

УДК 351.861

М.В. Болотських, Ю.В. Климчук, П.Ю. Пономарьов

Національний університет цивільного захисту України, Харків

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ПОШАРОВОГО МОНІТОРИНГУ ПОЛІГОНІВ І СХОВИЩ ПРОМИСЛОВИХ ТА ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В ТЕХНОГЕННОПЕРЕВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В роботі проведено аналіз стану полігонів та сховищ промислових та побутових відходів Харківської області, як одного з найбільш техногенноперевантаженого регіону України. Сформовано умови задачі раціонального розміщення елементів системи пошарового моніторингу за станом міграції небезпечних речовин в підземних та поверхневих водах в місцях розташування останніх.

Ключові слова: полігони та сховища промислових та побутових відходів, раціональне розміщення, моніторинг.

Вступ

Постановка проблеми. З загальної кількості звалищ твердих побутових відходів, розташованих в Харківській області, які були обстежені, стан 18 можливо охарактеризувати як критичний [1, 2]. Вони знаходяться в таких геолого-гідрогеологічних умовах, що при відсутності вчасно розроблених та впроваджених заходів по локалізації впливу інфільтрату та забрудненого поверхневого стоку, близьким часом будуть збільшуватися масштаби забруднення підземних вод. Лише незначна частина звалищ знаходиться в більш-менш задовільному стані і не створюють потенційної небезпеки для природного середовища (м. Красноград, смт. Бабаї, смт. Нова Водолага) (табл. 1).

Стан полігонів з промисловими відходами де-що кращий. І в цілому стан гідротехнічних споруд діючих полігонів можливе охарактеризувати як задовільний. Втім як із звалищами побутових відходів основною екологічною проблемою є відсутність моніторингу за станом міграції небезпечних речовин в підземних та поверхневих водах в місцях їх розташування.

Особливу занепокоєність викликає стан захоронення побутових відходів м. Харкова, які видаляються на Дергачівське звалище твердих побутових відходів, експлуатація якого була розпочата у 1976 році. Наприкінці 1997 року інститутом “Укркомун-НДІпроект” було розроблено проект інженерного облаштування звалища з метою продовження терміну його експлуатації, якій пройшов державну екологічну експертизу і має позитивний висновок від 25.12.97р. № 301. Проектом інженерного облаштування звалища було заплановано будівництво протифільтраційного екрану, залізобетонного резервуару для збору фільтрату, дамба, нагріні канали та свердловини для контролю за якістю та режимом підземних вод навколо звалища.

Складування відходів передбачено териконним способом, з щорічним скороченням об’ємів відходів, які приймаються на захоронення – в середньому на 11%. Розрахунковий термін експлуатації полігону – 7 років. За роки експлуатації на териконі повинно бути заскладовано 3065376 м³ твердих побутових відходів. Для спостереження за якістю та режимом підземних вод в районі звалища пробурено 12 свердловин, в тому числі одну на бучакському водоносному горизонті.

Втім перевіркою було встановлено, що нагріні канали не виконують свої функції, внаслідок чого фільтрат з тіла полігону накопичується в пониженнях і фільтрується у підстилаючи ґрунти. Контроль за станом забруднення підземних водоносних горизонтів ведеться несистематично. Складування відходів здійснюється з численними порушеннями технологічної частини проекту. Кількість обсягів надходження відходів до полігону перевищують проектні. На даний час проектні потужності вичерпані.

Для вирішення питання захоронення твердих побутових відходів м. Харкова науковцями регіону розглядається можливість будівництва кушових полігонів, які повинні працювати на район в цілому, а також з урахуванням потреб м. Харкова та в свою чергу повинні мати технічно надійну, економічно привабливу та автоматизовану систему моніторингу за станом міграції небезпечних речовин на полігонах та звалищах Харківської області.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Незважаючи на чисельні дослідження та публікації [3 – 5], дієвої системи моніторингу за міграцією небезпечних речовин та станом поверхневих та підземних вод на цей час не створено. Враховуючи існуючі тенденції щодо розвитку апаратної реалізації методів моніторингу [6 – 8], актуальною залишається вирішення проблеми раціонального розміщення останніх з урахуванням існуючих обмежень.

Інвентаризація місць видалення відходів на території Харківської області

Обласний центр, міста обласного підпорядкування, райони	Кількість зареєстрованих місць видалення відходів	Загальна площа, тис. кв.м	Загальний фактичний об'єм, тис.куб.м	Кількість місць, що не відповідають діючим нормативам
Всього по області в т.ч. по районах	67	2922	13482,898	66
Балаклійський	4	257,5	919	4
Барвінківський	3	110	0,122	3
Близнюківський	1	40	Дані відсутні	1
Богодухівський	3	75	1,800	3
Борівський	1	39	3754	1
Валківський	4	57	422,18	4
В.Бурлуцький	2	60	196	2
Вовчанський	2	65	Дані відсутні	2
Зміївський	2	130	16189,9	2
Дворічанський	1	15	72	1
Дергачівський	9	129	3070,7	8
Зачепилівський	2	15	81,666	2
Золочівський	3	39,5	34,9	3
Ізюмський	1	285	942	1
Кегичівський	2	60	32,76	2
Красноградський	3	80	336,0	3
Краснокутський	4	77	139,68	4
Коломацький	2	14	1,0	2
Куп'янський	1	70	Дані відсутні	1
Лозівський	4	205	489	4
Нововодолазький	1	30	352,9	1
Первомайський	2	60	718	2
Печенізький	2	20	40,4	2
Сахновщанський	1	60	Дані відсутні	1
Чугуївський	3	95	604,9	3
Харківський	3	806	702,462	3
Шевченківський	1	31	Дані відсутні	1

Постановка задачі та її розв'язання

Розглянемо змістовну постановку задачі раціонального розміщення датчиків для пошарового моніторингу полігонів і сховищ промислових та побутових відходів.

Нехай полігон або сховище промислових та побутових відходів являє собою об'єкт S_0 в арифметичному евклідовому просторі $3D(R^3)$. У якості геометричної моделі об'єкта S_0 будемо розглядати ϕ -об'єкт, що являє собою непорожню точкову множину S і має наступні властивості [9]: S - канонічно замкнена або канонічно відкрита множина; внутрішність ($int S$) і замикання ($cl S$) множини S мають однаковий гомотопічний тип.

Об'єкт S_0 може бути однозв'язним, багатозв'язним, незв'язним і, при цьому, геометричні параметри даного об'єкта змінюються протягом часу. Інакше кажучи, об'єкт S_0 , наприклад, на момент часу t_1 має відповідні геометричні параметри і є однозв'язним, а на момент часу t_2 – незв'язним, і т.ін.

Необхідно розмістити мінімальну кількість датчиків для пошарового моніторингу об'єкта S_0 таким чином, щоб похибка відтворення поля забруднення не перевищувала заданої.

Відповідно до [10], дану задачу можна звести в математичній постановці до класу задач раціонального розбиття точкових множин на підмножини з урахуванням обмежень дискретного та неперервного характеру. В зв'язку з цим, теоретико-множинна постановка задачі визначення раціональної кількості та місць розміщення датчиків для пошарового моніторингу полігонів і сховищ промислових та побутових відходів має наступний вигляд:

$$N(S_0, c) \rightarrow \min, \tag{1}$$

з урахуванням системи обмежень:

$$\left(\bigcup_{k=1}^N S_k \right) \cap cS_0 \rightarrow \emptyset; \tag{2}$$

$$\left(\bigcup_{k=1}^N S_k \right) \cap S_0 = S_0; \tag{3}$$

$$S_k \cap S_l = \emptyset; \quad k = 1, \dots, N; \quad l = k + 1, \dots, N; \tag{4}$$

$$f_k(S_k, c^*, c) \leq e; \quad k = 1, \dots, N. \tag{5}$$

Тут $N(\cdot)$ – кількість підмножин розбиття $S_k(t)$ множини (об'єкта) $S_0(t)$, при цьому кількість датчиків моніторингу $N_d = N_d(N)$; $c = c(x, y, z, t)$ – поле забруднення, що являє собою

неперервну функцію; t – час; $cS_0(t)$ – доповнення $S_0(t)$ до простору R^3 , тобто $S_0(t) \cup cS_0(t) = R^3$; $f_k(\cdot)$ – функція обчислення похибки побудови поля забруднення по підмножині $S_k(t)$; $c^* = c^*(x, y, z, t)$ – поле забруднення, побудоване по даних від датчиків; e – значення припустимої похибки.

Необхідно відзначити, що підмножини розбиття $S_k(t)$ являють собою багатогранники, причому датчики моніторингу розташовуються у вершинах багатогранників.

Таким чином, вираз (1) являє собою цільову функцію задачі визначення раціональної кількості та місць розміщення датчиків для пошарового моніторингу полігонів і сховищ промислових та побутових відходів; вираз (2) – умова належності підмножин розбиття $S_k(t)$ множині $S_0(t)$; вираз (3) – умова розбиття всієї множини $S_0(t)$; вираз (4) – умова взаємного неперетину підмножин розбиття; вираз (5) – обмеження, яке полягає у тому, що похибка побудови поля забруднення по даних від датчиків не повинна перевищувати заданої.

У випадку, коли поле забруднення задано дискретно, тобто існує множина значень поля забруднення у відповідних точках $d_m(x_m, y_m, z_m, t)$, $m = 1, 2, \dots, M$, то вирази (1) і (5) приймають, відповідно, наступний вигляд:

$$N(S_0, d_1, \dots, d_M) \rightarrow \min, \quad (6)$$

$$f_k(S_k, c^*, d_1, \dots, d_M) \leq e; \quad k = 1, \dots, N. \quad (7)$$

Висновки

В даній роботі здійснено постановку задачі визначення раціональної кількості та місць розміщення датчиків для пошарового моніторингу полігонів і сховищ промислових та побутових відходів. Розглянуто особливості даної задачі для випадків завдання поля забруднення у дискретному та неперервному

вигляді. На основі одержаних постановок у подальшому будуть розроблені математична модель та метод розв'язання даної задачі.

Список літератури

1. Про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2008 році: Національна доповідь / [укладач Ю.Ю. Колесніченко]. – К.: Чорнобильінтерінформ, 2009. – 235 с.
2. Про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році: Національна доповідь / [укладач Ю.Ю. Колесніченко]. – К.: Чорнобильінтерінформ, 2010. – 240 с.
3. Управление промышленными отходами: [Уч. пособ. в 2 кн. – Кн. 1] / А.Гриценко, Е. Макаровский, И. Черванев, И. Шеренков. – Х.: РИП «Оригинал», 2000. – 80 с.
4. Избавление биосферы от токсических отходов. Проблема и пути ее эффективного решения. – Соликамск: Сильвинит, 1995. – 247 с.
5. Постановка задачі раціонального розміщення полігонів та сховищ промислових та побутових відходів / Ю.В. Климчук, О.М. Соболев, В.В. Тютюнник, Р.І. Шевченко // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 1(21). – С. 225-227.
6. Широков И.Б. Экологический мониторинг: измерение радиуса зон загрязнения приземного слоя атмосферы вблизи промышленных объектов / И.Б. Широков, О.В. Шабалина // Инж. экол. – 2004. – № 5. – С. 51-58.
7. Катаев О.В. Приборы для проведения мониторинга природных и техногенных объектов / О.В. Катаев, Э.В. Мельник, Г.Л. Трунов // Сейсм. приборы. – 2002. – № 37. – С. 38-42.
8. Стационарные и мобильные комплексы экоаналитического контроля // Приборы + автоматиз. – 2004. – № 11. – С. 42-44.
9. Стоян Ю.Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю.Г. Стоян, С.В. Яковлев. – К.: Наук. думка, 1986. – 268 с.
10. Садковий В.П. Раціональне розбиття множин при територіальному плануванні в сфері цивільного захисту: Монографія / В.П. Садковий, В.М. Комяк, О.М. Соболев: Ун-т цивільного захисту України. – Горлівка: ПП «Видавництво Ліхтар», 2008. – 174 с.

Надійшла до редколегії 26.07.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.М. Фоменко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПОСЛОЙНОГО МОНИТОРИНГА ПОЛИГОНОВ И ХРАНИЛИЩ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНОГЕННОПЕРЕГРУЖЕННЫХ РЕГИОНАХ УКРАИНЫ НА ПРИМЕРЕ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Болотских, Ю.В. Климчук, П.Ю. Пономарев

В работе проведен анализ состояния полигонов и хранилищ промышленных и бытовых отходов Харьковской области, как одного из наиболее техногенноперегруженных регионов Украины. Сформулированы условия задачи рационального размещения элементов системы послойного мониторинга за состоянием миграции опасных веществ в подземных та поверхностных водах в местах размещения последних.

Ключевые слова: полигоны и хранилища промышленных и бытовых отходов, рациональное размещение, мониторинг.

RATIONAL PLACEMENT PROBLEM FORMULATION OF LAYERED MONITORING ELEMENTS OF LANDFILLS AND STORAGES OF INDUSTRIAL AND DOMESTIC WASTE IN ANTHROPOGENLY OVERLOADED REGIONS OF UKRAINE ON KHARKIV REGION EXAMPLE

N.V. Bolotskikh, Yu.V. Klimchuk, P.Yu. Ponomarev

The state of landfills and storages of industrial and household waste Kharkiv region, as one of the most overloaded technological regions of Ukraine have been analyzed in this paper. The conditions for the problem of efficient placement of elements of the layered monitoring of the migration of hazardous substances in groundwater that surface waters in the locations of the latter have been formulated.

Keywords: landfills and storages of industrial and household waste, efficient placement of elements, monitoring.