи регіону від функціонування СПВР

$$D^P = D^\Pi + D^H + D^E + D^K + D^B, \quad (18)$$

де D^Π – доходи регіону від екологічних платежів за розміщення відходів; D^H – доходи регіону від екологічних платежів населення, підприємств та організацій за збір відходів; D^E – доходи регіону від продажу тепла, виробленого на сміттєспалювальному заводі та отриманого від реалізації біогазу полігонів відходів; D^K – доходи регіону від продажу компосту; D^B – доходи регіону від продажу вторсировини.

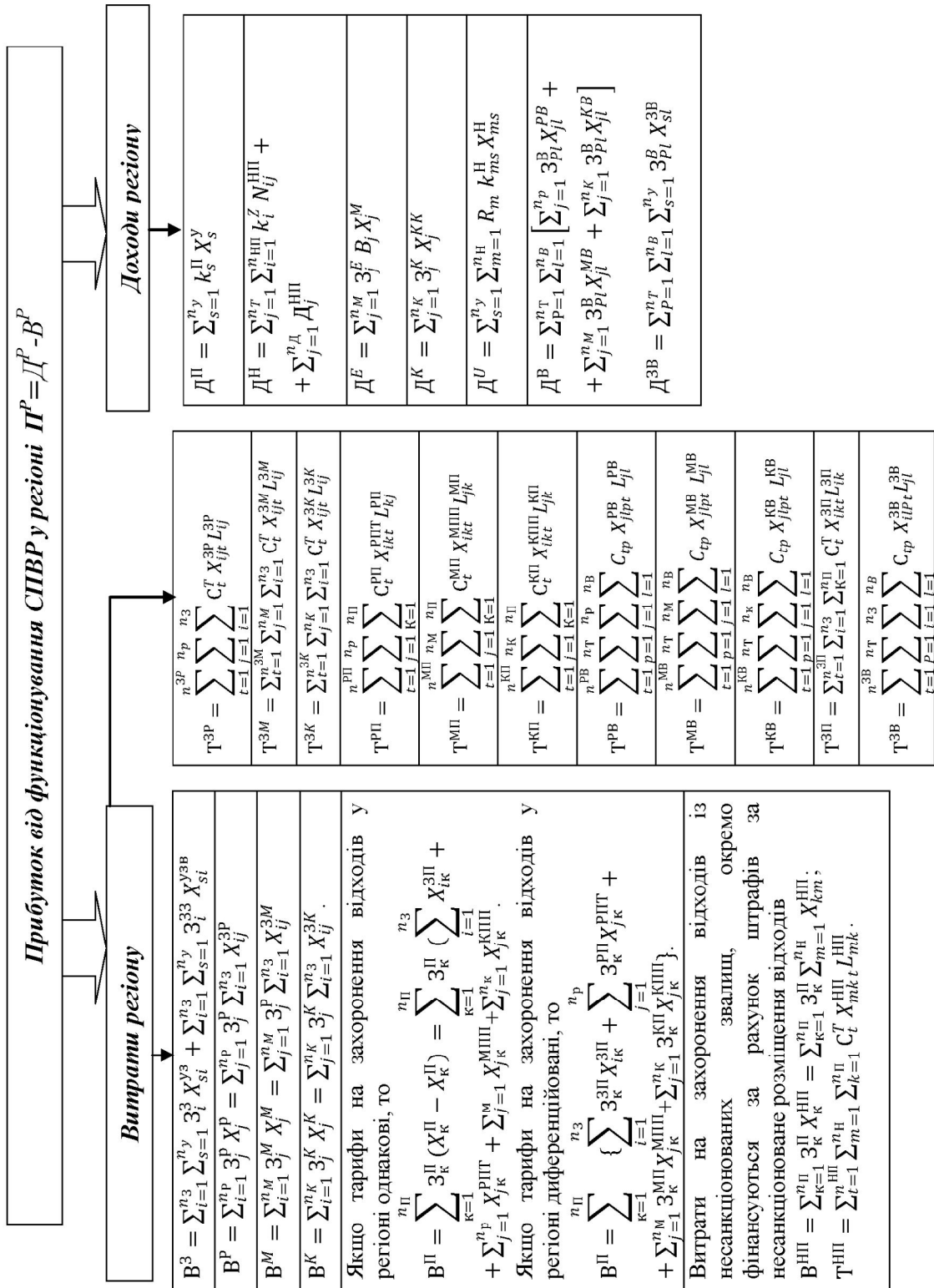


Рис. 2. Розрахунки витрат і доходів регіону від СПВР (складено авторами)

Доходи регіону від штрафів за розміщення відходів на несанкціонованих звалищах (D^U), як і витрати на їх ліквідацію, не включено до загального балансу доходів регіону, тому що це економічно та екологічно недоречно, адже стимулювало б регіон розмішувати відходи на несанкціонованих звалищах. Штрафи за несанкціоноване видалення мають направлятися на ліквідацію несанкціонованих звалищ. У складі D^B можна також виділити окрему складову доходу D^{3B} від здавання вторсировини до пунктів її збору на переробку.

У контексті ефективної структури управління раціональним використанням вторинних ресурсів у регіоні актуалізується необхідність розроблення 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 СПВР 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 $X_{opt}^1 = \Phi(X_{opt}^1, Y_{opt}^1)$, $0 \leq X_{opt}^1 \leq X^{m1}$, $0 \leq Y_{opt}^1 \leq Y^{m1}$, а критерії оптимізації досягають своїх екстремумів $F_1(X,Y) \rightarrow \min$; $F_2(X,Y) \rightarrow \min$; $F_3(X,Y) \rightarrow \max$; $F_4(X,Y) \rightarrow \max$; $F_5(X,Y) \rightarrow \min$; $F_6(X,Y) \rightarrow \max$ при $X=X_{opt}^1, Y=Y_{opt}^1$.

За умови існування певної СПВР у регіоні, тобто коли параметри задані ($Y=Y_{const}$) і постійні протягом певного проміжку часу, оптимізаційна задача зводиться до необхідності знайти $X=X_{opt}^2$ за умови $Y=Y_{const}^2$, 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 системі. Така задача не залежить від часу, але вона дозволяє отримувати динамічну інформацію при кожній зміні параметрів системи за рахунок багатокритеріального її рішення.

Якщо $X=X_{const}^3$, то необхідно визначити оптимальні значення параметрів системи $Y=Y_{opt}^3$, а множина критеріїв досягає своїх екстремальних значень. Цей тип задачі дозволяє одержати інформацію про економічно оптимальні рішення для випадку зміни технологічних параметрів СПВР. Як правило, ця задача пов'язана з оптимізацією інвестування коштів у будівництво чи механічне переоснащення такої системи. Якщо необхідно визначити оптимальні значення частини змінних і частини параметрів стану при заданих значення 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 константами, то $X^4 \in X_K$, то $X^4 = X_{opt}^4$, $X^4 \in X_L$, то $X^4 = const X_L$; $Y^4 \in Y_K$, то $Y^4 = Y_{opt}^4$, $Y^4 \in Y_L$, то $Y^4 = const Y_L$. Цей тип задач використовується, як правило, для вирішення задач з метою оптимального включення в існуючу систему поведінки із вторресурсами додаткових ланок або циклів і в результаті її вирішення визначаються змінні й параметри цієї ланки чи циклу, які дозволяють найкращим еколого-соціально-економічним способом включити таку ланку чи цикл в існуючу систему.

Очевидно, що при вибраних лінійних критеріях оптимізації та лінійній системі зв'язку змінних у розрахунковій схемі, ми отримаємо класичну задачу лінійного програмування (для однокритеріальних задач) і класичну задачу квадратичного програмування (для багатокритеріальних задач). При цьому єдиний інтегральний критерій у процесі вирішення задач оптимізації управління СПВР у регіоні можна використовувати суму квадратів відхилень нормованих цільових функцій ($F_j, j = \overline{1,6}$) від своїх максимальних і мінімальних значень (K_{ij} і W_{ij} – найкращі і найгірші значення j -го критерію в i -й задачі оптимізації СПВР у регіоні)

$$G_{ij}(X, Y) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\alpha_j - \varphi_j^{(i)})^2}, i = \overline{1,4}, j = \overline{1,6}, \quad (19)$$

$$\text{де } \varphi_j^{(i)} = \frac{F_{ij}(X, Y) - \min(K_{ij}; W_{ij})}{\max(K_{ij}; W_{ij}) - \min(K_{ij}; W_{ij})} \quad i = \overline{1,4}, j = \overline{1,6}, \quad (20)$$

$$\alpha_j = \begin{cases} 0, \text{ якщо } j - \text{ критерій прагне до мінімуму,} \\ 1 \text{ якщо } j - \text{ критерій прагне до максимуму.} \end{cases}$$

Використовуючи вище приведені закономірності та властивості задач оптимізації управління СПВР, можна сформулювати алгоритм прийняття рішень у сфері поводження з ТВ у регіоні (рис. 3). При цьому алгоритм управління на першому етапі раціонального використання вторинної сировини у регіоні передбачає стабілізацію процесу збору відходів техногенної сировини.

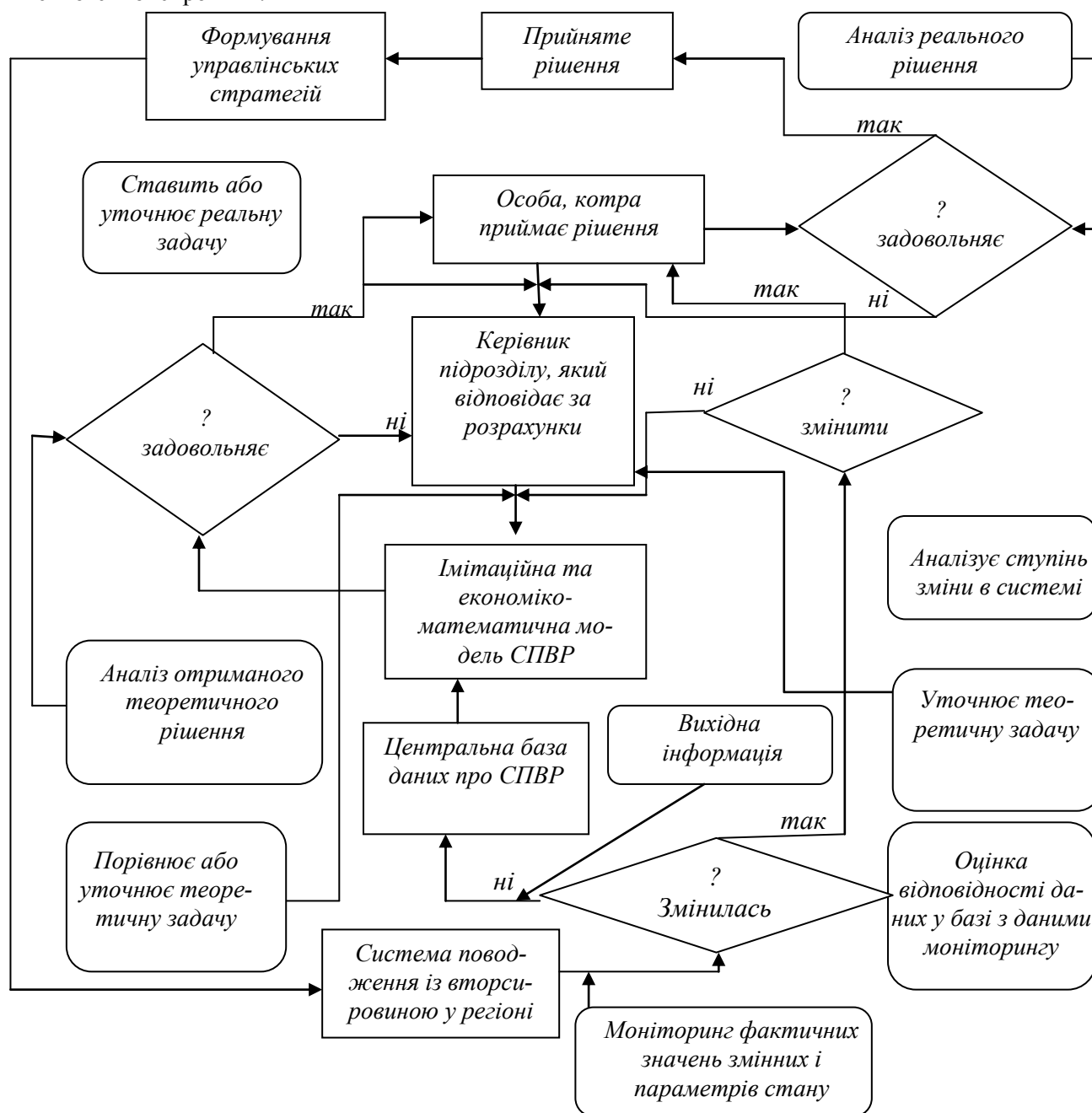


Рис. 3. Блок-схема (алгоритм) формалізації системи підтримки прийняття рішень для реалізації оптимального управління СПВР у регіоні (складено авторами)

Реалізація масштабної програми ресурсозбереження – один із найважливіших резервів підвищення економічної ефективності й конкурентоспроможності регіонів України. Цільова задача програми – зниження кількості відходів, що видалаються на 35 – 40% (до 50%), при одночасному утворенні прибуткової індустрії вторсировини і зниженні транспортних витрат на їх видалення. Соціальний аспект програми – підвищення якості середовища існування, надання нових робочих місць, зменшення ризику здоров'ю населення. Відмінною особливістю етапу ресурсозбереження є те, що він є самоокупним і сприяє збереженню і відновленню довкілля.

Таким чином, основними завданнями управління раціональним використанням вторинної сировини у регіонах є: визначення й обґрунтування принципів й інструментів регулювання використання вторинних ресурсів у галузях промисловості й у регіонах України, а також заходи підтримки використання та розвитку прогресивних технологій і устаткування для збирання, перероблення і транспортування відходів; забезпечення умов для комплексної переробки сировини й матеріалів, економії первинних матеріальних ресурсів у виробництві за рахунок їх заміни вторинними ресурсами; удосконалення нормативно-правової бази для розвитку організаційно-виробничої інфраструктури ринку вторинних ресурсів і залучення в цю сферу підприємств малого й середнього бізнесу; визначення номенклатури відходів виробництва і споживання, що підлягають використанню в першочерговому порядку як вторинні матеріальні ресурси; розроблення регіональних концепцій і програм розвитку та моніторингу регіональних ринків вторинних ресурсів.

У той же час у залежності від особливостей і специфіки функціонування СПВР у тих чи інших регіонах України виявляються не лише прийнятними, але і дієвими лише ті економічні механізми комплексного управління СПВР по всіх етапах життєвого циклу відходів, які сприяють досягненню екстремальних значень цільових функцій управління даної сфери. При цьому слід особливо відзначити, що ці функції не є чисто фіскальними, тобто засоби, отримані в ході їх здійснення, мають цільовий характер використання для всієї СПВР.

Для мінімізації утворення відходів у процесі виробництва і споживання ($F_1(X) \rightarrow \min$) необхідним є розвиток існуючої системи платежів за розміщення відходів у частині розповсюдження її на всі категорії утворювачів відходів. Також доцільним є включення до Бюджетного кодексу України економічного податку за неекологічність продукції, що виробляється. Можливі різні варіації даного економічного інструменту, але даний податок повинен стягуватися із виробників у залежності від можливостей рециркуляції й утилізації матеріалів, що використовуються і виробу, що виробляється. Ставки даного податку повинні визначатися виходячи із необхідного обсягу фінансових коштів, які будуть використовуватися у якості субсидій (державних інвестицій) на розробку нових екологічно чистих матеріалів, технічних засобів і технологій по утилізації матеріалів (коли вони переходять у відходи виробництва і споживання).

З метою мінімізації збитку, що наноситься навколишньому природному середовищу ($F_3(X) \rightarrow \min$), пропонується взаємопов'язаний і взаємоузгоджений із загальноекономічною парадигмою управління перелік економічних інструментів комплексного управління СПВР на регіональному рівні.

Для забезпечення максимізації вилучення вторинних ресурсів при сортуванні і переробці відходів ($F_2(X) \rightarrow \min$), необхідно: ввести диференційовані ставки платежів за розміщення відсортованих і невідсортованих ТВ, причому їх співвідношення повинно бути таким, щоб пільга, яка надається, перевищувала витрати власника відходів на їх сортування; передбачати субсидії юридичним особам та індивідуальним підприємцям на створення комплексних пунктів по прийому вторинних ресурсів і розповсюдження на них пільг, передбачених Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища» і «Про відходи»; державна і громадська підтримка використання товарів, отриманих із вторинних ресурсів.

Для максимізації ефективності використання вторинних ресурсів ($F_4(X) \rightarrow \min$) необхідно впровадити у практику поведження з відходами у регіоні наступних економічних інструментів: надання гарантованих субсидій юридичним особам і індивідуальним підприємцям, які займаються збором та переробкою вторинних ресурсів з відходів, за рахунок повернення залогової вартості за: пластикові і скляні пляшки, алюмінієві банки, відпрацьовані акумулятори, шини, паперову тару, кузови автомобілів, відходи нафтопродуктів, застарілі комп'ютери тощо; державне регулювання цінової політики на вторинні ресурси для встановлення мінімально допустимих цін на їх приймання і переробку.

Для максимізації ефективності функціонування системи поведження з відходами у цілому, зокрема мінімізації витрат ($F_5(X) \rightarrow \min$); максимізації прибутку ($F_6(X) \rightarrow \max$) основним економічним інструментом є встановлення економічно обґрунтованих тарифів на збір, транспортування, переробку і захоронення відходів. Таким чином, представлені вище основні складові удосконалення економічного механізму комплексного управління СПВР у

регіоні по всім етапам життєвого циклу відходів передбачають також розробку і провадження новітніх інвестиційних та інституційних складових по реалізації запропонованих інструментів, включення їх у місцеві, регіональні і в державні стратегічні плани розвитку СПВР.

Висновки. На основі розробленої балансової схеми життєвого циклу первинних і вторинних ресурсів у регіоні науково обґрунтовано оптимізаційну модель управління раціональним використанням вторинної сировини регіону та сформовано алгоритм визначення оптимальних управлінських стратегій і економічного механізму їх реалізації. Оскільки множина X ширша, ніж множина зв'язків у функціоналі Φ , то розроблена модель має множину допустимих рішень і відповідно пропонує вибір найкращого з них з урахуванням цільових функцій. Таким чином, розроблений алгоритм дозволяє вирішувати поставлені задачі оптимізації розвитку сфери поводження із вторинними ресурсами при заданій множині змінних і параметрів стану системи для конкретного типу життєвого циклу відходів або розробити оптимальну систему життєвого циклу вторинних ресурсів, виходячи із заданих параметрів у регіоні. Очікуваними результатами реалізації оптимізаційних стратегій є комплексне рішення економічних, соціальних та екологічних завдань регіону, забезпечення економного використання первинних сировинних, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів регіонів України.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Довкілля України: статистичний збірник / за ред. Н.С. Власенко. – К: Державна служба статистики України, 2013. – 195 с.
2. Буркинський, Б.В. Економіко-екологічні основи регіонального природопольовання и розвитку / Б.В. Буркинський, В.Н. Степанов, С.К. Харичков. – Одеса: ИПРЭЭИ НАН України, 2005. – 575 с.
3. Волошин, В.В. Концептуальні засади сталого розвитку регіонів України / В.В. Волошин, В.М. Трегобчук // Регіональна економіка. – 2002. – № 1. – С. 8 – 12.
4. Безпека регіонів України і стратегія її гарантування / [Данилишин Б.М., Степаненко А.В., Ральчук О.М. та ін.]; за ред. Б.М. Данилишина. – К.: Наукова думка, 2008. – У 2-х т. – Т.1: Природно-техногенна (екологічна) безпека. – 392 с.
5. Долішній, М.І. Регіональна політика та механізми її реалізації / М.І. Долішній. – К.: Наук. думка, 2003. – 504 с.
6. Дорогунцов, С.І. Екосередовище і сучасність / [С.І. Дорогунцов, М.А. Хвесик, Л.М. Горбач]. – Т.5. Управління екосередовищем в умовах регіоналізації – К.: Кондор, 2007 – 446 с.
7. Онищенко, В.О. Сучасні проблеми комплексного розвитку регіонів України / В.О. Онищенко, О.В. Комеліна // Економіка і регіон: наук. вісник ПолтНТУ. – 2009. – №1 (20). – С. 3 – 8.
8. Чепурных, Н.В. Инвестиционное проектирование у региональном природопольовании / Н.В. Чепурных, А.Л. Новоселив. – М.: Наука, 1997. – 253 с.
9. Поводження з відходами Полтавщини / [Голік Ю.С., Ілляш О.Е., Самойлік М.С. та ін.]. – Полтава: Полтавський літератор, 2009. – 291 с.
10. 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.
11. Онищенко, В.О. Теоретико-методологічні засади управління сферою поводження з твердими відходами на регіональному рівні: монографія / В.О. Онищенко, М.С. Самойлік. – Полтава: ПолтНТУ, 2013. – 524 с.

УДК 330.15:504.06

Онищенко Володимир Олександрович, професор, доктор економічних наук. **Самойлік Марина Сергіївна**, доцент, кандидат економічних наук. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. **Теоретико-концептуальна модель управління раціональним використанням вторинних ресурсів у регіоні.** Розроблено та науково обґрунтовано теоретико-концептуальну модель управління раціональним використанням вторинних ресурсів у регіоні, на основі якої сформульовано алгоритм прийняття рішень щодо організації ресурсозбереження при поводженні з відходами, визначено оптимальні управлінські стратегії використання вторинної сировини у регіоні і механізми їх реалізації. Розроблений алгоритм дозволяє вирішувати поставлені задачі оптимізації системи управління вико-

ристанням вторинних ресурсів у регіоні при заданій множині змінних і параметрів стану системи для конкретного типу всього життєвого циклу відходів.

Ключові слова: тверді відходи, регіон, оптимізаційна модель, система поводження із вторинними ресурсами.

УДК 330.15:504.06

Онищенко Владимир Александрович, профессор, доктор экономических наук. **Самойлик Марина Сергеевна**, доцент, кандидат экономических наук. Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка. **Теоретико-концептуальная модель управления рациональным использованием вторичных ресурсов в регионе.** Разработано и научно обоснованно теоретико-концептуальную модель управления рациональным использованием вторичных ресурсов в регионе, на основе которой сформулирован алгоритм принятия решений относительно организации ресурсосбережения при обращении с отходами, определены оптимальные управленческие стратегии использования вторсырья в регионе и механизмы их реализации. Разработанный алгоритм позволяет решать поставленные задачи оптимизации системы управления использованием вторичных ресурсов в регионе при заданном множестве переменных и параметров состояния системы для конкретного типа всего жизненного цикла отходов.

Ключевые слова: твердые отходы, регион, оптимизационная модель, система обращения со вторичными ресурсами.

USD 330.15:504.06

Onyschenko Volodymyr Olexandrovych, Professor, Doctor of Economics. **Samojlik Maryna Sergijvna**, Candidate of Economics. Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University. **Theoretical and conceptual case the rational use of secondary resources frame in the region.** It is worked out and scientifically reasonable theoretical and conceptual case the rational use of secondary resources frame in the region, on the basis of that the algorithm of making decision is set forth in relation to organization of maintenance of resources at handling wastes, optimal administrative strategies of the use of utility waste in a region and mechanisms of their realization are certain. The worked out algorithm allows to decide the put tasks of optimization of control system by the use of secondary resources in a region at the set great number of variables and parameters of the state of the system for the certain type of all life cycle of wastes.

Keywords: solid wastes, region, optimization model, secondary resources handling system.