

*А.Я. Калиновський, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ,
Р.І. Коваленко, ад'юнкт, НУЦЗУ*

**ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОГО ЕФЕКТУ ВІД ОСНАЩЕННЯ
ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ М. ХАРКОВА
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИМИ МОБІЛЬНИМИ ПОЖЕЖНО-
РЯТУВАЛЬНИМИ КОМПЛЕКСАМИ КОНТЕЙНЕРНОГО ТИПУ**
(представлено д.т.н. Ларіним О.М.)

Проведено оцінку можливого ефекту від оснащення пожежно-рятувальних підрозділів багатофункціональними мобільними пожежно-рятувальними комплексами контейнерного типу. У якості критерію ефективності було обрано довжину маршруту прямування автомобілів до місця виклику. Основним методом дослідження є геопросторовий аналіз.

Ключові слова: оцінка ефективності, ймовірність безвідмовної роботи, геопросторовий аналіз, маршрут прямування, багатофункціональний мобільний пожежно-рятувальний комплекс контейнерного типу.

Постановка проблеми. Від часу прибуття пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП) до місця виклику залежать розміри можливих збитків від небезпечних подій та ймовірності травмування і загибелі людей. На сьогодні ПРП мають достатньо вузьку номенклатуру видів пожежно-рятувальних автомобілів. У випадку, якщо в районі виїзду підрозділу виникла небезпечна подія і для її ліквідації необхідний певний вид спеціальної техніки, якої не має в даному підрозділі то відбувається її залучення з інших, які можуть мати достатньо значне територіальне віддалення, що відповідно негативно впливає на час реагування. Підвищити рівень функціональних можливостей і виконуваних цільових завдань ПРП можна за рахунок оснащення їх багатофункціональними мобільними пожежно-рятувальними комплексами (БМПРК) контейнерного типу, а це дозволить в свою чергу також скоротити час прибуття спеціальної техніки до місця виклику, що є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах [1-3] дослідниками було встановлено, що впровадження в транспортний процес організацій перевезень вантажів в спеціалізованих кузовах-контейнерах з використанням у якості шасі-носіїв автомобілів, які оснащені завантажувально-розвантажувальними механізмами дозволяє скоротити чисельність парку рухомого складу автомобільного транспорту, а також витрати на перевезення, перевантаження вантажу, експлуатаційні витрати та пришвидшити загалом час доставки.

В роботі [4, 5] було відмічено, що БМПРК контейнерного типу впровадж вже тривалого часу перебувають на оснащенні ПРП ряду країн світу та використовуються ними як при проведенні оперативних робіт так і для

вирішення питань, які пов'язані з задоволенням господарських потреб (перевезення різноманітних вантажів, надання технічної допомоги та ін.).

В роботі [5] дослідниками було встановлено, що використання БМПК дозволяє розширити типаж пожежно-рятувальних автомобілів з найменшими витратами у сферах виробництва та експлуатації, а також підвищити загалом цільову ефективність проведення широкого кола оперативних робіт.

В роботах [4-6] не було наведено жодних числових показників, які б характеризували ефективність використання БМПК в діяльності ПРП.

Постановка завдання та його вирішення. Метою роботи є проведення оцінки можливого ефекту від впровадження БМПК контейнерного типу в діяльність ПРП м. Харкова. Обраним критерієм ефективності є дистанція прямування автомобілів до місця виклику.

Спершу необхідно було визначитись з необхідною чисельністю та місцями дислокації БМПК контейнерного типу в ПРП м. Харкова для чого була використана методика, яка була запропонована в роботі [7]. Запропонований варіант комплектування ПРП м. Харкова БМПК контейнерного типу відображений в табл. 1.

Табл. 1. Запропонований варіант комплектування ПРП м. Харкова БМПК контейнерного типу

Найменування ПРП	ДПРЧ-5	ДПРЧ-18	ДПРЧ-9	ДПРЧ-11	ДПРЧ-1	ДПРЧ-32	ДПРЧ-17	ДПРЧ-8	ДПРЧ-27	ДПРЧ-2	ДПРЧ-3	ДПРЧ-6	ДПРЧ-4	ДПРЧ-7	ДПРЧ-26	ДПРЧ-25	ДПРЧ-22	ДПРЧ-36	ДПРЧ-41
Кількість основних шасі-носіїв, шт.	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Кількість контейнерів №1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Кількість контейнерів №2	1	1	1	-	1	1	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-
Кількість контейнерів №3	1	1	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-
Кількість контейнерів №4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Для ПРП м. Харкова з урахуванням особливостей оперативної обстановки [8], була сформована наступна номенклатура спеціалізованих контейнерів для БМПК та перелік цільових завдань, які вони повинні виконувати:

а) контейнер №1 – пожежогасіння – повинен містити пожежно-технічне оснащення для проведення пожежогасіння, димовидалення, розбору будівельних конструкцій, містити запас вогнегасних речовин та засобів для евакуації людей з небезпечних зон;

б) контейнер №2 – радіаційного та хімічного захисту (для ліквідації хімічних аварій);

в) контейнер №3 – аварійно-рятувальний контейнер (для проведення аварійно-рятувальних робіт пов'язаних зі звільнення постраждалих з під завалів, з ям, з транспортних засобів під час виникнення дорожньо-транспортних пригод; допомога населенню яка пов'язана з відкриванням дверей будинків, квартир, підвалів та ін.; допомога комунальним службам міста у ліквідації наслідків природних катаклізмів);

г) контейнер № 4 – транспортний (для забезпечення перевезення різноманітних вантажів, забезпечення господарських потреб підрозділів та доставляння гуманітарних вантажів).

Для визначення необхідної резервної кількості шасі-носіїв, які необхідні для забезпечення належного рівня процесу експлуатації техніки в підрозділах користуючись рекомендаціями [9] було побудовано узагальнений граф можливих станів автомобілів (рис. 1) і з урахуванням вимог стосовно періодичності проведення технічного обслуговування автомобілів [10] та встановлених норм трудомісткості [11] визначено максимальний термін перебування їх в оперативному розрахунку (у випадках коли проводитиметься технічне обслуговування автомобілів, які перебувають в оперативному розрахунку):

- при оснащенні ПРП 3-ма основними шасі-носіями – не більше 103 днів;

при оснащенні ПРП 2-ма основними шасі-носіями – не більше 69 днів.

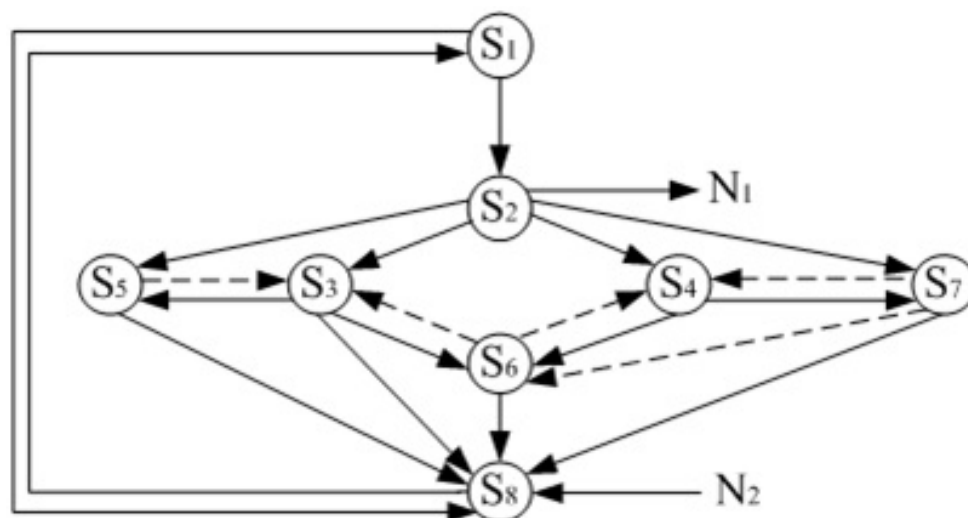


Рис. 1. Узагальнений граф можливих станів автомобілів: S_1 – зайнятість автомобілів на обслуговуванні викликів; S_2 – простій автомобіля в очікуванні обслуговування у випадку зайнятості потів ТО, діагностування або ремонту автомобілів; S_3 – діагностування Д-1; S_4 – діагностування Д-2; S_5 – проведення ТО-1; S_6 – поточний ремонт; S_7 – проведення ТО-2; S_8 – перебування автомобіля на оперативному чергуванні в очікуванні виклику; N_1 – вибування автомобіля з парку пожежно-рятувальних автомобілів по причині його списання у випадку закінчення терміну експлуатації; N_2 – надходження нових автомобілів до парку пожежно-рятувальних автомобілів підрозділу

При оснащенні ПРП новими шасі-носіями, враховуючи те, що ймовірність безвідмовної роботи автомобіля при виконанні ним пробігу до 1000 км становить 0,92 [12] та прийнятті припущення, що всі автомо-

білі, які надійшли в підрозділ мають однакову ймовірність безвідмовної роботи загальну ймовірність безвідмовної роботи парку можна оцінити за наступною формулою [9]

$$P = (P_i)^n, \quad (1)$$

де n – кількість шасі-носіїв, які входять до складу парку пожежно-рятувальних автомобілів.

Користуючись формулою (1) та прийнятими припущеннями при виконанні розрахунків було встановлено, що ймовірність безвідмовної роботи парку при чисельності автомобілів в підрозділі три становить 0,78, а при кількості автомобілів в підрозділі два – 0,85. Оснащення підрозділів резервними шасі-носіями дозволяє підвищити загальну ймовірність безвідмовної роботи парку, так як відбувається так зване «повне» резервування, а ймовірність безвідмовної роботи парку з врахуванням того, що пробіг резервних шасі-носіїв буде меншим ніж тих, які перебувають в оперативному розрахунку можна оцінити використовуючи наступну формулу [9]

$$P(t) = 1 - (1 - p_1) \cdot (1 - p_2) \cdot \dots \cdot (1 - p_n), \quad (2)$$

де p_1, p_2, p_n – ймовірності безвідмовної роботи 1-го, 2-го, n -го елементів резервованої системи.

Після виконання розрахунків було встановлено, що ймовірність безвідмовної роботи парку пожежно-рятувальних автомобілів при оснащенні їх одним резервним шасі-носієм буде становити:

- при трьох основних шасі-носіях в оперативному розрахунку підрозділу – 0,824;
- при двох основних шасі-носіях в оперативному розрахунку підрозділу – 0,88.

Отже при забезпеченні ПРП кількістю основних шасі-носіїв, яка запропонована в таблиці 1 та одним резервним шасі-носієм можна скоротити чисельність парку пожежно-рятувальних автомобілів на 6% у порівнянні з існуючою (порівняння виконувалося з наявною чисельністю парку основних та спеціальних пожежно-рятувальних автомобілів в ПРП м. Харкова на період 2015 року відповідно без врахування автодрабин та автопідйомників).

Після визначення необхідної чисельності та місць дислокації БМПРК контейнерного типу в м. Харкова для визначення часу прямування підрозділів до місця виклику було вирішено провести геопросторовий аналіз (рис. 2). Для виконання геопросторового аналізу було використано не комерційний картографічний сервіс Scribble Maps, який використовує карти Google Maps, OpenStreetMap та Cloud Made.

Геопросторовий аналіз в програмному середовищі Scribble Maps проводився в декілька етапів:

- а) на карту було нанесено реальні місця розташування ПРП та аварійно-рятувального загону спеціального призначення (АРЗ СП), які дис-

локуються на території м. Харкова (згідно адрес їх місць розташування) і в описі до об'єктів зазначався вид спеціалізованих контейнерів, якими необхідно їх забезпечити (згідно даних наведених в таблиці 1);

б) далі було нанесено на карту місця розташування 37-ми хімічно – небезпечних об'єктів (ХНО), які виробляють, зберігають та використовують близько 300 т небезпечних хімічних речовин, в тому числі: аміаку – 81 т, хлору – 16 т, інших небезпечних хімічних речовин – 203 т і дислокуються на території м. Харкова;

в) при використанні функції «Намалювати маршрут» в програмному середовищі Scribble Maps по вулично-дорожній мережі м. Харкова були визначені відстані маршрутів прямування від АРЗ СП та ДПРЧ до місць дислокації ХНО (рис. 2), які були занесені у відповідну таблицю та користуючись інформацією про наявні види техніки в підрозділах і запропонований варіант їх комплектування БМПРК контейнерного типу (табл. 1) були відповідно порівняні.

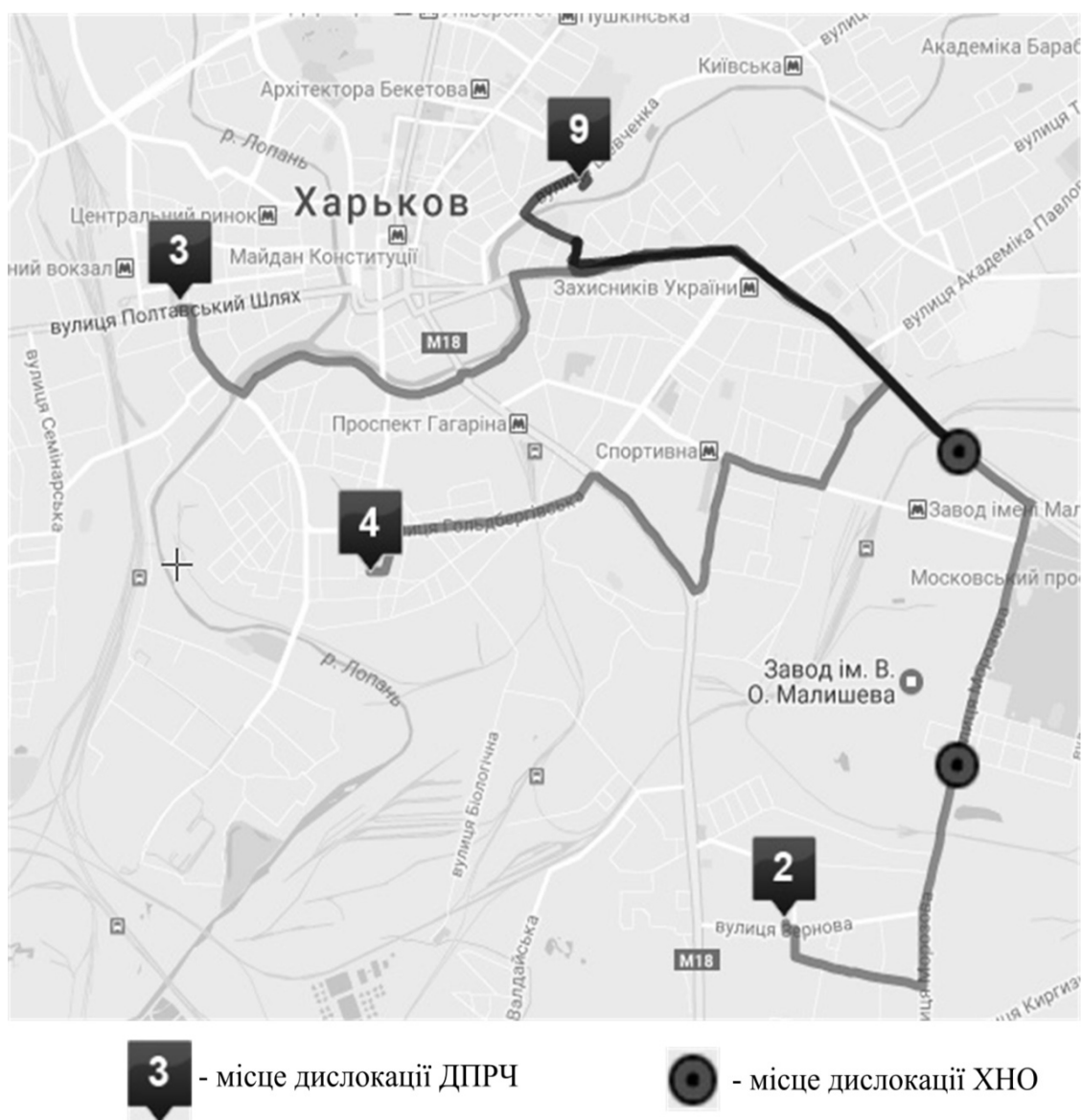


Рис. 2. Порядок визначення маршрутів прямування від ПРП та АРЗ СП до місць дислокації ХНО в м. Харкові

Висновки. При виконанні даного порівняння було встановлено, що оснащення ПРП БМПК контейнерного типу дозволяє у випадках виникнення аварій на ХНО скоротити дистанцію прямування оперативних відділень до місця виклику зі спеціальним оснащенням та засобами для ліквідації хімічних аварій майже на 71%, а зі спеціальним оснащенням для проведення аварійно-рятувальних робіт майже на 16%. В подальшому планується провести оцінку економічного ефекту від оснащення ПРП БМПК контейнерного типу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] / Горев А.Э. – [5-е изд., испр.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
2. Дмитренко А.И. Обоснование использования транспортных контейнерных систем на фермах крупного рогатого скота : дис. на соискания уч. степени канд. тех. наук : 05.20.01 / Дмитренко Александр Иванович – зерноград, 2003. – 271 с.
3. Измайлов А.Ю. Техническое обеспечение транспортной логистики в технологиях производства сельскохозяйственной продукции дис. на соискания уч. степени док. тех. наук : 05.20.01 / Измайлов Андрей Юрьевич – М., 2007. – 342 с.
4. Fischer K. Die Fahrzeuge der Feuerwehr / Fischer K. – Fränkisch-Crumbach : Edition XXL, 2005. – 420s.
5. Гащук П.М. Загальні світові тенденції в царині проектування й виготовлення мобільної пожежно-рятувальної техніки. Північна Америка / П.М. Гащук, М.І. Сичевський // Зб. наук. праць «Пожежна безпека». – Львів: ЛДУ БЖД, 2016. – №29. – С. 18-35.
6. Яковенко Ю. Ф. Эффективность применения модульных пожарных автомобилей [Электронный ресурс] / Ю.Ф. Яковенко, Д.Г. Мичудо// Пожарная техника и средства пожаротушения : Сб. науч. трудов. 1991. – С. 4-10. – Режим доступа: http://books.nuczu.edu.ua/list.php?IDlist=Q_1#up.
7. Ларін О.М. Розробка методики визначення чисельності парку автомобілів в пожежно-рятувальних підрозділах / Ларін О.М., Калиновський А.Я., Коваленко Р.І. // Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: технічні науки та архітектура. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016. – №130. – С. 92-100.
8. Ларін О.М. Дослідження параметрів функціонування пожежно-рятувальних підрозділів міста Харкова на сучасному етапі для розробки програмного блоку «ПРОГНОЗ НС» / О.М. Ларін, А.Я. Калиновський, Р.І. Коваленко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – 2015. – №62 (1171). – С. 77-83.

9. Баженов Ю.В. Основы теории надежности машин : учеб. пособие / Баженов Ю.В. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 160 с.

10. Наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 27.06.2013 року №432 «Настанова з експлуатації транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України» [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/files/2013/7/3/432_nast.pdf.

11. Наказ Міністерства транспорту України від 30.03.1998 № 102 «Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0268-98>.

12. Яковенко Ю. Ф. Эксплуатация пожарной техники : справочник / [Ю. Ф. Яковенко, А. И. Зайцев, Л. М. Кузнецов и др.]. – М.: Стройиздат, 1991. – 415 с.

Отримано редколегією 10.03.2017

А.Я. Калиновский, Р.И. Коваленко

Оценка возможного эффекта от оснащения пожарно-спасательных подразделений г. Харькова многофункциональными мобильными пожарно-спасательными комплексами контейнерного типа

Проведено оцінку можливого ефекта від оснащення пожежно-спасател ьних підрозділів багатофункціональними мобільними пожежно-спасател ьними комплексами контейнерного типу. В якості критерія ефективності було обрано довжину маршрута слідування автомобілів к месту вызова. Основним методом дослідження являється геопросторовий аналіз.

Ключевые слова: оценка эффективности, вероятность безотказной работы, геопросторовый анализ, маршрут следования, многофункциональный мобильный пожарно-спасательный комплекс контейнерного типа.

A. Kalinovskiy, R. Kovalenko

Assessment of the possible effect of equipping the fire and rescue units of the city of Kharkiv with multifunctional mobile fire and rescue complexes of container type

An assessment was made of the possible effect of equipping the fire and rescue units with multi-functional mobile fire and rescue complexes of a container type. As a criterion of efficiency, the length of the route of cars to the place of call was chosen. The main method of investigation is geospatial analysis.

Keywords: Efficiency evaluation, probability of failure-free operation, geospatial analysis, route, multi-functional mobile fire-and-rescue complex of container type.