

УДК 614.84

ОБҐРУНТУВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДИСЛОКАЦІЇ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

О.М. Крикун, В.С. Кропивницький, канд. техн. наук, В.В. Ніжник*, канд. техн. наук, ст. наук. співр., О.П. Жихарев, Д.О. Добряк

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 28.04.2018

Пройшла рецензування: 16.05.2018

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

швидкість руху, радіус виїзду, пожежно-рятувальний підрозділ, гістограма розподілу швидкості руху.

АНОТАЦІЯ

Проведено аналіз сучасного стану стосовно визначення місць дислокації пожежно-рятувальних підрозділів (далі – ПРП) за критерієм «час прибуття». Зібрано статистичні дані стосовно швидкості руху пожежних автомобілів у залежності від типу населеного пункту. Визначено швидкість руху пожежних автомобілів.

До введення в дію [1] єдиним критерієм згідно з ДБН 360-92** Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень, ДБН Б.2.4-1-94 Планування і забудова сільських поселень, СНиП П-89-80* Генеральные плани промышленных предприятий місця дислокації пожежно-рятувальних підрозділів визначалися за критерієм «радіус обслуговування», тобто за «просторовим критерієм», що зводився до формального визначення району виїзду у вигляді кола із відповідним радіусом [2-4]. Такий підхід не враховує архітектурно-планувальні, топографічні та інфраструктурні характеристики населеного пункту (району виїзду).

Більш раціональним критерієм визначення місць дислокації пожежно-рятувальних підрозділів є час слідування першого автомобіля до місця виклику, так званий «часовий критерій», оскільки він має бути пов'язаний із часом вільного розвитку пожежі.

Постановою КМУ від 27.11.2013 № 874 одним із критеріїв, за яким утворюється пожежно-рятувальний підрозділ, прийнято нормативний час прибуття до місця виклику, який становить на території міст 10 хвилин, а в населених пунктах за межами міста – 20 хвилин. Але для реалізації зазначеного критерію відсутній механізм його використання під час реконструкції та проектування населеного пункту.

Тому метою цієї роботи є обґрунтування швидкості руху пожежних автомобілів залежно від кількості мешканців населеного пункту. Об'єктом досліджень є слідування ПРП до місця пожежі. Предметом досліджень є залежність швидкості руху пожежних автомобілів від кількості населення в населених пунктах.

Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання:

- проаналізовано сучасний стан щодо визначення місць дислокації пожежно-рятувальних частин за критерієм часу прибуття;
- зібрано статистичні дані зі швидкості руху пожежних автомобілів залежно від типу населеного пункту;

- визначено швидкість руху пожежних автомобілів для певного типу населеного пункту залежно від кількості населення.

Дослідження нормативних документів [1-6] і закордонного досвіду [7-10] стосовно визначення місць дислокації пожежно-рятувальних підрозділів свідчить, що існує два основних критерії із визначення місця розташування пожежно-рятувальних підрозділів – це радіус виїзду в межах міста (району) та час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів. На даний час в Україні нараховується 1089 пожежно-рятувальних частин по охороні населених пунктів. Така кількість ПРП не забезпечує виконання нормативного критерію «радіус обслуговування» ПРП, який для населених пунктів становить 3 км. Із зазначеного можна зробити висновок, що критерій «радіус обслуговування» ПРП є недосконалим, оскільки повна його реалізація є економічно не обґрунтованою та призведе до невиправданих матеріально-технічних витрат. Крім того, такий критерій не враховує всіх чинників, що впливають на визначення місця дислокації ПРП, зокрема: статистичної закономірності викликів ПРП для певного населеного пункту, рельєф місцевості, стан доріг і протипожежної техніки, інтенсивність руху автотранспорту в населеному пункті, наявність природних та інженерних об'єктів, що створюють перешкоди для руху пожежних автомобілів тощо. Критерій часу

*E-mail: nignyk@ukr.net

прибуття ПРП використовується у Великій Британії, Російській Федерації, Польщі, Німеччині, Канаді тощо.

У таблиці 1 наведено приклад реалізації критерію часу прибуття пожежних автомобілів для населених пунктів Канади.

Таблиця 1 – Швидкість руху пожежних автомобілів

Зона обслуговування	Головна дорога (неперевантажена)	Другорядна дорога (перевантажена)	Шосе
Місто	45 км/год	35 км/год	70 км/год
Передмістя	50 км/год	40 км/год	80 км/год
Сільська місцевість	65 км/год	50 км/год	90 км/год

Для визначення швидкості руху пожежних автомобілів вибираємо підхід, який заснований на аналізі статистичної інформації про виїзди ПРП на виклики, з подальшою побудовою гістограм розподілу швидкості руху пожежних автомобілів.

Перед початком розрахунку статистичні дані перевіряються, відповідно до [11], на наявність викидів та квазивикидів із застосуванням критерію Граббса.

Для визначення швидкості руху пожежного автомобіля здійснюється побудова емпіричних функцій розподілу досліджуваної швидкості руху на основі гістограм, з відповідною оцінкою параметрів розподілів (середнього значення і середньоквадратичного відхилення).

Загальний теоретичний підхід до побудови гістограм та обчислення їх параметрів описані в [12], а практична реалізація цього підходу – в [13].

Обчислення параметрів розподілу швидкості руху проводяться наступним чином. Формується вибірка випадкових величин швидкості руху $\{x\} = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$, де N – розмір вибірки випадкових величин. По ній будується згрупований статистичний ряд. Для визначення кількості інтервалів груп L використовується формула Брукса:

$$L = 5 \lg N \quad (1)$$

Знаходиться мінімальне й максимальне значення вибірки $x_{\min} = \min\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ і $x_{\max} = \max\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ та визначається довжина інтервалу групи (крок гістограми) за формулою:

$$\Delta x = (x_{\max} - x_{\min}) / (L - 1) \quad (2)$$

Межі k -го інтервалу гістограми визначаються за формулами:

$$x_{k-1} = x_{\min} - 0,5 \Delta x, \quad (3)$$

$$x_k = x_{k-1} + \Delta x \quad (4)$$

Визначаємо n_k випадкових величин з вибірки $\{x\}$, які потрапили в k -й інтервал $[x_{k-1}, x_{k-1} + \Delta x]$. Для зручності межі інтервалів можуть округлятися, але обов'язково повинна дотримуватися сталість кроку гістограми Δx .

Для побудови групованого статистичного ряду відносних частот обчислюються відносні частоти $p_k = n_k / N$ та перевіряється умова:

$$\frac{n_1}{N} + \frac{n_2}{N} + \dots + \frac{n_L}{N} = 1 \quad (5)$$

Для графічного представлення гістограми обчислюються висоти H_k прямокутників гістограми

$$H_k = n_k / \Delta x \quad (6)$$

і визначається максимальне значення висоти $H_{\max} = \max\{H_1, H_2, \dots, H_L\}$.

На осі абсцис графіків гістограм вибирається початкова точка x_0 і такий масштаб, щоб повністю помістився відрізок $[x_0, x_L]$. На осі ординат вибирається початок відліку в точці 0 і такий масштаб, щоб повністю помістився відрізок $[0, H_{\max}]$. Для кожного інтервалу $[x_{k-1}, x_k]$ будується прямокутник висотою H_k з основою Δx . У результаті отримуємо гістограму абсолютних частот. Для побудови гістограми відносних частот в якості висоти k -го прямокутника використовується величина $p_k / \Delta x = n_k / N / \Delta x$.

Математичне очікування гістограми μ_{Γ} визначається за формулою:

$$\mu_{\Gamma} = x_0 + \Delta x \left(\sum_{k=1}^L p_k K - \frac{1}{2} \right) \quad (7)$$

Дисперсія гістограми σ_{Γ}^2 визначається за формулою:

$$\sigma_{\Gamma}^2 = (\Delta x)^2 \left[\frac{1}{12} + \sum_{k=1}^L p_k K^2 - \left(\sum_{k=1}^L p_k K \right)^2 \right] \quad (8)$$

Відповідно, середньоквадратичне відхилення дорівнює:

$$\sigma_{\Gamma} = \sqrt{\sigma_{\Gamma}^2} \quad (9)$$

Швидкість руху пожежних автомобілів v визначається за формулою:

$$v = \mu_{\Gamma} - \sigma_{\Gamma} \quad (10)$$

Розрахунки проведені з урахуванням групи населеного пункту за чисельністю населення

Таблиця 2 – Групи населених пунктів за чисельністю населення

Групи населених пунктів за чисельністю населення, тис. чол.							
малі				середні	великі	крупні	найкрупніші
до 5	від 5 до 10	від 10 до 20	від 20 до 50	від 50 до 100	від 100 до 250	від 250 до 800	понад 800

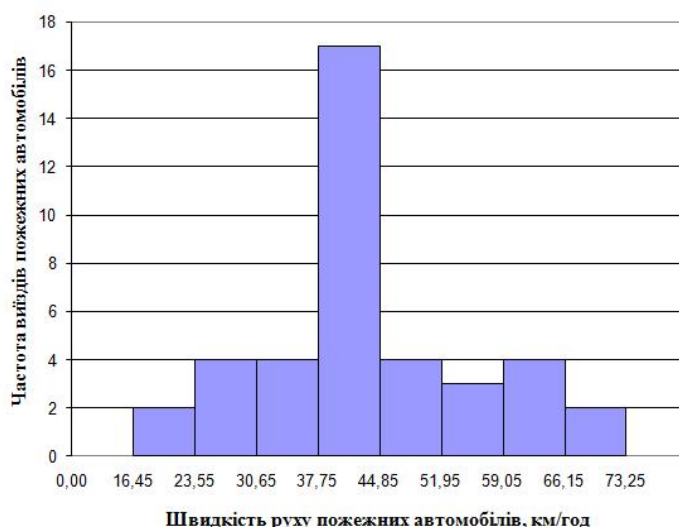


Рисунок 1 – Гістограма розподілу швидкості руху пожежних автомобілів населених пунктах з чисельністю жителів до 5 тисяч чоловік

Таблиця 3 – Зведені дані проведених розрахунків для населених пунктів з чисельністю жителів до 5 тисяч чоловік

X_{\min} км/год	X_{\max} км/год	Δx км/год	L	x_{k-1}	x_k	n_k	p_k	H_k
20	70	7,1	8	16,45	23,55	2	0,05	0,28
				23,55	30,65	4	0,10	0,56
				30,65	37,75	4	0,10	0,56
				37,75	44,85	17	0,43	2,39
				44,85	51,95	4	0,10	0,56
				51,95	59,05	3	0,08	0,42
				59,05	66,15	4	0,10	0,56
				66,15	73,25	2	0,05	0,28

Використовуючи математичні залежності (1-10), розраховувалося значення швидкості руху пожежного автомобіля для кожної групи

населеного пункту залежно від кількості жителів. Результати розрахунків наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Швидкості руху пожежних автомобілів для різних груп населених пунктів

Групи населених пунктів за чисельністю населення, тис. чол.							
малі				середні	великі	крупні	найкрупніші
до 5	від 5 до 10	від 10 до 20	від 20 до 50	від 50 до 100	від 100 до 250	від 250 до 800	понад 800
Швидкість руху пожежного автомобіля, км/год							
31,0	32,0	33,0	35,0	35,0	35,0	39,0	26,0

У роботі вирішено актуальне науково-технічне завдання – встановлені швидкості руху пожежних автомобілів залежно від групи населеного пункту за кількістю жителів. У результаті досліджень сформульовані такі науково-практичні результати та висновки:

1. Існуючі в Україні підходи щодо визначення місця дислокації ПРП є недосконалими. Зокрема, використання критерію «радіус обслуговування» під час обґрунтування місця дислокації ПРП не забезпечує захист усієї території ПРП, а повна його реалізація призведе до необґрунтованих матеріальних витрат.

2. Аналіз зарубіжних джерел показав, що вихідними даними для реалізації критерію «нормативи прибуття» є середня швидкість руху пожежних автомобілів, яка може визначатися статистичними даними, експериментально або розрахунковими методами.

3. Встановлені швидкості руху пожежних автомобілів залежно від груп населених пунктів, які становлять для:

– населених пунктів з чисельністю населення до 5 тисяч чоловік – 31 км/год;

– населених пунктів з чисельністю населення від 5 тисяч чоловік до 10 тисяч чоловік – 32,0 км/год;

– населених пунктів з чисельністю населення від 10 тисяч чоловік до 20 тисяч чоловік – 33,0 км/год;

– населених пунктів з чисельністю населення від 20 тисяч чоловік до 50 тисяч чоловік – 35,0 км/год;

– населених пунктів з чисельністю населення від 50 тисяч чоловік до 100 тисяч чоловік – 35,0 км/год;

– населених пунктів з чисельністю населення від 100 тисяч чоловік до 250 тисяч чоловік – 35,0 км/год;

– населених пунктів з чисельністю населення від 250 тисяч чоловік до 800 тисяч чоловік – 39,0 км/год;

– для населених пунктів з чисельністю населення понад 800 тисяч чоловік – 26,0 км/год.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403–VI станом на 05.10.2016 / Офіційний вісник України – 2012. – № 89, – 9 с.
2. Положення про єдину державну систему цивільного захисту : постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 р. № 11 / Офіційний вісник України. – 2014. – № 8. – 341 с.
3. Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення : ДБН В.2.5–76:2014 [Чинний від 2014-06-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 46 с. – (Державні будівельні норми України)
4. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2015 рік – УкрНДІЦЗ - К.: 2016 – 356 с.
5. Провести пошукові дослідження та науково обґрунтувати шляхи розвитку заходів захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру: Звіт про НДР. – К.: УкрНДІЦЗ, 2016.

6. Регламент Кабінету Міністрів України : постанова Кабінету Міністрів України від 18 липня 2007 р. № 950 (зі змінами) / Офіційний вісник України. – 2007. – № 54. – 21 с.
7. Положення про організацію оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях : постанова Кабінету Міністрів України від 15.02.99 №192 / Офіційний вісник України. – 1999. – № 7. – 131 с.
8. Інструкція про порядок експлуатаційно-технічного обслуговування апаратури та інших технічних засобів оповіщення і зв'язку цивільної оборони підприємствами електрозв'язку України : наказ МНС України від 16 серпня 2000 року № 210/119, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 7 березня 2001 року за № 207/5398 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0207-01>
9. Закон України “Про телекомунікації” : від 18.11.2003 № 1280–IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1280-15>

JUSTIFICATION OF MOTION SPEED OF FIRE CARS FOR DETERMINATION THE LOCATIONS OF FIRE AND RESCUE UNITS

O. Krykun, V. Kropyvnytskyi, Cand. of Sc.(Eng.), V. Nizhnyk, Cand. of Sc.(Eng.), Senior Fellow, O. Zhykhariev, D. Dobriak

The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

KEYWORDS

motion speed, radius of departure, fire and rescue unit, histogram of the motion speed distribution.

ANNOTATION

The analysis of the current state concerning the determination of the location places of fire and rescue units (hereinafter - FRU) according to the criterion "time of arrival" is carried out. The statistics of the motion speed of fire cars according to the type of settlement are collected. The motion speed of fire cars is determined.

ОБОСНОВАНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСЛОКАЦИИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

А.Н. Крикун, В.С. Кропивницкий, канд. техн. наук, В.В. Нижник, канд. техн. наук, ст. научн. сотр., А.П. Жихарев, Д.А. Добряк

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

скорость движения, радиус выезда, пожарно-спасательное подразделение, гистограмма распределения скорости движения.

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ современного состояния по определению мест дислокации пожарно-спасательных подразделений (далее - ПСП) по критерию «время прибытия». Собраны статистические данные о скорости движения пожарных автомобилей в зависимости от типа населенного пункта. Определены скорость движения пожарных автомобилей.