
УДК 351.861:514.18

В.О. Собина

Національний університет цивільного захисту України, Харків

МОДЕЛЮВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПОКРИТТЯ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЦІ РАЙОНАМИ ВІЇЗДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Наведено особливості математичної моделі та результати комп'ютерного моделювання раціонального покриття об'єктів залізниці районами виїзду пожежно-рятувальних підрозділів в сільській місцевості.

Ключові слова: *комп'ютерне моделювання, пожежно-рятувальні підрозділи, об'єкти залізниці.*

Вступ

Постановка проблеми. Залізничний транспорт відіграє значну роль у економіці країни, оскільки від

його роботи залежить розвиток та нормальне функціонування підприємств промисловості, сільського господарства та ін. Найважливішою вимогою до роботи залізниці є забезпечення безпеки руху поїздів,

безпеки пасажирів та обслуговуючого персоналу і т.д. Але слід зауважити, що на теперішній час зношеність основних фондів залізниці складає майже 85% [1]. Більш того, 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 [2].

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.

Одним із шляхів розв'язання даної проблеми є скорочення часу реагування пожежно-рятувальних підрозділів, які розташовані у сільській місцевості, 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 [1].

Постановку задачі раціонального розміщення пожежно-рятувальних підрозділів для захисту об'єктів залізниці наведено в роботі [3]. Загальну математичну модель даної задачі розглянуто в [4]. Особливості методу визначення раціональної кількості та місць розташування пожежно-рятувальних підрозділів для захисту об'єктів залізниці наведено в роботі [5].

Постановка задачі та її розв'язання. Метою даної роботи є розробка алгоритму та комп'ютерне моделювання раціонального покриття об'єктів залізниці районами виїзду пожежно-рятувальних підрозділів.

Основний розділ

Математична модель раціонального розміщення оперативних підрозділів наведена в роботі [4]. Але слід зауважити, що в даній роботі райони виїзду оперативних підрозділів розглядалися як кола змінного радіусу. В тому випадку, коли райони обслуговування являють собою невіпуклі багатокутники зі змінними метричними характеристиками, математична модель визначення раціональної кількості та місць розташування пожежно-рятувальних підрозділів для захисту об'єктів залізниці приймає такий вигляд:

$$\min_w N, \quad (1)$$

$$\text{де } W : \left(\bigcup_{u=1}^{N_u} L_u^0 \left(P_{L_u,1}^0, \dots, P_{L_u,n_{L_u}}^0, L_u \right) \right) \cap \left(\bigcup_{i=1}^N S_i(P_i) \right) \rightarrow \left(\bigcup_{u=1}^{N_u} L_u^0 \left(P_{L_u,1}^0, \dots, P_{L_u,n_{L_u}}^0, L_u \right) \right); \quad (2)$$

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

$$m_i = \left(x_1^i, y_1^i, x_2^i, y_2^i, \dots, x_{n_i}^i, y_{n_i}^i \right); \\ \omega(m_i, m_v, p_i, p_v) \rightarrow 0; \quad i = 1, 2, \dots, N; \\ v = 1, 2, \dots, N_v; \quad ; \quad (4)$$

$$m_v = \left(x_1^v, y_1^v, x_2^v, y_2^v, \dots, x_{n_v}^v, y_{n_v}^v \right) \\ \omega(m_i, m_{cS_0}, p_i, p^0) \rightarrow 0; \quad (5) \\ i = 1, 2, \dots, N; \quad cS_0 \cup S_0 = R^2.$$

Тут m_i та m_j – метричні характеристики районів виїзду пожежно-рятувальних підрозділів (координати вершин невіпуклих багатокутників в локальних системах координат); $p_i(x_i, y_i)$ та $p_j(x_j, y_j)$ – параметри розміщення невіпуклих 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 пожежно-рятувальних 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 [6]. На основі створеного методу розв'язання задачі було розроблено алгоритм та програмне забезпечення у середовищі Delphi щодо розв'язання задачі раціонального покриття об'єктів залізниці районами виїзду пожежно-рятувальних підрозділів.

Результати комп'ютерного моделювання раціонального розміщення оперативних підрозділів наведено на рис. 1. В якості об'єкта захисту розглядається ділянка залізниці Первомайський – Лозова (Харківська область). Слід зазначити, що враховано наявність пожежно-рятувальних підрозділів в м. Первомайський та у м. Лозова. Під час розрахунків швидкість пожежно-рятувального автомобіля приймалась 30 км/год., а час прибуття пожежно-

рятувального підрозділу у найвіддаленішу точку району виїзду – 20 хв. Район виїзду пожежно-рятувального підрозділу розглядався у вигляді не-випуклого багатокутника. Метричні характеристики та параметри розміщення відповідних районів захисту записуються у файл.

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.

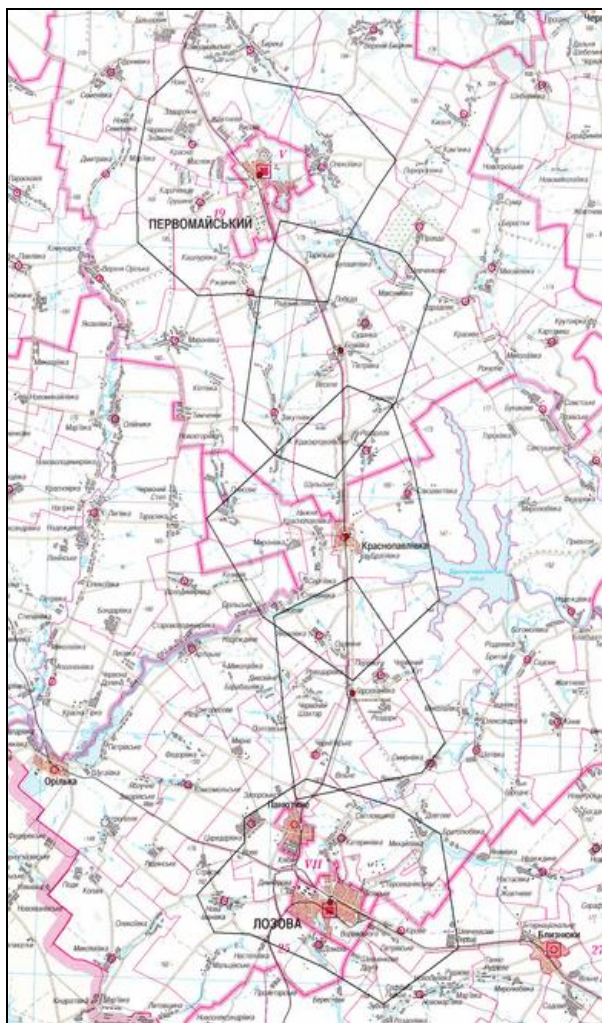


Рис. 1. Результат комп'ютерного моделювання раціонального покриття об'єкту захисту районами виїзду пожежно-рятувальних підрозділів

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ РАЙОНАМИ ВЫЕЗДА ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

В.О. Собина

Приведены особенности математической модели и результаты компьютерного моделирования рационального покрытия объектов железной дороги районами выезда пожарно-спасательных подразделений в сельской местности.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, пожарно-спасательные подразделения, объекты железной дороги.

DESIGN OF RATIONAL COVERAGE OF OBJECTS OF RAILWAY BY DISTRICTS OF DEPARTURE OF FIRE-RESCUE SUBDIVISIONS

V.O. Sobina

The features of mathematical model and results of computer design of rational coverage of objects of railway are resulted by the districts of departure of fire-rescue subdivisions in rural locality.

Keywords: computer design, fire-rescue subdivisions, objects of railway.

ВИСНОВКИ

В даній роботі наведено особливості математичної моделі визначення раціональної кількості та місць розташування пожежно-рятувальних підрозділів у сільській місцевості для захисту об'єктів залізниці для випадку, коли райони виїзду являють собою не-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 пожежно-рятувальних підрозділів по захисту рухомого складу та об'єктів залізничного транспорту.

Список літератури

1. Юхимчук С.В. *Моделі автоматизації вироблення рекомендацій керівнику гасіння пожежі на залізничному транспорті: моногр.* / С.В. Юхимчук, М.Д. Кацман Вінницький національний технічний університет. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 144 с.

2. *Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні.* [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>.

3. 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.* – Х.: УЦЗУ, 2009. – Вип. 9. – С. 56-62.

4. Комяк В.М. *Загальна математична модель раціонального розміщення оперативних підрозділів для захисту рухомого складу та об'єктів залізничного транспорту* / В.М. Комяк, О.М. Соболев, В.О. Собина // *Вестник Херсонського національного технічного університету.* – Херсон: ХНТУ, 2009. – Вип. 2(35). – С. 241-246.

5. *Особенности метода 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.* – Х.: УЦЗУ, 2010. – Вип. 11. – С. 74-79.

6. Стоян Ю.Г. *Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования* / Ю.Г. Стоян, С.В. Яковлев. – К.: Наукова думка, 1986. – 268 с.

Надійшла до редколегії 9.12.2010

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