

УДК 351.861

*Комяк В.М., д-р техн. наук, проф., УЦЗУ,  
Соболь О.М., канд. техн. наук, докторант, УЦЗУ,  
Коссе А.Г., канд. техн. наук, доц., УЦЗУ*

## **РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗБИТТЯ МІСТА НА РАЙОНИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАХИСНИХ СПОРУД**

В роботі наведено моделювання раціонального розбиття території міста на райони функціонування захисних споруд в залежності від заданого часу прибуття населення до сховищ

**Постановка проблеми.** Основною складовою функціонування Єдиної державної системи цивільного захисту населення і територій є підвищення рівня захищеності населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, інакше кажучи, мінімізація можливих втрат від дій надзвичайних ситуацій. Відповідно до [1], шляхи мінімізації втрат наступні:

- зменшення кількості та масштабів катастроф за рахунок профілактики, раннього попередження і т.д.;
- мінімізації сумарних втрат у випадку виникнення певної надзвичайної ситуації.

Очевидно, що наведені шляхи мінімізації втрат від дій надзвичайних ситуацій потребують визначення раціональної кількості територіально розподілених структур в системі цивільного захисту, забезпечення їх підготовленими кадрами, спеціальною технікою та обладнанням, запасами медикаментів, засобами забезпечення життєдіяльності тощо. Таким чином, необхідно вирішити проблему раціонального територіального розподілу елементів системи цивільного захисту, яка є актуальною.

Необхідно відзначити, що існує велика кількість задач раціонального територіального розподілу елементів системи цивільного захисту, розв'язання яких дозволяє вирішити поставлену проблему. Однією із них, безперечно, є задача раціонального розбиття міста на райони функціонування захисних споруд.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В роботі [2] наведено визначення щодо захисних споруд цивільної оборони, класифікація сховищ та їх об'ємно-планувальні рішення і т.ін., а також наведені радіуси збору для укриття людей. Інакше кажучи, виходячи з [2], задача визначення раціональної кількості сховищ

являє собою задачу покриття [3] певної території кругами змінного радіусу. Аналогічну задачу покриття території кругами нормованого (фіксованого) радіусу, що являли собою райони виїзду пожежних депо, було розв'язано в роботі [4]. Але слід зазначити, що такий підхід має цілу низку недоліків: насамперед, неможливо врахувати параметри, що безпосередньо впливають на територіальний розподіл захисних споруд, неможливо визначити границі зон захисту, що є важливим для надійного укриття населення, тобто необхідно чітко визначити житловий сектор, який обслуговує певне сховище, і т. ін. Для подолання вказаних недоліків розглянемо задачу раціонального територіального розподілу захисних споруд як задачу раціонального розбиття точкової множини на підмножини. В роботі [5] наведено методи раціонального розбиття неперервних точкових множин, але ці методи неможливо застосувати у випадку неаналітичної цільової функції, яка має місце в даній задачі. Таким чином, розробка математичної моделі та методу раціонального розбиття територій на райони функціонування захисних споруд є доцільною.

**Постановка завдання та його вирішення.** Розглянемо постановку задачі раціонального територіального розподілу захисних споруд.

Нехай задана деяка множина  $S_0$  (місто) у просторі  $R^2$ , яка у загальному випадку є неопуклою та незв'язною і являє собою  $\varphi$ -об'єкт [3]. Необхідно розбити множину  $S_0$  на мінімальну кількість підмножин  $S_k$ ,  $k = 1, \dots, N$  таким чином, щоб підмножини належали множині розбиття, виконувалася умова розбиття всієї множини, підмножини не перетиналися та час прибуття населення до захисних споруд не перевищував заданого  $T$ .

Математична модель задачі має наступний вигляд

$$N(c_1, c_2) \rightarrow \min_W, \quad (1)$$

де  $W$

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

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

$$S_k \cap S_l = \emptyset; \quad (4)$$

$$\begin{aligned} T_{\max}(S_k) &\leq T; \\ k, l &= 1, \dots, N; k \neq l; \end{aligned} \quad (5)$$

причому  $S_0 \cup cS_0 = R^2$ ;  $c_1$  та  $c_2$  - неперервні характеристики, що описують рельєф місцевості та щільність населення.

Тут (2) – вимога належності підмножин множині розбиття, (3) – вимога розбиття всієї множини, (4) – умова взаємного неперетину підмножин, (5) – додаткова умова розбиття, що пов'язана із часом прибуття населення до захисних споруд.

Таким чином, задачу раціонального розподілу захисних споруд зведено до класу задач раціонального розбиття неперервної незв'язної точкової множини довільними багатокутниками. Як зазначено в роботі [6], область припустимих рішень в даному випадку є обмеженою та незв'язною. В зв'язку з тим, що цільова функція (1) є неаналітичною, для отримання раціонального розв'язку було розроблено модифікований метод гілок та меж [7], причому побудова підмножин розбиття здійснювалася так, як це наведено на рис. 1, причому радіус  $r$  є змінним.

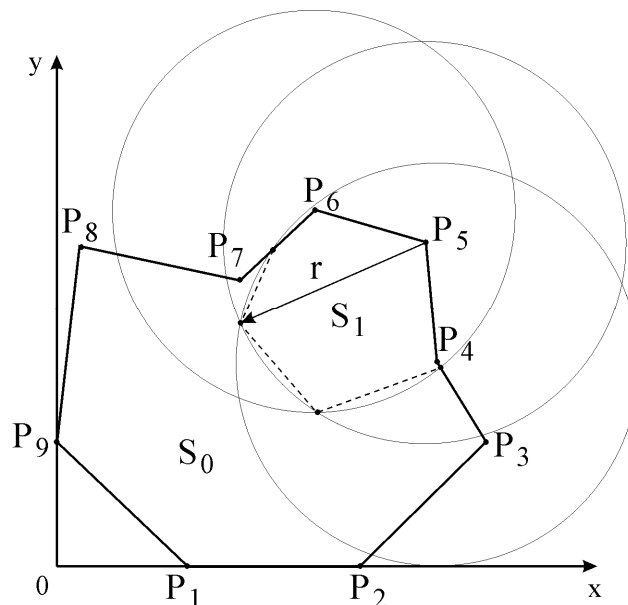


Рис. 1 – Побудова підмножин розбиття

На основі розроблених математичної моделі та методу раціонального розбиття територій на райони функціонування захисних споруд було створено алгоритмічне та програмне забезпечення розв'язання даної задачі. Результати комп'ютерного моделювання раціонального розбиття незв'язної території на райони функціонування захисних споруд наведено на рис. 2, причому заданий час прибуття населення до сховищ, у випадку виникнення надзвичайної ситуації, становив  $T = 4,5$  хв.

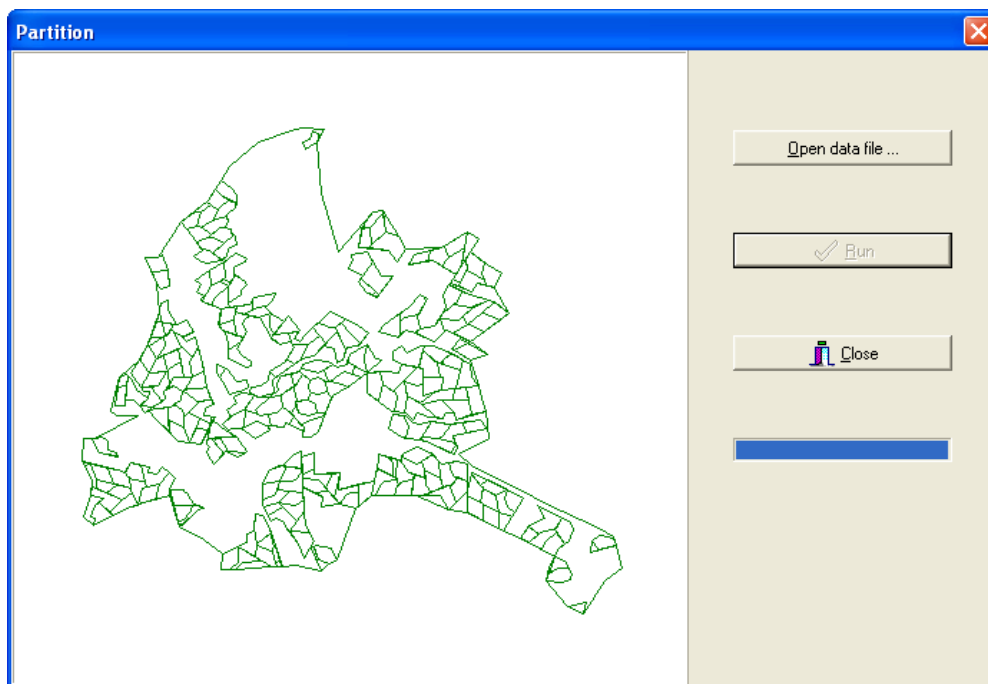


Рис. 2 – Раціональне розбиття незв'язної множини

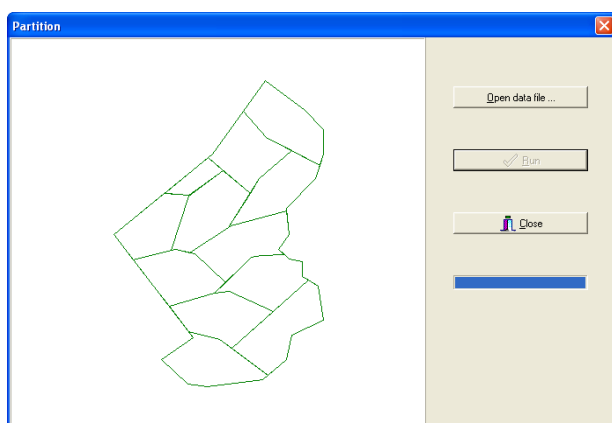


Рис. 3 – Раціональне розбиття одностов'язної множини

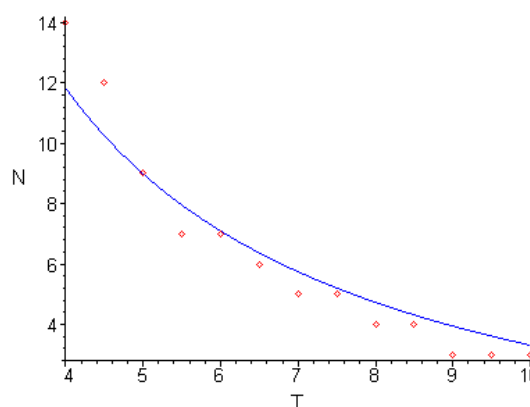


Рис. 4 – Графік залежності кількості районів захисту від заданого часу прибуття населення до сховищ

На рис. 3 наведено результати раціонального розбиття однозв'язної множини на райони функціонування захисних споруд, причому на рис. 4 наведено графік залежності кількості районів захисту (для наведеної на рис. 3 території) від заданого часу  $T$  прибуття населення до сховищ.

Таким чином, графік на рис. 4 дозволяє апріорі оцінити раціональну кількість районів захисту для певної території та прийняти відповідне управлінське рішення.

**Висновки.** В даній роботі наведено моделювання раціонального розбиття територій на райони функціонування захисних споруд. Розв'язання даної задачі дозволяє врахувати такі параметри, що впливають на раціональну кількість районів захисту, як щільність населення і рельєф місцевості, та отримати границі районів захисту, чого до теперішнього часу було зробити неможливо. Побудова графіків залежності раціональної кількості районів захисту певної території від заданого часу прибуття населення до сховищ дозволяє прийняти відповідні управлінські рішення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гиренко П.И., Петров Э.Г. Системологический анализ целей и задач системы предупреждения и локализации чрезвычайных ситуаций / Радиоэлектроника и информатика, 1998, № 4(05).- с.61-64.
2. Довідник з цивільної оборони. – К.: ЗАТ «Укртехногрупа», 2000 р. – 348 с.
3. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. – К.: Наукова думка, 1986. – 268 с.
4. Говаленков С.В., Комяк В.М., Коссе А.Г., Соболев О.М. Оптимізація покриття міста нормованими зонами захисту пожежних депо / Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2001. – Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т.12. – С. 47-49.
5. Киселева Е.М., Шор Н.З. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы приложения: Монография. – К.: Наукова думка, 2005. – 564 с.
6. Соболев О.М. Геометричне моделювання областей припустимих рішень в задачах раціонального розбивання точкової множи-

ни на підмножини / Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К: КНУБА, 2007. – Вип.77. – С. 120-128.

7. Комяк В.М., Соболев О.М. Використання модифікованого методу гілок та меж для розв'язання задач розбивання множини на підмножини довільних багатокутників / Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К: КНУБА, 2005. – Вип.75. – С. 65-75.

#### УДК 504.064.36:550.4

*Крайнюк О.В., канд. техн. наук, доц., УЦЗУ,  
Буц Ю.В., канд. геогр. наук, зав. каф., УЦЗУ*

### **ТЕХНОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ СПОЛУКАМИ СВИНЦЮ ҐРУНТІВ МІСТА ХАРКОВА**

(представлено д-ром техн. наук Соловйом В.В.)

Проаналізовано рівень акумуляції і характер диференціації сполук свинцю на території міста. Встановлено специфіку і оцінено внесок техногенних джерел на забруднення ґрунтів урбанізованої території. Дано обґрунтовану оцінку еколого-гігієнічній ситуації щодо забруднення сполуками свинцю на території Харкова

**Постановка проблеми.** В даний час людство використовує практично всі елементи періодичної системи Д.І. Менделєєва, а виробнича діяльність стала могутнім геохімічним чинником – техногенезом. Особлива роль в процесах техногенезу належить свинцю. Наростання залучення свинцю і його сполук в процеси техногенезу синхронізовані і просторово зв'язані з комплексом антропогенних перетворень навколишнього середовища в межах виробничо-селітебних зон. Ці перетворення призводять до помітних змін екологічного стану екосистеми великих міст і промислових центрів. Екологічні наслідки багаторічних антропогенних навантажень найбільш інформативно виявляються в складі і властивостях ґрунтів – основному природному середовищі, що депонує різні види забруднення, у тому числі і свинцеве. Забруднення навколишнього середовища свинцем та його сполуками у всьому світі визнається однією з головних сучасних екологічних проблем. В даний час промислові підприємства, урбанізовані території та