

УДК 338.439.22.002.68

Горобець О. В., аспірант кафедри економіки
природокористування і менеджменту лісового господарства
Житомирський національний агроекологічний університет

ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ ОСОБИСТИХ СЕЛЯНСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

У статті наведено опис математичної моделі, яка була покладена в основу інформаційної підсистеми підтримки прийняття управлінських рішень для управління твердими побутовими відходами. Підсистема призначена для використання управліннями органів місцевого самоврядування Житомирської області.

Ключові слова: поводження з твердими побутовими відходами, математична модель, інформаційна підсистема підтримки прийняття управлінських рішень.

O. Gorobets

INNOVATIVE APPROACH TO STRATEGY OF SOLID CONSUMER WASTE OF INDIVIDUAL FARMS

The mathematical model on which information subsystem for making management decisions about solid consumer waste is founded describes in this article. The subsystem's users are local authorities' managers of Zhitomir oblast.

Keywords: management of solid consumer waste, mathematical model, information subsystem for decision making support.

Горобець О. В.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ ЛИЧНЫХ СЕЛЬСКИХ ХОЗЯЙСТВ

В статье приведено описание математической модели, положенной в основу информационной подсистемы поддержки принятия управленческих решений для управления твердыми бытовыми отходами. Подсистема предназначена для использования управлениями органов местного самоуправления Житомирской области.

Ключевые слова: обращение с твердыми бытовыми отходами, математическая модель, информационная подсистема поддержки принятия управленческих решений.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Екологічно безпечне поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є необхідною умовою забезпечення екологічної безпеки та підтримання екологічної рівноваги у державі. В Україні офіційно задекларовано необхідність скорочення утворення відходів у рамках комплексної стратегії сталого розвитку країни. Проте майже в усіх регіонах, у т. ч., на Житомирщині, ситуація у сфері поводження з відходами досі залишається не відрегульованою. В області відсутні сміттєпереробні підприємства, внаслідок чого 98 % утворених побутових відходів вивозиться на звалища і полігони, більшість яких не відповідають діючим екологічним нормативам: на них відсутні запобіжні заходи

щодо зменшення негативного впливу на довкілля, а також моніторинг стану довкілля. Площа звалищ і обсяг відходів, накопичених на них, постійно зростають. Так, якщо на початок 2001 р. площа офіційних звалищ у Житомирській області складала 508 га, а обсяг ТПВ, накопичених на них, – 10,2 млн. т, то на початок 2010 р. звалища займали 564 га, а обсяг відходів на них перевищив 12 млн. т [1, 148].

Особливо гостро питання забезпечення екологічної безпеки у процесі поводження з ТПВ стоїть у сільській місцевості, де розташовано 90 % усіх сміттєзвалищ області. Сільське населення практично не охоплене послугами зі збирання і вивезення відходів, що призводить до утворення значної кількості несанкціонованих звалищ. Наведені дані свідчать про неефективне управління поводженням з ТПВ, у т. ч., на регіональному рівні, і необхідність реформування цієї сфери на інноваційних засадах.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Останнім часом у сфері управління поводженням з відходами з'явилися вітчизняні та зарубіжні дослідження, у яких застосовано інноваційний підхід. Зокрема, у роботах Б. А. Горлицького пропонується змінити стратегію поводження з ТПВ в Україні шляхом побудови сміттесортувальних і переробних комплексів, які б поєднували сортування ТПВ та виробництво продукції із отриманої вторинної сировини, а також впровадження залогово-іпотечної системи фінансування вторинного використання ТПВ [2]; Є.Р. Губанова, Т.П. Шаніна [3], Т. П. Галушкіна [4] доводять необхідність більш широкого застосування у процесі управління відходами ринкових технологій (лізингу, селенгу, франчайзингу, диверсифікації, екологічного страхування територій, де розташовані звалища). Комплексне управління ТПВ на регіональному рівні запропоновано вінницькими науковцями [5]. Окремі дослідження присвячені технологічним інноваціям та створенню замкненого циклу поводження з відходами [6; 7]. Проте необхідність впровадження інновацій на стадії розробки стратегії поводження з ТПВ на регіональному рівні у літературі висвітлено недостатньо.

Цілі статті. Метою статті є опис математичної моделі, яка була покладена в основу інформаційної підсистеми підтримки прийняття управлінських рішень щодо варіантів поводження з ТПВ, призначеної для використання управлінцями органів місцевого самоврядування Житомирської області.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. На нашу думку, ефективно управління процесами поводження з відходами на регіональному рівні повинне ґрунтуватися на конкретній довгостроковій стратегії. Адекватний вибір такої стратегії можна значно полегшити за умови застосування математичного моделювання з використанням ЕОМ. В узагальненому вигляді процеси моделювання і прийняття рішень в управлінні поводженням з відходами повинні включати два основних етапи: економіко-математичне моделювання пошуку оптимального рішення та власне процес прийняття рішення.

Процес моделювання складається із формулювання задачі, визначення мети, створення математичної моделі, яка описує співвідношення вхідних і вихідних параметрів, моделювання декількох альтернативних варіантів поводження з ТПВ, розробку критеріїв оцінки альтернатив. Процес прийняття рішення включає в себе оцінку альтернатив за розробленими критеріями та вибір оптимального рішення.

Отже, постановка задачі: обрати найкращий варіант поводження з твердими побутовими відходами особистих селянських господарств у Житомирській області. Метою моделювання є: оцінка економічних збитків, пов'язаних із забрудненням довкілля відходами; визначення витрат, пов'язаних із процесами поводження з відходами та надання рекомендацій по вибору оптимального варіанту поводження з ТПВ.

Для формалізації умов задачі вибору найкращого варіанту дій був здійснений аналіз ситуації, що склалася у сфері поводження з твердими побутовими відходами особистих селянських господарств у Житомирській області. Було визначено, що на даний час існують три основних альтернативи (варіанти I-III, наведені у табл. 1). Внаслідок того, що, на наш погляд, жодна із цих альтернатив не відповідає вимогам екологічної безпеки, був запропонований варіант IV, особливістю якого є орієнтація на екологічно безпечне поводження з відходами. Цей варіант передбачає організацію роздільного збирання окремих компонентів відходів, їх сортування і переробку, а також заходи, спрямовані на запобігання та мінімізацію утворення ТПВ, зокрема, екологічну освіту населення і навчання керівників та працівників установ.

Таблиця 1.

Альтернативні варіанти поводження з ТПВ особистих селянських господарств у Житомирській області

№	Опис варіанту поводження з ТПВ	Кількість населення, для якого характерний даний варіант поводження з ТПВ	
		тис. осіб	% до загальної к-ті сільського населення обл.
I	Самостійне вивезення ТПВ населенням. Ліквідація силами сільради несанкціонованих звалищ 2-3 рази на рік, перевезення ТПВ наявними транспортними засобами та розміщення на сільському звалищі	508,3	92 %
II	Унітарна система збирання ТПВ, перевезення спецтранспортом та розміщення на сільському звалищі	26,9	5 %
III	Унітарна система збирання змішаних ТПВ, перевезення спецтранспортом та захоронення на високонавантаженому звалищі (полігоні) при районному (обласному) центрі	15,3	3 %
IV	Заходи, спрямовані на запобігання та мінімізацію утворення ТПВ, роздільна система збирання ТПВ, перевезення спецтранспортом, сортування, переробка, захоронення інертних залишків на полігоні при районному (обласному) центрі	–	–

Джерело: власні дослідження

Кожен із зазначених варіантів поводження з ТПВ (i -тий варіант) можна характеризувати різними показниками їхньої привабливості (критеріями) для особи, що приймає управлінське рішення. Оскільки варіанти поводження з ТПВ розглядаються нами з еколого-економічної точки зору, пропонуємо у якості критеріїв оцінки i -тих альтернативних варіантів дій обрати наступні показники:

1) економічні збитки для i -го варіанту дій ($Z_{\text{сум}_i}$), спричинені забрудненням довкілля внаслідок розміщення відходів на звалищах за період, що залишився до повернення земель у господарський обіг;

2) сумарні витрати на поводження з твердими побутовими відходами для i -го варіанту дій ($B_{\text{сум}_i}$).

Перший критерій розраховується як сума щорічних економічних збитків, спричинених забрудненням атмосфери, водних ресурсів та засміченням земель протягом періоду, що залишився до повернення земель у господарський обіг, тобто:

$$Z_{\text{сум}_i} = \sum_{j=1}^t (Z_{\text{атм}_{ij}} + Z_{\text{вод}_{ij}} + Z_{\text{зем}_{ij}}), \quad (1)$$

де t – час, що залишився до повернення земель у господарський обіг, років. Розраховується як різниця між сумою проектного терміну експлуатації звалища і часу, необхідного для рекультивації земель, та кількістю років від початку експлуатації звалища;

j – порядковий номер року, для якого розраховується економічний збиток;

$Z_{\text{атм}_{ij}}$ – економічний збиток, спричинений забрудненням атмосфери для i -го варіанту дій у j -му році;

$Z_{\text{вод}_{ij}}$ – економічний збиток, спричинений забрудненням водних ресурсів для i -го варіанту дій у j -му році;

$Z_{\text{зем}_{ij}}$ – економічний збиток, спричинений засміченням земель для i -го варіанту дій у j -му році.

Другий критерій розраховується як сума щорічних витрат, необхідних для забезпечення процесів поводження з ТПВ, та витрат, необхідних для рекультивації звалища (чи полігону) після закінчення терміну його експлуатації:

$$B_{\text{сум}_i} = B_{\text{рек}_i} + \sum_{j=1}^t (B_{\text{запоб}_{ij}} + B_{\text{збир}_{ij}} + B_{\text{трансп}_{ij}} + B_{\text{утил}_{ij}} + B_{\text{видал}_{ij}}) \quad (2)$$

де $B_{\text{запоб}_i}$ – витрати на запобігання виникненню ТПВ та мінімізацію їх обсягу для i -го варіанту дій;

$B_{\text{збир}_i}$ – витрати на збирання ТПВ для i -го варіанту дій;

$B_{\text{трансп}_i}$ – витрати на транспортування ТПВ для i -го варіанту дій;

$B_{\text{утил}_i}$ – витрати на переробку та утилізацію ТПВ для i -го варіанту дій;

$B_{\text{видал}_i}$ – витрати на видалення ТПВ для i -го варіанту дій;

$B_{\text{рек}_i}$ – витрати на рекультивацію ділянки звалища ТПВ для i -го варіанту дій.

Оскільки альтернативні варіанти оцінюються згідно із m критеріями, де m більше 1, задачу вибору найкращого варіанту поводження з ТПВ слід віднести до класу задач багатокритеріальної (векторної) оптимізації [8, 8].

Одним із методів розв'язання задач такого класу є метод згортання векторного критерію в один узагальнений критерій. При цьому кожний частковий критерій множиться на відповідні вагові коефіцієнти (w). В літературі описані різні способи визначення вагових коефіцієнтів, зокрема, упорядкування критеріїв в залежності від їх відносної важливості [8, 14]. Метод згортання векторного критерію дозволяє врахувати відносну важливість часткових критеріїв за допомогою побудови узагальненого критерію і розв'язання однокритеріальної задачі оптимізації.

Оскільки в задачі вибору найкращого варіанту поводження з ТПВ жоден з обраних критеріїв не має значних переваг над іншим, пропонуємо застосовувати одиничні вагові коефіцієнти для обох критеріїв оцінки. У якості узагальненого критерію найчастіше використовуються адитивний, мультиплікативний, логічний чи середньоступеневий критерій оптимальності [8, 13]. Для прийняття рішення стосовно вибору найкращого варіанту поводження з ТПВ пропонується обрати адитивний критерій оптимальності. Даний узагальнений критерій (O_i) обчислюється як зважена сума часткових критеріїв оцінки:

$$O_i = w_1 \times k_{zi} \times Z_{\text{сум}_i} + w_2 \times B_{\text{сум}_i}, \quad (3)$$

де w_1 – ваговий коефіцієнт для сумарного економічного збитку ($Z_{\text{сум}_i}$);

w_2 – ваговий коефіцієнт для сумарних витрат на поводження з ТПВ ($B_{\text{сум}_i}$). Як зазначалось вище, у нашому випадку $w_1 = w_2 = 1$;

k_{zi} – коефіцієнт небажаності i -го сумарного економічного збитку, спричиненого забрудненням довкілля, який обчислюється за формулою:

$$k_{zi} = \frac{Z_{\text{сум}_i}}{\max_i Z_{\text{сум}_i}} \quad (4)$$

Коефіцієнт небажаності розраховується для кожного варіанту поводження з ТПВ і може приймати значення від 0 до 1. При цьому k_{zi} дорівнює одиниці для варіанту з найбільшим економічним збитком, спричиненим забрудненням довкілля, серед усіх альтернатив, що розглядаються. Таким чином, введення даного коефіцієнту сприяє вибору більш екологічно безпечних варіантів поводження з ТПВ.

Отже, зазначений адитивний критерій оптимальності може виступати у якості вирішального правила, відповідно до якого буде прийматися рішення. Оптимальним рішенням будемо вважати мінімальне значення узагальненого критерію:

$$\text{Sel } i : O_i = \min \quad (5)$$

Дана математична модель (формули 1 – 5) була покладена в основу інформаційної підсистеми підтримки прийняття управлінських рішень щодо варіантів поводження з ТПВ, призначеної для використання управлінцями органів місцевого самоврядування, зокрема, сільськими головами. Основними структурними одиницями даної підсистеми є: база даних, блок розрахунку та блок пошуку оптимального рішення. Підсистема реалізована у середовищі Microsoft Excel.

База даних містить: статистичні відомості про населений пункт, для якого проводиться розрахунок; річні норми утворення ТПВ для Житомирської області; статистичні дані щодо морфологічного складу та методів поводження з ТПВ в особистих селянських господарствах Житомирщини, отримані в результаті нашого попереднього дослідження [9]; довідкові дані, розрахункові та корегувальні коефіцієнти, необхідні для обчислення економічних збитків, спричинених розміщенням змішаних відходів на звалищах.

У блоці розрахунку обчислюються витрати, які несе сільська громада за різними варіантами поводження з ТПВ, а також економічні збитки, спричинені:

- забрудненням атмосфери технологічними викидами біогазу та аварійними викидами шкідливих речовин під час згоряння ТПВ на звалищах;
- забрудненням підземних вод фільтратом зі звалищ ТПВ;
- засміченням земель відходами, розташованими на звалищах, у тому числі, несанкціонованих.

Для розрахунку зазначених збитків були адаптовані існуючі методики [10].

Блок пошуку оптимального рішення дозволяє отримати графічне зображення множини досліджених альтернатив, провести їх оцінку і запропонувати найкраще рішення згідно з вирішальним правилом.

У табл. 2 на прикладі с. Барашівки Житомирського району наведено результати розрахунку сумарних витрат, необхідних для поводження з річним обсягом ТПВ (формула 1), сумарного економічного збитку, спричиненого розміщенням відходів на звалищі за період, що залишився до повернення земель у господарський обіг (формула 2), коефіцієнта небажаності – за формулою 4 та оцінку альтернатив згідно з узагальненим критерієм (формула 3). Згідно з вирішальним правилом найкращим варіантом поводження з ТПВ є варіант IV, який отримав мінімальну узагальнену оцінку (див. табл. 2).

Оцінка альтернатив поводження з ТПВ

Показники	Номер варіанту поводження з ТПВ			
	I	II	III	IV
Сумарні витрати на поводження з річним обсягом ТПВ, тис. грн.	30,2	77,5	145,5	99,2
Сумарний економічний збиток, спричинений розміщенням відходів на звалищі за період, що залишився до повернення земель у господарський обіг, тис. грн.	108,0	61,6	61,6	25,1
Коефіцієнт небажаності сумарного економічного збитку	1,0	0,57	0,57	0,23
Узагальнена оцінка альтернатив	138,2	112,6	180,6	105,0

Джерело: власні розрахунки

Висновки. Таким чином, застосування запропонованої математичної моделі дозволяє обрати найбільш ефективний з точки зору витрат варіант поводження з ТПВ за умови мінімізації еколого-економічних збитків, спричинених негативною дією відходів на довкілля. Розроблена підсистема підтримки прийняття управлінських рішень дає можливість автоматизувати розрахунки і здійснювати вибір варіанту поводження з ТПВ у інтерактивному режимі. Застосування таких інновацій сприятиме розробці оптимальної стратегії поводження з твердими побутовими відходами особистих селянських господарств у Житомирській області. Реалізація зазначеної стратегії на практиці буде мати значний еколого-економічний та соціальний ефект.

Список використаної літератури

1. Про стан навколишнього природного середовища в Житомирській області за 2009 рік: Національна доповідь державного управління охорони навколишнього природного середовища в Житомирській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.donps.zhitomir.net/docs/nd2009.doc>
2. Горлицкий Б. А. Базовые принципы решения проблемы твердых бытовых отходов в Украине / Б.А.Горлицкий // Матеріали науково-практичної конференції Проблеми поводження з твердими побутовими відходами, 15 - 19 червня 2009 р. – Ялта, АР Крим. – С. 5–7
3. Губанова Е. Р. Система рыночных технологий как элемент стратегии управления отходами / Е. Р. Губанова, Т. П. Шанина [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://193.84.90.197/ecolib/2/66.doc>
4. Галушкіна Т.П. Менеджмент отходов на региональном уровне / Т. П. Галушкіна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://waste.com.ua/cooperation/2004/thesis/galushkina.html>
5. Інтегроване управління та поводження з твердими побутовими відходами у Вінницькій області. Монографія / Під ред. В. Г. Петрука. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2007. – 160 с.
6. Мюррей Р. Цель – Zero Waste. (Пер. с англ.) / Робин Мюррей. – М.: ОМННО "Совет Гринпис", 2004. – 232 с.
7. Колычев Н.А. Замкнутый цикл обращения с твердыми бытовыми отходами / Н. А. Колычев // Твердые бытовые отходы. – 2009. – № 10. – С. 42–46
8. Батищев Д. И. Многокритериальный выбор с учетом индивидуальных предпочтений / Д. И. Батищев, Д. Е. Шапошников. – Нижний Новгород: ИПФ РАН., 1994. – 92 с.
9. Горобець О. В. Методика та аналіз продукування твердих побутових відходів в особистих селянських господарствах / О. В. Горобець // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету: Науково-теоретичний збірник. – Випуск № 1 (26), т. 2 (економічні науки). – Житомир: ЖНАЕУ, 2010. – С. 369–376
10. Горобець О. В. Методичні підходи до розрахунку еколого-економічних збитків, спричинених забрудненням довкілля твердими побутовими відходами / О. В. Горобець // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 40-річчю економічного факультету "Обліково-аналітичне та фінансове забезпечення розвитку АПК України: проблеми і перспективи", 25-26 листопада 2010 р. – м. Житомир. – С. 62–63