

*Соболь О.М., д-р техн. наук, нач. каф., НУЦЗУ,
Собина В.О., викл., НУЦЗУ*

МОДЕЛЮВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ОПЕРАТИВНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЦІ

(представлено д-ром фіз.-мат. наук Созніком О.П.)

Наведено особливості математичної моделі та результати комп'ютерного моделювання раціонального розміщення оперативних підрозділів для захисту об'єктів залізниці

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, оперативні підрозділи, об'єкти залізниці

Постановка проблеми. Надзвичайні ситуації, пов'язані з аваріями та катастрофами на транспорті, характеризуються значними наслідками, насамперед, загибеллю або загрозою життю і здоров'ю людей, призводять до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу, завдають шкоду довкіллю. Аналіз статистичних даних за останні роки стосовно надзвичайних ситуацій техногенного характеру свідчить про те, що приблизно третина від загальної кількості загиблих та постраждалих припадає на надзвичайні ситуації, що пов'язані з аваріями та катастрофами на транспорті.

Що стосується залізничного транспорту, то значну небезпеку для транспортних засобів та пішоходів являють собою залізничні переїзди, серед яких 10% не освітлюються. Наявні дефекти у 13% стрілочних переводів, залізничні мости мають 8,5% дефектних прольотних споруд та 27% дефектного мостового полотна на дерев'яних брусах [1].

Серед об'єктів Укрзалізниці нараховуються потенційно небезпечні об'єкти, які підлягають паспортизації, серед яких тунелі, мости, сортувальні станції та станції, на яких проводиться обробка небезпечних вантажів.

Таким чином, існує актуальна проблема підвищення рівня захищеності рухомого складу та об'єктів залізниці від наслідків

надзвичайних ситуацій різного характеру.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як зазначено в роботі [2], одним із шляхів розв'язання даної проблеми є скорочення часу реагування оперативних підрозділів (підрозділів воєнізованої охорони на залізниці та пожежно-рятувальних підрозділів) на надзвичайні ситуації, що пов'язані із залізничним транспортом. Це обумовлено тим, що на період зосередження сил та засобів для ліквідації надзвичайних ситуацій (гасіння пожеж) припадає найбільша частка збитків [3].

Постановку задачі раціонального розміщення підрозділів воєнізованої охорони на залізниці та пожежно-рятувальних підрозділів для захисту об'єктів залізниці наведено в роботі [4]. Загальну математичну модель даної задачі розглянуто в [5]. Особливості методу визначення раціональної кількості та місць розташування оперативних підрозділів для захисту об'єктів залізниці наведено в роботі [2].

Постановка завдання та його вирішення. Метою даної роботи є розробка алгоритму та комп'ютерне моделювання раціонального розміщення оперативних підрозділів для захисту об'єктів залізниці.

Математична модель раціонального розміщення оперативних підрозділів наведена в роботі [5]. Але слід зауважити, що в даній роботі райони виїзду оперативних підрозділів розглядалися як кола змінного радіусу. В тому випадку, коли райони обслуговування являють собою випуклі багатокутники зі змінними метричними характеристиками, математична модель визначення раціональної кількості та місць розташування оперативних підрозділів для захисту об'єктів залізниці приймає наступний вигляд:

$$\min_{W} N, \quad (1)$$

де W :

$$\begin{aligned} & \left(\bigcup_{u=1}^{N_u} L_u^0 \left(P_{L_u,1}^0, \dots, P_{L_u,n_{L_u}}^0, L_u \right) \right) \cap \left(\bigcup_{i=1}^N S_i(p_i) \right) \rightarrow \\ & \rightarrow \left(\bigcup_{u=1}^{N_u} L_u^0 \left(P_{L_u,1}^0, \dots, P_{L_u,n_{L_u}}^0, L_u \right) \right); \end{aligned} \quad (2)$$

$$\omega(m_i, m_j, p_i, p_j) \rightarrow 0, \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad j = i + 1, \dots, N; \quad (3)$$

$$m_i = (x_1^i, y_1^i, x_2^i, y_2^i, \dots, x_{n_i}^i, y_{n_i}^i);$$

$$m_j = (x_1^j, y_1^j, x_2^j, y_2^j, \dots, x_{n_j}^j, y_{n_j}^j);$$

$$\omega(m_i, m_v, p_i, p_v) \rightarrow 0, \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad v = 1, 2, \dots, N_v; \quad (4)$$

$$m_v = (x_1^v, y_1^v, x_2^v, y_2^v, \dots, x_{n_v}^v, y_{n_v}^v);$$

$$\omega(m_i, m_{cS_0}, p_i, p^0) \rightarrow 0; \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad cS_0 \cup S_0 = R^2. \quad (5)$$

Тут m_i та m_j - метричні характеристики районів виїзду оперативних підрозділів, які являють собою координати вершин випуклих багатокутників в локальних системах координат; $p_i(x_i, y_i)$ та $p_j(x_j, y_j)$ - параметри розміщення випуклих багатокутників (координати полюсів багатокутників в глобальній системі координат); m_v та $p_v(x_v, y_v)$ - метричні характеристики та параметри розміщення об'єктів заборони; m_{cS_0} та $p^0(0,0)$ - метричні характеристики доповнення області S_0 , якій належать ділянки залізниці L_u^0 , до простору R^2 та параметри розміщення області S_0 , що співпадають з початком глобальної системи координат.

Таким чином, обмеження (2) описує вимогу максимального покриття об'єктів захисту, обмеження (3) являє собою умову мінімуму взаємного перетину районів виїзду оперативних підрозділів, обмеження (4) – умова мінімуму взаємного перетину районів виїзду з об'єктами заборони, обмеження (5) описує умову належності районів виїзду області S_0 .

Слід зауважити, що задача (1)÷(5) відноситься до класу задач оптимального покриття, а для формалізації обмежень (3)÷(5) використано ω -функції покриття, аналітичний вигляд яких наведено в роботі [6].

Область припустимих розв'язків даної задачі є дискретною, а для її розв'язання було розроблено метод послідовного поодинокого покриття [2]. На основі створеного методу розв'язання задачі було розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення у середовищі Delphi щодо розв'язання задачі визначення раціональної кількості та місць розташування підрозділів воєнізованої охорони на залізниці та пожежно-рятувальних підрозділів для захисту рухомого складу та об'єктів залізничного транспорту.

Результати комп'ютерного моделювання раціонального розміщення оперативних підрозділів наведено на рис. 1. В якості об'єкта захисту розглядається ділянка залізниці Красноград – Кегичівка (Харківська область). Метричні характеристики та параметри розміщення відповідних районів захисту записуються у файл.

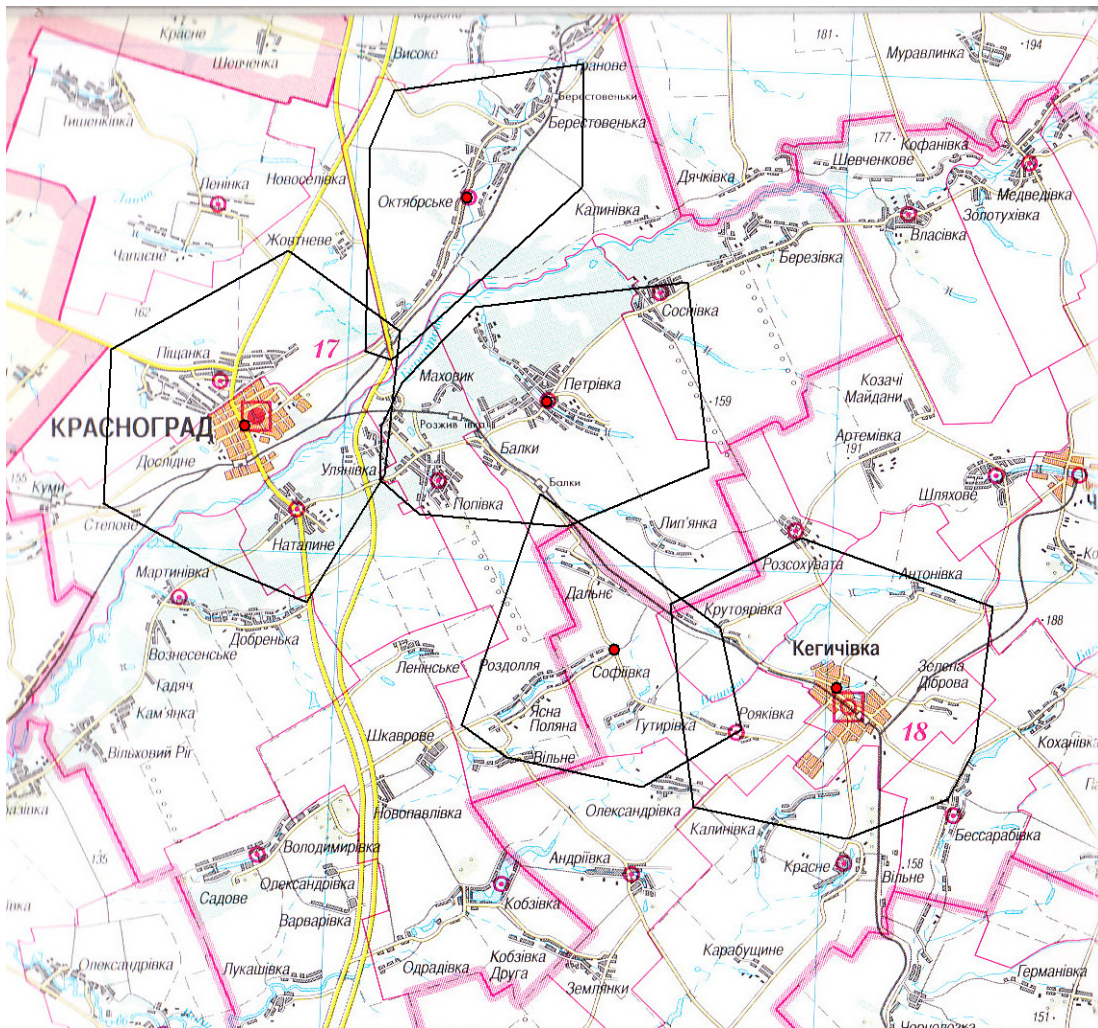


Рис. 1 – Результат комп'ютерного моделювання раціонального покриття об'єкту захисту районами виїзду оперативних підрозділів

Необхідно відзначити, що визначення метричних характеристик та параметрів розміщення районів виїзду оперативних підрозділів здійснювалося з урахуванням часу досягнення найвіддаленішої точки району виїзду, існуючої сітки доріг та рельєфу місцевості.

Висновки. В даній роботі наведено особливості математичної моделі визначення раціональної кількості та місць розташування оперативних підрозділів для захисту об'єктів залізниці для випадку, коли райони виїзду являють собою випуклі багатокутники зі змінними метричними характеристиками. Результати комп'ютерного моделювання дозволять прийняти управлінські рішення про створення підрозділів місцевої пожежної охорони у відповідних населених пунктах та виявити труднодоступні ділянки залізниці, що потребує, в подальшому, вдосконалення тактики дій оперативних підрозділів по захисту рухомого складу та об'єктів залізничного транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>
2. Комяк В.М. Особливості методу визначення раціональної кількості та місць розташування оперативних підрозділів для захисту об'єктів залізниці / В.М. Комяк, О.М. Соболев, А.Г. Коссе, В.О. Собина // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. Вип. 11. – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 74-79.
3. Юхимчук С.В. Моделі автоматизації вироблення рекомендацій керівнику гасіння пожежі на залізничному транспорті: Монографія / Юхимчук С.В., Кацман М.Д.: Вінницький національний технічний університет. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.–144 с.
4. Комяк В.М. Постановка задачі раціонального розміщення оперативних підрозділів для захисту рухомого складу та об'єктів залізничного транспорту / В.М. Комяк, О.М. Соболев, В.О. Собина // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. Вип. 9. – Харків: УЦЗУ, 2009. – С. 56 – 62.
5. Комяк В.М. Загальна математична модель раціонального розміщення оперативних підрозділів для захисту рухомого складу та об'єктів залізничного транспорту / В.М. Комяк,

Моделювання раціонального розміщення оперативних підрозділів для захисту об'єктів залізниці

О.М. Соболев, В.О. Собица // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон: ХНТУ, 2009. – Вып. 2(35). – С. 241-246.

6. Соболев О.М. Побудова ω – функцій в задачах покриття заданої області геометричними об'єктами зі змінними метричними характеристиками / Соболев О.М, Собица В.О, Тур О.М // Міжвідомчий науково – технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка». Випуск 86. Відповідальний редактор В.Є. Михайленко. – К.: КНУБА, 2010р. – С. 118-122.

Соболев А.Н., Собица В.А.

Моделирование рационального размещения оперативных подразделений для защиты железнодорожных объектов

Приведены особенности математической модели и результаты компьютерного моделирования рационального размещения оперативных подразделений для защиты железнодорожных объектов

Ключевые слова: компьютерное моделирование, оперативные подразделения, железнодорожные объекты

Sobol O.M., Sobina V.O.

Modeling the rational placements of operational subdivisions for defense the railway objects

Characteristics of mathematical model and results of computer modeling the rational placements of operational subdivisions for defense the railway objects are given

Key words: computer modeling, operational subdivisions, railway objects