

Єремєєв І.С.

Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕДУР КОНТРОЛЮ ЗА СТАНОМ ПОЛІГОНІВ

Розглянута проблема спостережуваності станів полігонів ТПВ. Запропонована структура системи моніторингу та алгоритм оперативного оцінювання стану полігону.

Ключові слова: інтелектуалізація, спостережуваність, алгоритм, оцінювання стану, моніторинг, структура, полігон.

Постановка проблеми. Сьогодні стан полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) створює низку клопотів для керівників міського господарства, органів самоврядування, служб надзвичайних ситуацій та екологічних установ усіх рівнів з одного боку і для населення, яке проживає у зоні впливу цих сховищ – з іншого. Неконтрольовані сховища загрожують як сталим отруєнням навколишнього середовища, так і пожежами. Тому створення систем оперативного моніторингу стану сховищ – нагальна проблема.

Аналіз останніх досліджень. У розвинених країнах світу на полігони надходять лише такі

матеріали, які вже не розкладаються и не можуть бути використані у процесах рециклінгу [1]. Тому проблема моніторингу зон, що підпадають під вплив полігонів, хоча й залишається, але приймає дещо інший характер. В країнах, що розвиваються, ця проблема частково вирішується шляхом використання спеціальних конструкцій полігонів, а також контролю за ґрунтовими водами, що протікають під тілом полігону [2]. Розробляються моделі біотрансформації вмісту полігонів [3]. Однак проблеми автоматизованого моніторингу стану полігонів, який би давав змогу оперативно відстежувати розвиток процесів у тілі полігону та

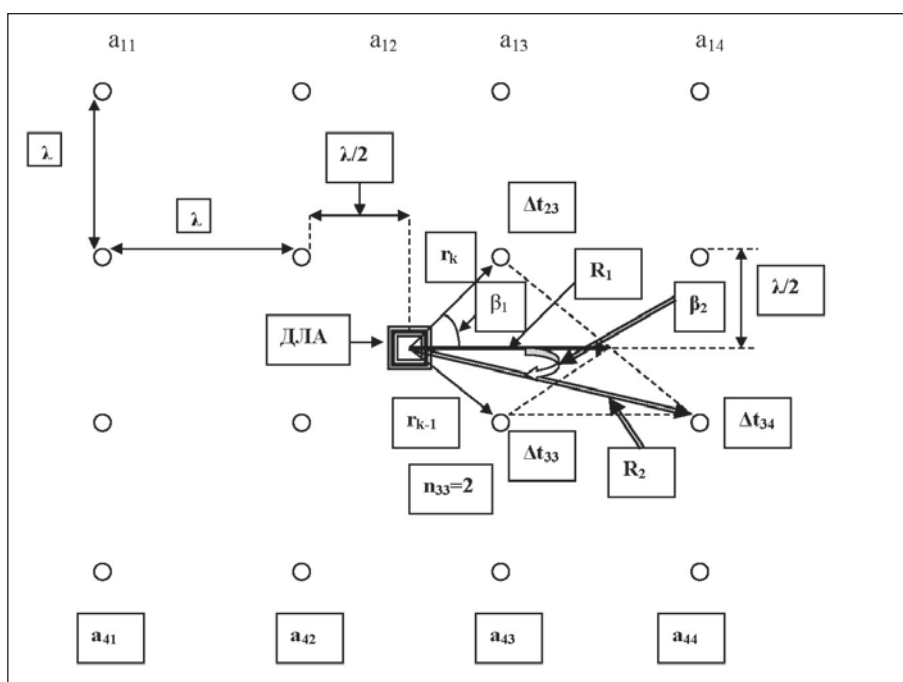


Рис. 1. Блок-схема алгоритму оперативної
наближеної оцінки стану полігону

оцінювати їхні масштаби, на жаль, не розглядаються.

Постановка завдання. Пропонується підхід до розроблення автоматизованої системи контролю, яка б дала змогу забезпечити сталий нагляд за станом сховища (поточний моніторинг теплових потоків, забруднення ґрунтових вод, вмісту газу, що виділяється зі сховища, тощо), прогнозу-

вання динаміки розвитку станів (із використанням відповідних моделей та евристик), розроблення рекомендацій щодо подальшої експлуатації сховищ та заходів з екологічної та пожежної безпеки.

Основна частина. Проблема забезпечення спостережуваності станів сховищ та їх окремих ділянок (контроль розподілу токсичних компонентів у сховищах, спостереження і прогнозування мігра-

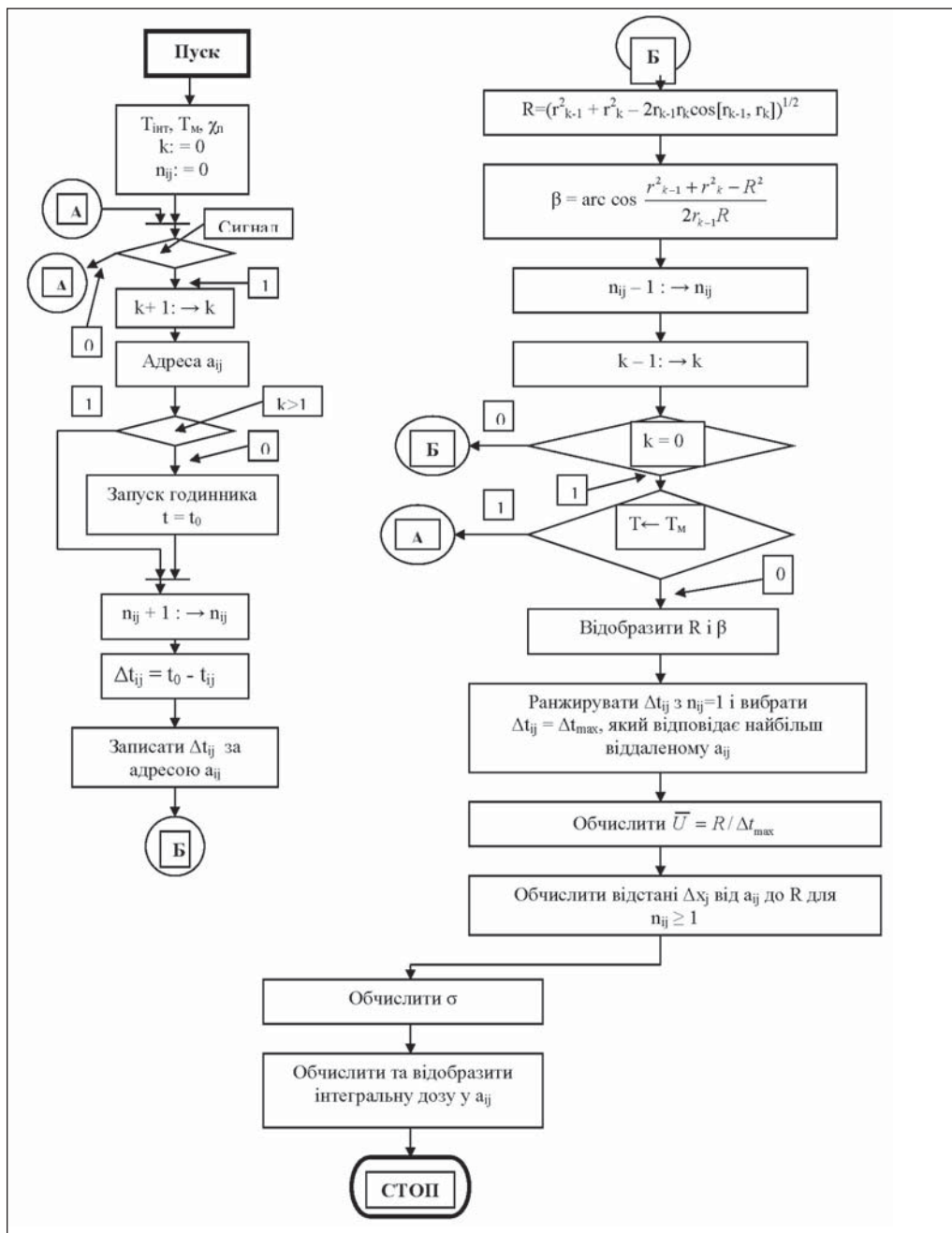


Рис. 2. Графік генерального напрямку руху теплового потоку R2

ДЛА – джерело локальної аномалії (наприклад, локальної пожежі); R_2 – вектор генерального напрямку руху теплового потоку; a_{ij} – детектори температури τ (або теплового потоку ΔQ); t_{ij} – момент перевищення фоновому сигналу на першому з детекторів a_{ij} ; Δt_{ij} – різниця між часом перевищення фоновому сигналу на першому з детекторів і часом перевищення фоновому сигналу на другому з детекторів; λ – «крок» розташування детекторів у матриці.

цій токсичних компонентів, контроль теплових потоків та виявлення місць із критичними температурами тощо) сьогодні є надзвичайно актуальною, причому завдання ідентифікації процесів та станів у реальному часі та у перспективі є найбільш складними, їх можливо вирішити лише за широкого використання методів та засобів штучного інтелекту.

Спектр забруднень реального сховища, їх динаміка, метаболізми, міграція у навколишнє середовище, теплові потоки всередині сховища, виявлення меж розповсюдження токсичних відходів, рекомендації щодо можливої мінімізації ступеня концентрації та ареалів розповсюдження забруднень і мінімізації теплових потоків та їх каналізації – ось перелік завдань, які спроможна вирішити інтелектуалізована система моніторингу полігонів.

Для отримання усіх необхідних даних важливо обрати (розробити) відповідну інформаційну мережу, яка б могла надати максимум релевантної інформації. Виходячи з особливостей полігону як технологічного об'єкта з розосередженими параметрами, варто за основу інформаційної мережі прийняти матричну структуру, яка передбачає рівномірне розташування детекторів інформації (датчиків температури, вологості, теплового потоку, вимірювальних приладів вмісту тих чи інших компонентів у ґрунтових водах, фільтраті та газах).

Використання матричної структури розташування детекторів забезпечує прості та універсальні методи обчислень і, крім того, найбільш ефективний контроль за усім ареалом. Блок-схема програми, яка здатна реалізувати окреслені вище завдання, наведена на рис. 1, а графіки, які пояснюють реалізацію окремих етапів цього завдання, – на рис. 2.

Головна мета програми – виявлення того з детекторів, сигнал якого відповідає максимальному значенню параметра, що контролюється (наприклад, температури на певній глибині від поверхні). Якщо цей сигнал змінюється у межах середньостатистичних значень, то система просто відстежує його і у певні проміжки часу фіксує у пам'яті (базі даних). Якщо ж цей (максимальний) сигнал виходить за межі 2σ , тобто перевищує удвічі значення стандартного відхилення, то це є ознакою того, що має місце локальна аномалія. При цьому фіксується час t_{ij} виявлення цієї аномалії у межах контролю a_{ij} -детектора вимірювальної матриці. Якщо через якийсь час фіксується збільшення сигналу (за

межі 2σ) на виході іншого a_{lm} -детектора вимірювальної матриці, то цей час порівнюється з t_{ij} і визначається Δt_{ij} , який дає змогу визначити швидкість розповсюдження аномалії та вектор руху. Подальше виявлення ще одного детектора з аномальними даними дає змогу визначити головні параметри вектору руху аномалії (β та R), локалізувати район аномалії та обчислити інтегральний стан полігону.

Для оцінки необхідної для надійного контролю довкілля кількості детекторів можливий підхід, який базується на аналізі відношення імовірності реєстрації аномалії $P(n)$ до вартості системи контролю $N(n)$. Це відношення $F(n)$ має максимум, який відповідає оптимальній кількості детекторів. Зазвичай вартість центру обробки даних $N_{ц}$ мало залежить від кількості детекторів, і її можна прийняти за константу. Вартість одного детектора $N_{д}$ також не залежить від кількості детекторів у системі. При цьому

$$N(n) = N_{ц} + n N_{д}$$

і

$$F(n) = P(n)/N(n) = N_{ц}^{-1}P(n)(1 + N_{д} N_{ц}^{-1}n)^{-1}$$

У разі прирівнювання до нуля похідної $F(n)$ по n можна отримати вираз для оптимальної кількості детекторів n_0 :

$$N_{д} N_{ц}^{-1} = [(1 - p) n_0 - 1][-(1 - p)n_0 \ln(1 - p)]^{-1} - n_0$$

де $p = S_B/S_0$ – імовірність виявлення аномалії одним із детекторів, коли забруднення розповсюдилося на площі S_B , тоді як область надійного контролю місцевості за допомогою низки детекторів, яка визначається чутливістю детекторів, що використовуються, охоплює площу S_0 , а $P(n) = 1 - (1 - p)^n$.

Зазвичай задають значення $P(n)$, внаслідок чого орієнтовно визначають величину n , а вже потім знаходять відношення $N_{д}/N_{ц}$ за якого $n = n_0$.

Якщо аномальна ситуація на полігоні досить тривала й осереддя аномалії покриває усю область S_0 , виникає завдання оцінки представленості даних про забруднення області S_0 за даними від n детекторів, яка визначається у підсумку як відношення площі S , яка охоплена засобами контролю, до площі S_0 . Вираз для R , яке заміщає $P(n)$, можна представити у вигляді

$$R = 1 - \exp(-S_1 n S_0^{-1}),$$

де S_1 – площа, яку контролює один детектор.

Використовуючи значення R замість $P(n)$, отримаємо ще один вираз для визначення оптимальної кількості детекторів:

$$N_{ц}/N_{д} = p^{-1} k [\exp(p k n_0) - 1] - n_0,$$

де $p_k = S_k/S_0$ – відносний розмір області, на яку можна розповсюдити дані від одного детектора.

Відповідно до наведених вище міркувань за припущенням, що радіус контролю одного детектора, який дорівнює половині радіуса кореляції (тобто відстані, на якій нормована функція кореляції характеристик ситуації від двох суміжних детекторів зменшується в e разів), становить 3 км, а $R = 0,7-0,8$, для надійного контролю у радіусі 25 км необхідно близько 80 детекторів, тобто матриця порядку 9×9 , а враховуючи реальні роз-

міри полігонів, – матриця 5×5 , що є цілком прийнятним.

Висновки. Використання запропонованого підходу до оцінювання стану полігонів ТПВ забезпечить своєчасне виявлення будь-яких аномальних процесів у тілі полігону, їхні масштаби та динаміку розвитку і сприятиме оперативному втручання з метою недопущення або мінімізації негативних наслідків.

Список літератури:

1. Guidelines for Environmental Monitoring at Municipal Solid Waste Landfills, B.C. Ministry of Environment, 1996, 58 p.
2. Mor S, Ravindra K, Dahiya RP, Chandra A. Leachate characterization and assessment of groundwater pollution near municipal solid waste landfill site. Environ Monit Assess. 2006 Jul; 118(1–3): 435–456.
3. Garcia de Cortázar AL, Lantarón JH, Fernández OM, Monzón IT, Lamia MF. Modelling for environmental assessment of municipal solid waste landfills (part II: biodegradation). Waste Manag Res. 2002 Dec; 20(6): 514–528.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПОЛИГОНОВ

Рассмотрена проблема наблюдаемости состояний полигонов ТПВ. Предложена структура системы мониторинга и алгоритм оперативного оценивания состояния полигона.

Ключевые слова: интеллектуализация, наблюдаемость, алгоритм, оценка состояния, мониторинг, структура, полигон.

THE LANDFILL CONDITION MONITORING PROCEDURES' INTELLECTUALIZATION

The observability problem of landfills condition monitoring intellectualization is considered. The system monitoring structure and algorithm for dynamic landfill condition estimation are proposed.

Key words: intellectualization, observability, algorithm, condition estimation, monitoring, structure, landfill.