

УДК 514.18

DOI: 10.33310/2524-0978-2019-1-7-26-32

Світлана КРАВЦІВ

kravtsiv1992@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6426-3473

Олександр СОБОЛЬ

ORCID: 0000-0002-7133-6519

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПУКЛИХ БАГАТОКУТНИКІВ НА ПРИКЛАДІ БЛИЗНЮКІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Робота присвячена розробці способів оптимізації розміщення оперативно-рятувальних підрозділів та реалізації розміщення оперативно-рятувальних підрозділів за допомогою опуклих багатокутників на прикладі Близнюківського району Харківської області.

Ключові слова: оперативно-рятувальний підрозділ, оптимізація розміщення, метод оптимізації, час прямування.

Постановка проблеми

Аналіз існуючих методів розподілу оперативно-рятувальних підрозділів дозволив відзначити, що в якості цільової функції розглядається час прямування підрозділів до місця виклику, але при цьому не враховуються наслідки надзвичайних ситуацій та небезпечних подій на відповідних територіях, а також не враховуються інші види техногенних небезпек окрім пожежної. Це дозволяє зробити висновок про необхідність розробки методу мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій шляхом оптимізації розміщення оперативно-рятувальних підрозділів за рівнем інтегрального ризику небезпечних подій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В Україні питанням оптимізації розміщення об'єктів (у тому числі оперативно-рятувальних підрозділів) у сфері цивільного захисту присвячено наукові праці таких вчених, як Комяк В.М., Куценко Л.М., Соболев О.М., Стоян Ю.Г., Чуб І.А., Яковлев С.В. та ін. Роботи [1-4] присвячені розробці методу обґрунтування раціональних розмірів оперативно-рятувальної служби, що проектується в рамках обмежених ресурсів, які виділяються містом, а також продовжують розвиток методу оптимізації роз-

міщення геометричних об'єктів, який дозволив в рамках заданого вектора ресурсів вперше визначити характеристики пожежних служб нових районів міст: мінімальну нормовану кількість пожежних депо та їх найкращі місця розташування з точки зору часу досягнення найвіддаленішої дільниці району виїзду. Метод враховує різну пожежну небезпеку об'єктів району та щільність його забудови, різну інвестиційну вартість земельних ділянок, геометричні умови перетинання районів виїзду підрозділів з областями заборони та умови розміщення зазначених підрозділів в заданій області. Роботи [5, 6] направлені на розробку методу та способів геометричного моделювання раціонального покриття заданих областей плоскими об'єктами зі змінними метричними характеристиками та їх застосування для нормування ресурсів оперативних підрозділів цивільного захисту.

В роботі [7] вказано, якщо час прибуття підрозділу до місця пожежі не перевищує 5 хвилин, то це призводить до 1 загиблого в середньому на 26-30 пожеж, а при часі руху 21-30 хвилин – до 1 загиблого на кожні 12 пожеж.

Постановка завдання

Метою роботи є реалізація методу оптимізації розміщення оперативно-рятувальних

підрозділів за рівнем інтегрального ризику небезпечних подій на прикладі Близнюківського району Харківської області.

Виклад основного матеріалу

В роботі [8] розроблено модель та метод оптимального покриття опуклими багатокутниками заданої області з дискретними елементами. Розглянемо чисельну реалізацію цього методу на прикладі Близнюківського району Харківської області. Вибір даного об'єкта обумовлений тим, що він відноситься до об'єктів з найменшим коефіцієнтом покриття (0,23) районами виїзду оперативно-рятувальних підрозділів. Як наслідок, середній час прямування на небезпечні події становить 30,74 хв., що перевищує нормативний час, який становить 20 хв.

На території Близнюківського району Харківської області знаходяться 7 потен-

ційно небезпечних об'єктів та 1 об'єкт підвищеної безпеки, а саме:

- 6 ПНО та 1 ОПН у смт. Близнюки;
- 1 ПНО у с. Самійлівка.

Слід відзначити, що на даних об'єктах існує можливість виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з пожежею та вибухом, викидом НХР.

На теперішній час на території Близнюківського району функціонує один оперативно-рятувальний підрозділ (ДПРЧ-10 [9]), район виїзду якого наведений на рис. 1. При розрахунку району виїзду було враховано обмеження (8) зазначеного в роботі [8] математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів, причому швидкість оперативно-рятувального автомобіля по існуючій сітці доріг становить 30 км/год [10].

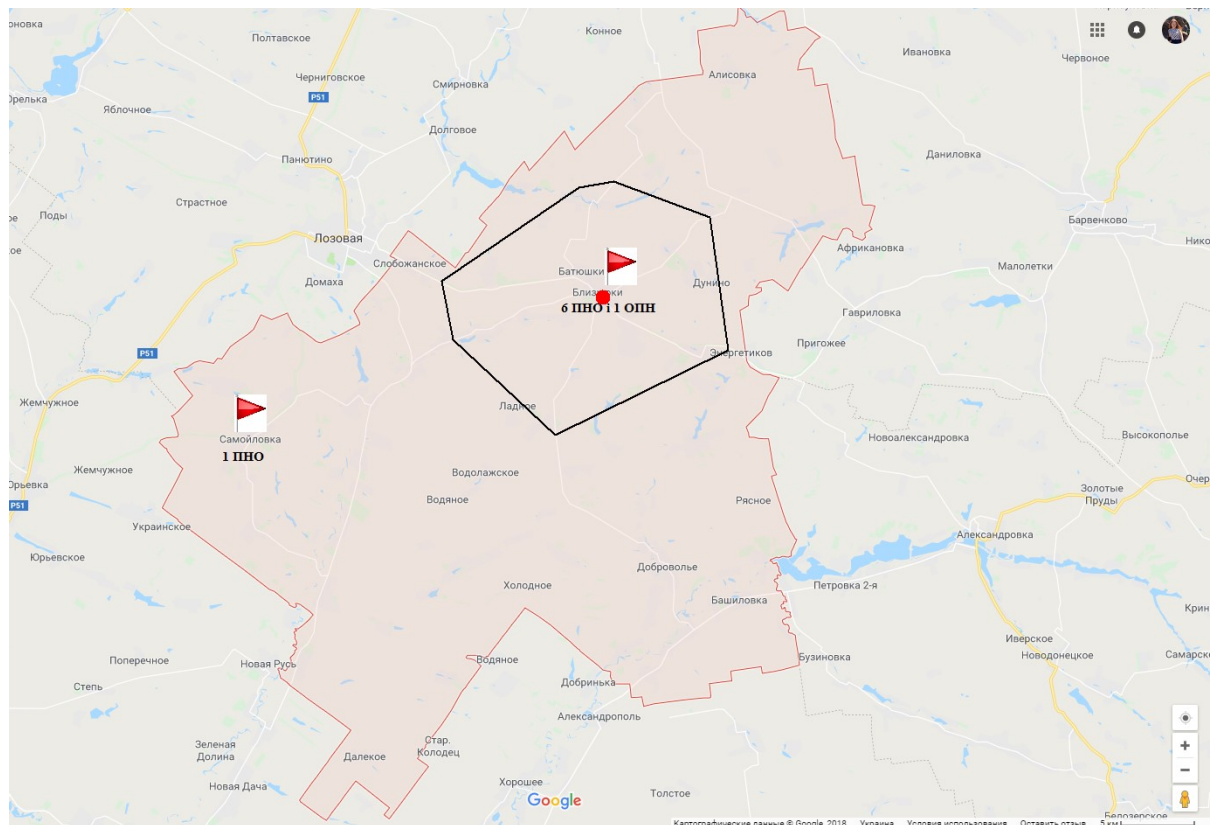


Рис. 1. Район виїзду оперативно-рятувального підрозділу, розташованого в смт. Близнюки

У якості припустимих місць розподілу оперативно-рятувальних підрозділів було розглянуто 19 населених пунктів, з яких у

перспективі будуть сформовані 3 об'єднані територіальні громади [11], а саме: с. Алісівка, с. Башилівка, с. Берестове, с. Бурбу-

латове, с. Верхня Самара, с. Добровілля, с. Квітневе, с. Криштопівка, с. Лукашівка, с. Надеждине, с. Новонадеждине, с. Новоукраїнка, с. Олексіївка, с. Острівщина, с. Вишневе, с. Самійлівка, с. Семенівка, с. Софіївка Перша, с. Уплатне.

Розподіл оперативно-рятувальних підрозділів розглядається 8 способами:

1) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах) S_d , $d = 1, \dots, D$, в яких (поруч з якими) знаходяться потенційно небезпечні об'єкти та/або об'єкти підвищеної небезпеки.

2) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в ОТГ (населених пунктах) S_d , $d = 1, \dots, D$, в яких (поруч з якими) знаходяться потенційно небезпечні об'єкти та/або об'єкти підвищеної небезпеки. При цьому враховуються райони виїзду існуючих оперативно-рятувальних підрозділів.

3) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах) S_d , $d = 1, \dots, D$, в яких (поруч з якими) знаходяться потенційно небезпечні об'єкти та/або об'єкти підвищеної небезпеки. При цьому враховуються обмежені ресурси на створення відповідних підрозділів.

4) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах) S_d , $d = 1, \dots, D$, в яких (поруч з якими) знаходяться потенційно небезпечні об'єкти та/або об'єкти підвищеної небезпеки. При цьому враховуються райони виїзду існуючих оперативно-рятувальних підрозділів та обмежені ресурси на створення відповідних підрозділів.

5) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах), що належать області $\bigcap_{d=1}^D P'_d$, де об'єкти P'_d визначаються за до-

помогою обмеження (8) зазначеного в роботі [8].

6) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах), що належать області $\bigcap_{d=1}^D P'_d$.

При цьому враховуються райони виїзду існуючих оперативно-рятувальних підрозділів.

7) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах), що належать області $\bigcap_{d=1}^D P'_d$.

При цьому враховуються обмежені ресурси на створення відповідних підрозділів.

8) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах), що належать області $\bigcap_{d=1}^D P'_d$. При цьому враховуються райони

виїзду існуючих оперативно-рятувальних підрозділів та обмежені ресурси на створення відповідних підрозділів.

Оскільки задача розподілу оперативно-рятувальних підрозділів розв'язується з урахуванням району виїзду існуючого підрозділу, то для реалізації математичної моделі (2)-(9) розробленої в роботі [8] розглядаються способами 2, 4, 6, 8. Разом з тим, оскільки в даному випадку область

$\bigcap_{d=1}^D P'_d = \emptyset$, тобто не існує множини насе-

лених пунктів, з яких в рамках нормованого часу прямування можна здійснити захист потенційно небезпечних об'єктів у Близнюківському районі, то для розподілу нових підрозділів застосуємо способи 2 та 4.

Результат застосування способу 2 наведено на рис. 2.

Можна зробити висновок, що всі обмеження математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів виконані, при цьому рекомендується створення нових підрозділів в таких населених пунк-

тах: с. Самійлівка (місцевий підрозділ), с. Добровілля (добровільний підрозділ), с. Криштопівка (добровільний підрозділ), с. Новонадеждине (добровільний підрозділ), с. Семенівка (добровільний підрозділ).

У с. Самійлівка необхідно створити місцевий оперативно-рятувальний підрозділ, оскільки в даному населеному пункті знаходиться потенційно небезпечний об'єкт.

Розглянемо застосування способу 4 для розв'язання задачі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів по території Близнюківського району Харківської області. В даному випадку задача розв'язується з урахуванням обмежених ресурсів на створення нових оперативно-рятувальних підрозділів.

Так, якщо існують ресурси на створення одного нового підрозділу, то зазначений підрозділ має розміщуватися, вихо-

дячи з обмежень математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів, у с. Самійлівка (рис. 3).

В тому випадку, коли існують ресурси на створення 2 нових оперативно-рятувальних підрозділів, то зазначені підрозділи мають бути розміщені, виходячи з обмежень математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів, у с. Самійлівка та с. Добровілля (рис. 4).

Слід відзначити, що аналогічно, використовуючи способи 1-8, можна здійснити розподіл оперативно-рятувальних підрозділів по території всіх районів не тільки Харківської області, але й інших адміністративно-територіальних одиниць України з урахуванням цільової функції та обмежень математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів за рівнем інтегрального ризику.

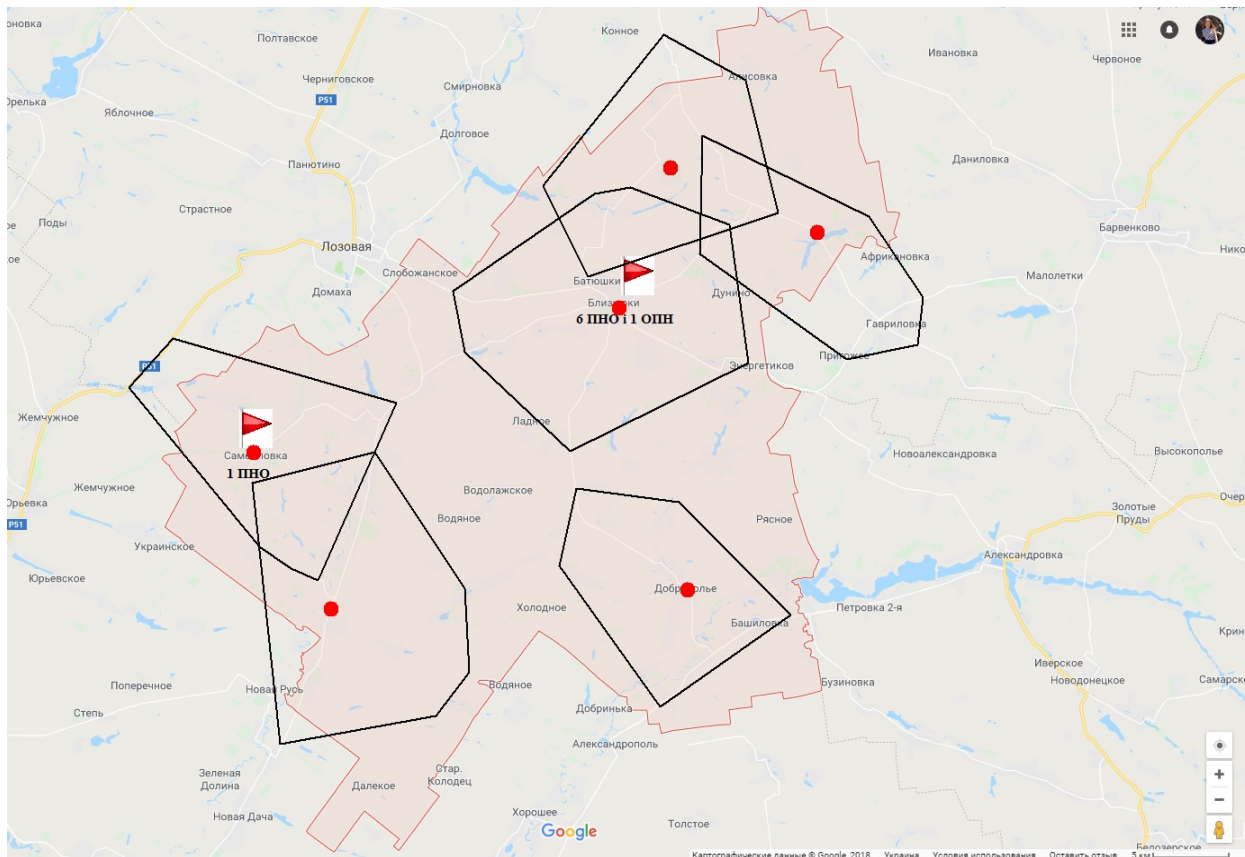


Рис. 2. Розподіл оперативно-рятувальних підрозділів по території Близнюківського району за допомогою способу 2

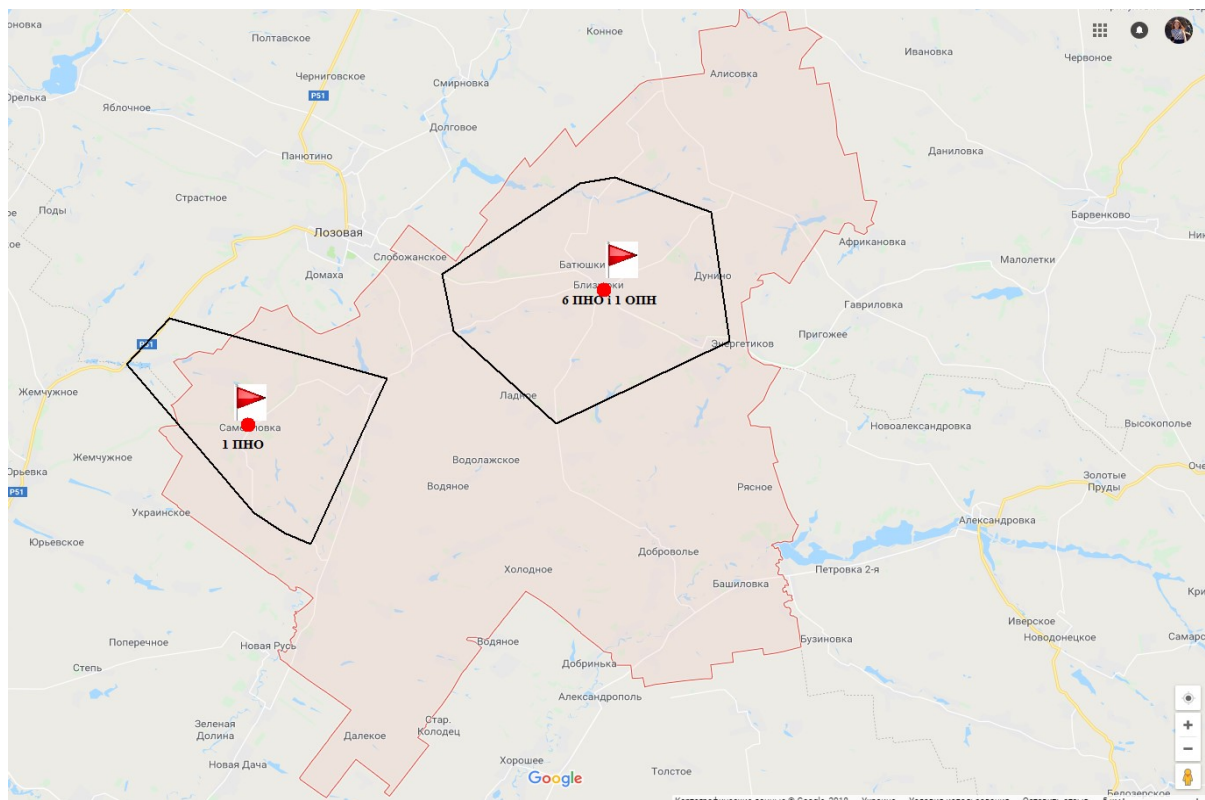


Рис. 3. Розподіл оперативно-рятувальних підрозділів по території Близнюківського району за допомогою способу 4 з урахуванням ресурсів на створення 1 нового підрозділу

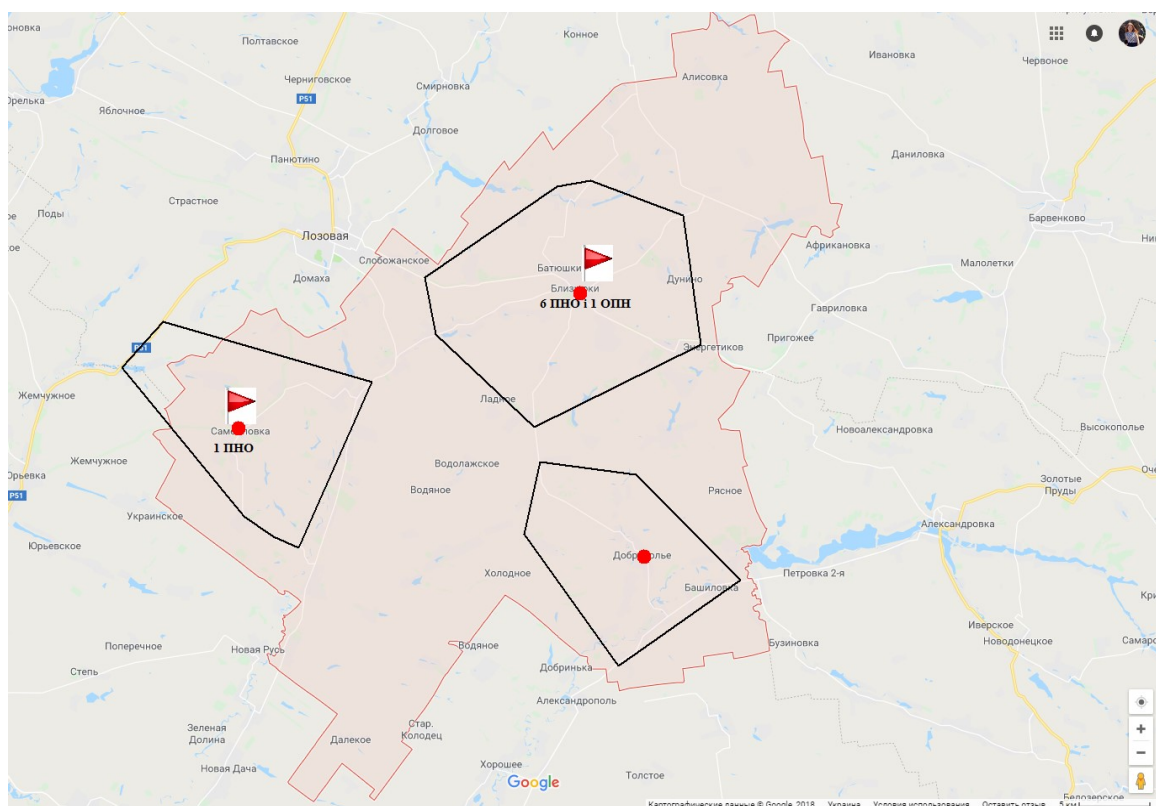


Рис. 4. Розподіл оперативно-рятувальних підрозділів по території Близнюківського району за допомогою способу 4 з урахуванням ресурсів на створення 2 нових підрозділів

Висновки і перспективи досліджень

В роботі розроблено 8 способів для реалізації математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів за рівнем інтегрального ризику надзвичайних ситуацій та небезпечних подій і врахування її особливостей, а саме: існуючих районів виїзду оперативно-рятувальних підрозділів та обмежених ресурсів на створення даних підрозділів. Зазначені способи дозволяють здійснити різні види розподілу оперативно-рятувальних підрозділів з урахуванням інтегрального ризику надзвичайних ситуацій та небезпечних подій, а одержані оцінки складності дозволяють визначити кількість варіантів розподілу підрозділів, які необхідно проаналізувати для знаходження екстремуму цільової функції.

Проведено чисельну реалізацію методу розподілу оперативно-рятувальних під-

розділів за рівнем інтегрального ризику надзвичайних ситуацій та небезпечних подій на прикладі Близнюківського району Харківської області. Це дозволило визначити населені пункти на території району, в яких необхідно створити нові оперативно-рятувальні підрозділи, та визначити вид зазначених підрозділів. Слід відзначити, що задачу було розв'язано з урахуванням цільової функції та обмежень математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів за рівнем інтегрального ризику надзвичайних ситуацій та небезпечних подій. Було також показано вплив обмежених ресурсів на розподіл оперативно-рятувальних підрозділів на території Близнюківського району Харківської області.

Перспективи подальших досліджень будуть направлені на розв'язання задачі покриття іншими розробленими способами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Комяк В.М., Коссе А.Г. Пожарные аспекты геометрического моделирования в градостроении. *Прикладная геометрия и инженерная графика*. Мелитополь: ТГАТА, 1998. Вып.4. Т.2. С. 62-64.
2. Комяк В.М., Коссе А.Г. Перспективное планирование размещения пожарных депо в градостроении. *Перспективы совершенствования деятельности органов внутренних дел и государственной противопожарной службы*: тез. докл. межвузовской науч.-практ. конф. Иркутск: ВСИ МВД РФ, 1999. С. 10-11.
3. Коссе А.Г. Метод раціонального розміщення пожежних депо при проектуванні і оновленні районів міста: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.02 «Пожежна безпека». Харків, 2001. 19 с.
4. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. Киев: Наук. Думка, 1986. 268 с.
5. Комяк В.М., Соболев О.М., Собино В.О. Постановка задачі раціонального розміщення оперативних підрозділів для захисту рухомого складу та об'єктів залізничного транспорту. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. Харків, 2009. Вип. 9. С. 56-62.
6. Комяк В.М., Соболев О.М., Собино В.О. Метод геометричного моделювання визначення раціональної кількості та місць розташування оперативних підрозділів для захисту об'єктів залізниці. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. Київ: КНУБА, 2009. Вип. 82. С. 64-68.
7. Дорожня галузь України. URL: <http://www.dorogy.com.ua/> (дата звернення 04.03.2019).
8. Комяк В.М., Соболев О.М., Кравців С.Я., Чуб І.А. Моделювання покриття опуклими багатокутниками заданої області з дискретними елементами. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон: ХНТУ, 2018. № 3 (66). Т. 2. С. 147-152.
9. ГУ ДСНС України в Харківській області (офіційний сайт ГУ). URL: <http://kharkiv.dsns.gov.ua/ua/Pidporjadkovani-pidrozdili-Golovno-go-upravlinnya.html/> (дата звернення 04.03.2019).
10. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж: затв. на-

- казом МВС України від 26 квітня 2018 р. № 340. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18/sp:max20#n10> (дата звернення 05.11.2018).
11. Харківська обласна рада (офіційний сайт обласної ради). URL: <http://oblrada.kharkov.ua/ua/196-pres-tsentr/news-all/13049-459-gromad-kharkivskoji-oblasti-planuetsya-ob-ednati-u-62-teritorialni-gromadi/> (дата звернення 04.03.2019).

Svitlana KRAVTSIV, Oleksandr SOBOL
Kharkiv

**OPTIMIZATION OF PLACEMENT OF OPERATIVE- RESCUE UNITS WITH HELP
BY CONVEX POLYGONS IN THE EXAMPLE OF THE BLIZNYUKOVSKYY
DISTRICT OF THE KHARKIV REGION**

The analysis of the existing methods of distribution of operational and rescue units allowed to note that the target function is the time of heading units to the place of call, but does not take into account the consequences of emergencies and dangerous events in the areas, and also exclude other types of man-made hazards other than fire. This allows us to conclude that it is necessary to develop a method for minimizing the consequences of emergencies by optimizing the location of operational and rescue units at the level of integral risk of dangerous events.

Keywords: operative-rescue unit, optimization of location, method of optimization, arrive time.

Светлана КРАВЦИВ, Александр СОБОЛЬ
Харьков

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОПЕРАТИВНО-СПАСИТЕЛЬНЫХ
ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ВЫПУКЛЫХ МНОГОУГОЛЬНИКОВ
НА ПРИМЕРЕ БЛИЗНЮКОВСКОГО РАЙОНА ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Работа посвящена разработке способов оптимизации размещения оперативно-спасательных подразделений и реализации размещения оперативно-спасательных подразделений с помощью выпуклых многоугольников на примере Близнюковского района Харьковской области.

Ключевые слова: оперативно-спасательное подразделение, оптимизация размещения, метод оптимизации, время следования.

Стаття надійшла до редколегії 04.03.2019