

льного підприємства. Для цього існують алгоритми «втягу знань із нейронної мережі», які формалізують список логічних правил, створюючи на основі мережі експертну систему. Проте ці алгоритми не вбудовуються в нейромеревеві пакети, а набори правил, які генеруються такими алгоритмами, досить об'ємні.

Отже, для вирішення завдань аналітичного забезпечення прогнозування конкурентної стратегії компаній пропонується використовувати метод нейронних мереж, яка є складовим елементом штучного інтелекту.

### **Список використаних джерел**

1. Вітлінський В.В. Штучний інтелект у системі прийняття управлінських рішень / В.В. Вітлінський // Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. – № 1. – 2012. – С. 97-118.
2. Kharynovych-Yavorska Diana. Application of neural technology for prediction competitive strategy of trade enterprises / Diana Kharynovych-Yavorska // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука» Серія: «Економічні науки». – № 2 (2).– 2017. – 73 с. – С. 24-27.
3. Діяльність торговельних підприємств у конкурентному середовищі: контрольно-аналітичне забезпечення системи управління : монографія / Куцик П. О., Медвідь Л. Г., Шевчук В. О., Харинович-Яворська Д. О. – Чернівці : Технодрук, 2015. – 372 с.

**Христіановський В. В.**

*д.е.н., професор*

**Щербина В. П.**

*к.ф.-м.н., доцент*

*Донецький національний університет імені В. Стуса, м.Вінниця*

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ЕКОЛОГІЧНУ СИТУАЦІЮ В РЕГІОНІ УКРАЇНИ**

З підвищенням рівня добробуту населення та розвитку країни дедалі гостріше постає проблема утилізації різноманітних відходів. В Україні в організації утилізації відходів переважає метод їх складування, розрахований на поступове поглинання сміття зовнішнім середовищем. В основному, побутові відходи не перероб-

ляються, а складуються. Такий підхід погіршує екологічну ситуацію в крвіні. За даними Державної служби статистики України у 2016 році накопичені побутові відходи становили 12 млн. тон, з яких утилізовано було тільки 0,06 % [1]. Нещодавно була проблема з утилізацією відходів в місті Львові і других містах України.

В зв'язку з невирішеними питаннями переробки побутових відходів Україна знаходиться на межі екологічної катастрофи. Для порівняння, у країнах Європи середній рівень рентабельності заводів з утилізації твердих побутових відходів становить близько 3%, а в Німеччині та Японії взагалі немає полігонів сміття, а всі відходи ретельно сортируються, переробляються та спалюються [1].

Фундаментальні питання взаємодії людства з довкіллям розглядалися у працях всесвітньо відомих вчених таких як В. Вернадський, В. Леонт'єв, А. Пігу та інших. Це питання являється злободенним і в наш час. Побудова математичних моделей по цій проблемі дозволить збільшити і покращити інформацію для опису екологічної ситуації в районі.

Розглянемо структурну схему моделі впливу побутових відходів на екологічну ситуацію в окремому регіоні України, яка може бути представлена наступним чином.

Будемо розглядати, для визначеності, чотири основних видів відходів: тверді, пластикові, скляні і біологічні. Вони забруднюють навколишнє середовище: землю, воду, повітря і вилучають певну територію з господарської діяльності.

Метою нашого дослідження є побудова динамічної моделі росту побутових відходів і розрахунок меж їх зростання з тим, щоб зменшити їх дію на екологічне середовище. Для цього ми використовуємо методи рішення систем нелінійних диференціальних рівнянь.

Схема екологічного забруднення регіону являє собою взаємозв'язок між зовнішнім середовищем, представленим такими складовими як земля (Q), вода (V), повітря (S) і побутовими відходами чотирьох видів : тверді (T), пластик (P), скляні вироби (C), біомаса (B). Ці види відходів по різному діють на екологічне середовище і їх дія в моделі враховується за допомогою коефіцієнтів впливу і взаємодій  $\alpha$ ,  $\alpha^*$ ,  $\beta$ ,  $\beta^*$ ,  $\gamma$ ,  $\gamma^*$ . Відходи частково пе-

перобляються на спеціальних підприємствах і кількість перероблених відходів, а також коефіцієнти, які пояснюють дію переробки, позначаються в моделі зірочкою.

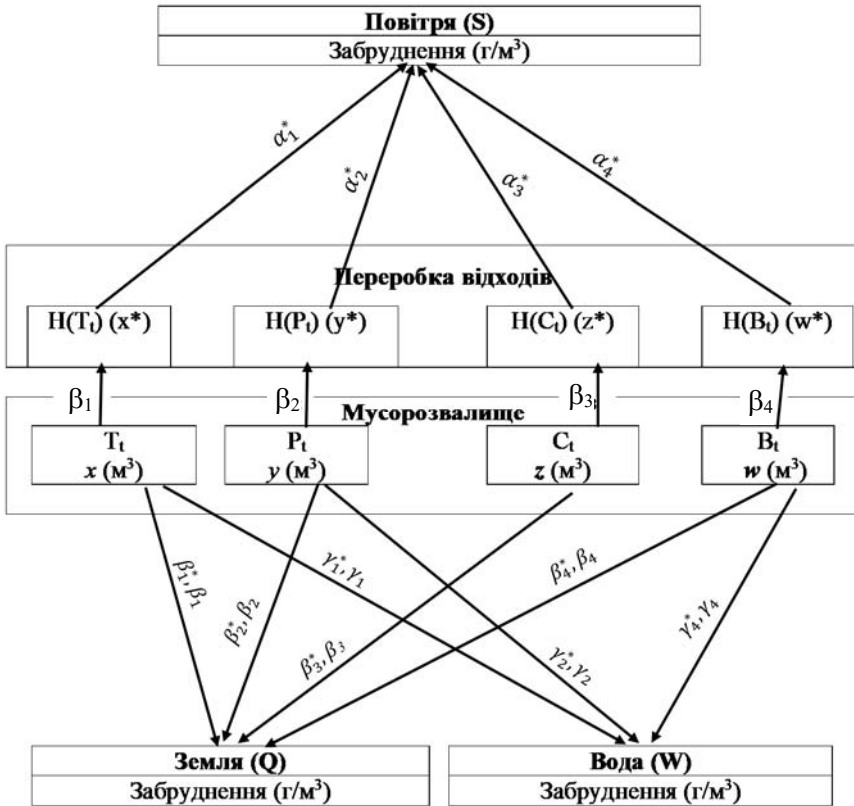


Рис. 1. Схема забруднення довкілля

Об'єми побутових відходів по їх видах розраховують за допомогою наступних формул:

$$s = \alpha_1^* x^* + \alpha_1 (x - x^*) + \alpha_2^* y^* + \alpha_2 (y - y^*) + \alpha_3^* z^* + \alpha_3 (z - z^*) + \alpha_4^* w^* + \alpha_4 (w - w^*), \quad (1)$$

$$q = \beta_1^* x^* + \beta_1 (x - x^*) + \beta_2^* y^* + \beta_2 (y - y^*) + \beta_3^* z^* + \beta_3 (z - z^*) + \beta_4^* w^* + \beta_4 (w - w^*), \quad (2)$$

$$v = \gamma_1^* x^* + \gamma_1 (x - x^*) + \gamma_2^* y^* + \gamma_2 (y - y^*) + \gamma_4^* v^* + \gamma_4 (v - v^*). \quad (3)$$

Математична модель, яка відповідає вище представлений схемі має наступний вигляд:

$$\begin{cases} \dot{s} = \mu_1 s + v_{12} s q + \eta_{13} s v - \varepsilon_1 s^2, \\ \dot{q} = \mu_2 q + v_{21} q s + \eta_{23} q v - \varepsilon_2 q^2, \\ \dot{v} = \mu_3 v + v_{31} v s + \eta_{32} v q - \varepsilon_3 v^2, \end{cases} \quad (4)$$

де:  $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  – граничні величини видів забруднень;

$\eta_{ij}, v_{ij}, i, j = 1, 3$  – коефіцієнти взаємозалежності видів забруднень.

За допомогою побудованої моделі можна визначити степінь забруднення навколишнього середовища в динаміці. Це дозволяє приймати відповідні рішення з покращення екологічної ситуації регіону.

Такий підхід дозволяє розв'язувати, ще декілька задач з даної проблеми:

- 1) рекультивация територій, яка знаходиться під мусорним звалищем;
- 2) промислова переробка відходів і оптимізація затрат на промислову переробку відходів.

Такі моделі будуть описані нами в подальшому.

Аналіз стану проблеми збирання, та переробки побутових відходів показав необхідність системного підходу до її вирішення. Такий підхід вимагає створення та енергійного впровадження комплексу організаційних, економічних, технічних, природоохоронних заходів. Вузловими точками такого підходу є: зменшення відходів; організація роздільного збирання; перевезення; сортування відходів; переробка та утилізація. Для зменшення впливу відходів на навколишнє середовище необхідно вдосконалювати законодавчу базу, оновлювати обладнання підприємств, розробляти нові схеми утилізації відходів [2].

Щоб у корені поліпшити положення, знадобляться цілеспрямовані і продумані дії. Побудова математичних моделей впливу побутових відходів на екологічну ситуацію в Україні дозволяє

одержати необхідну інформацію для прийняття оптимальних рішень. Впровадження таких підходів дозволить не лише стабілізувати та покращити екологічну ситуацію у країні, але й сформува-ти засади сталого розвитку країни.

### **Список використаних джерел**

1. Скрипник А.В., Міхно І.С. Поводження з побутовими відходами з позиції функції суспільного добробуту. Проблеми економіки. 2016. №3. Ст.81-88.

2. Жуховицкий В.Б. Утилизация твердых бытовых отходов / В.Б. Жуховицкий, В.Я. Меллер, А.Н. Тугов. – Днепропетровск: «Свид-лер А.Л.»,2011. – 546 с.

**Череватський Д. Ю.**

*к.т.н., с.н.с.*

*Інститут економіки промисловості НАН України, м. Київ*

### **ВУГІЛЬНА ПРОМИСЛОВІСТЬ ТА ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ**

Добувні галузі доцільно розподілити на дві категорії: ті, що використовують свердловинні технології отримання корисної копалини (газ, нафта), та екскавційні (вугілля, руда), які, у свою чергу, доречно розділити на розробки родовищ відкритим (кар'єри, розрізи) і підземним (шахти) способами.

Упровадження інтернету речей є більш проблематичним в екскавційному сегменті. Фахівці McKinsey & Co. в огляді «The IoT Mapping the value beyond the hype» [1] відзначають досягнення у сфері збагачення вугілля, діагностики та підтримки безаварійного стану технологічного обладнання тощо. Тут був би також корисним приклад із практики німецьких вугільних шахт, якого немає в огляді.

У 2004 р. стругова установка типу GH 42 фірми ДБТ (Люнен) створила ефект інноваційного прориву в німецькій вугледобувній промисловості [2, с. 33]. Загальна енергоозброєність забою 3,6 МВт (4900 кінських сил) уможливила навантаження на лаву більше 10 тис. т товарного вугілля на добу (майже 20 тис. т у пе-