

УДК 614.842

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ІНТЕРВАЛУ ЧАСУ ДОБИ ДЛЯ ЗАЛУЧЕННЯ ПОЖЕЖНИХ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ ДО НАДАННЯ ПЛАТНИХ ПОСЛУГ У МІСТАХ

О.М. Ларін, д-р. техн. наук, проф., А.Я. Калиновський*, канд. техн. наук, доц., Р.І. Коваленко
Національний університет цивільного захисту України

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 04.10.2016
Пройшла рецензування: 09.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

потік викликів, коефіцієнти нерівномірності руху транспортних потоків, швидкість транспортних потоків.

АНОТАЦІЯ

У роботі проведено дослідження інтенсивності потоку викликів, які надходять упродовж доби до пожежно-рятувальних підрозділів у найзначніших поселеннях та встановлено, що він носить явний нестационарний характер. Шляхом проведення кореляційного аналізу було встановлено сильний зв'язок між динамікою щільності потоку викликів у найзначніших поселеннях. За допомогою програмного забезпечення експериментальним шляхом були підібрані лінії тренду, які описують динаміку зміни коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів упродовж доби, а також отримані рівняння ліній тренду, які найкращим чином апроксимують фактичну тенденцію динаміки. Шляхом проведення кореляційного аналізу встановлено сильний зв'язок між параметрами інтенсивності потоку викликів та параметрами інтенсивності транспортних потоків упродовж доби у м. Харкові. За результатами досліджень встановлено оптимальний період доби, коли пожежно-рятувальним підрозділам можна рекомендувати надавати платні послуги.

Постановка проблеми. Провівши аналіз статистичних даних наведених у роботі [1], було зроблено висновок про те, що розміри матеріальних вкладів на профілактичні заходи, які пов'язані з запобіганням пожежам та утриманням пожежно-рятувальних підрозділів, перевищують розміри прямих та побічних збитків від них. Для зменшення видатків на вищезазначені заходи державою здійснюються спроби розширення функціональних обов'язків пожежно-рятувальних підрозділів, що приводить до інтенсифікації частоти їх виїздів. У 2011 році [2] було законодавчо встановлено перелік платних послуг, які надаються пожежно-рятувальними підрозділами України юридичним та фізичним особам. У цьому нормативному документі було зазначено, що надання платних послуг не повинно суперечити та перешкоджати основній діяльності підрозділів. Враховуючи стохастичний характер процесу оперативного функціонування пожежно-рятувальних підрозділів, дуже складно визначити оптимальний інтервал часу, коли надання платних послуг не буде вагомо впливати на показники оперативної готовності до виконання дій за призначенням.

Формування мети статті. Метою цього дослідження є визначення оптимального періоду часу для залучання сил та засобів

державних пожежно-рятувальних підрозділів для надання платних послуг населенню з врахуванням належного рівня їх оперативної готовності до виконання дій за призначенням у містах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [3] було проведено дослідження щільності потоку викликів пожежно-рятувальних підрозділів у м. Волгограді, а в роботі [4] подібне дослідження було проведено для м. Москви. Авторами цих робіт було відзначено, що потік викликів, які надходять до пожежно-рятувальних підрозділів, носить яскраво виражений нестационарний характер. Так, кількість викликів у кожній із часів упродовж 13–23-ї години приблизно в 3–4 рази перевищує кількість викликів, які надходять у нічні та ранкові години доби. В роботі [5] було проведено дослідження процесу оперативного функціонування пожежно-рятувальних підрозділів м. Харкова за період 2014 року, зокрема, в цій роботі було проведено дослідження щільності потоку викликів, які надходили до ДПРЧ. Результати досліджень, проведених у роботі [5], також свідчать про нестационарний характер процесу надходження викликів до ДПРЧ м. Харкова. В роботі [1] зазначено, що процес оперативного функціонування пожежно-рятувальних

*E-mail: kalina81@bk.ru

підрозділів з ймовірно-статистичної точки зору може бути описаний певними закономірностями. В роботі [6] було проведено перевірку основних статистичних закономірностей процесу оперативного функціонування ДПРЧ м. Харкова та встановлено, що процес надходження викликів є найпростішим та може бути описаний законом розподілу Пуассона, а часові проміжки між надходженням викликів законом розподілу Ерланга. Відповідно можна висунути гіпотезу про те, що параметри щільності потоку викликів у залежності від часу доби у містах мають деяку залежність, яку можна певним чином описати. Перспективним для досліджень є також той факт, що впродовж доби на вулично-дорожній мережі (ВДМ) спостерігається певна нерівномірність інтенсивності транспортних потоків [7, 8]. Згідно з дослідженнями проведених у роботі [7], параметр інтенсивності транспортного потоку впливає на швидкість руху транспорту, при цьому чим вище інтенсивність транспортного потоку, тим нижча його швидкість, крім цього, чим більший коефіцієнт нерівномірності дорожнього руху, тим більший розхід палива транспортних засобів [9], а це, беззаперечно, є важливим чинником, який необхідно врахувати при визначенні рекомендованого інтервалу часу доби для залучення пожежних та аварійно-рятувальних автомобілів до надання платних послуг у містах.

Виклад основного матеріалу. За результатами проведеного аналізу літературних джерел, було зроблено висновок про достатньо невелику кількість наукових робіт, в яких були висвітлені питання, що пов'язані з дослідженнями інтенсивності потоку викликів упродовж доби в містах, а тому пропонується провести порівняльний аналіз даних параметрів з містами Харків, Москва та Волгоград, користуючись статистичними даними наведеними у роботах [3-5]. Важливим чинником при виборі згаданих міст для дослідження було те, що вони за показником чисельності населення відносяться до однієї групи – найзначніші поселення (чисельність поселення більше 1 млн. чоловік [10]).

Визначити рівень залежності між параметрами щільності потоку викликів у містах Харкові, Москві та Волгограді можна за допомогою проведення кореляційного аналізу. На рис. 1 зображено графік, який відображає

коефіцієнти нерівномірності щільності потоку викликів у містах Харкові, Москві та Волгограді.

З графіка, зображеного на рис. 1, можна зробити висновок про те, що в нічний час та зранку викликів значно менше, ніж вдень та ввечері. У табл. 1 відображена матриця парних кореляцій, отримана у результаті аналізу числових значень коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів упродовж доби за допомогою програми STATISTICA.

Проаналізувавши матрицю парних кореляцій можна зробити висновок про те, що між коефіцієнтами нерівномірності потоку викликів по годинах доби в аналізованих містах спостерігається сильний зв'язок (коефіцієнт кореляції більше 0,7).

Користуючись рекомендаціями наведеними у роботі [11] у програмному середовищі MS Excel експериментальним шляхом були підібрані лінії тренду, які описують динаміку зміни коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів упродовж доби, а також отримані рівняння ліній тренду, які найкращим чином апроксимують фактичну тенденцію динаміки. Про ступінь близькості отриманих ліній тренду у порівнянні до вихідних даних свідчать коефіцієнти детермінації (R^2), значення яких близькі до одиниці.

На рис. 2 зображений графік зміни коефіцієнтів нерівномірності руху транспортних потоків у залежності від часу доби в м. Харкові за період 2014 року [7]. Порівнявши числові значення параметрів коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів та коефіцієнтів нерівномірності руху транспортних потоків у залежності від часу доби в м. Харкові шляхом проведення кореляційного аналізу було отримано коефіцієнт кореляції – 0,7, який свідчить про сильний зв'язок даних величин.

Оптимальний часовий інтервал, коли параметри інтенсивності потоку викликів та інтенсивності транспортних потоків мають найменші значення визначався за принципом наочності графіків, зображених на рис. 1 та рис. 2 тому, що відсутні будь-які науково обґрунтовані методики, користуючись якими можна це зробити. Виходячи з цього, оптимальним часовим інтервалом, коли рекомендується залучати пожежно-рятувальні підрозділи для надання платних послуг населенню, є період з 23:00 до 7:00 год.

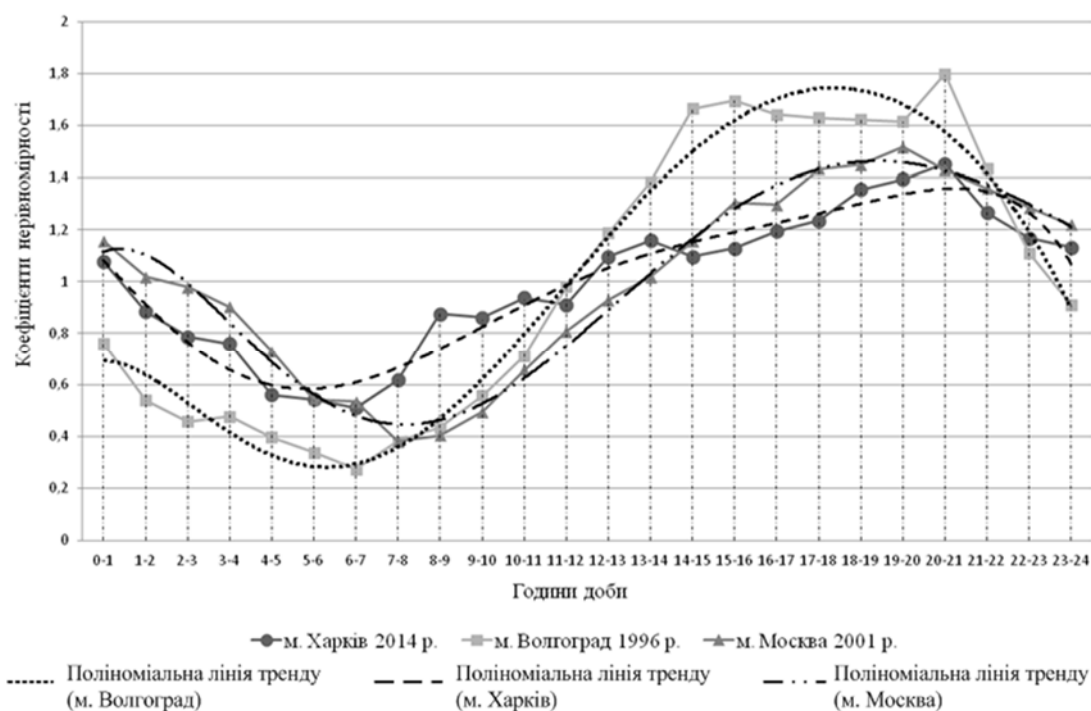


Рисунок 1 - Коефіцієнти нерівномірності потоку викликів по годинах доби у містах Харкові, Москві та Волгограді

Таблиця 1 – Матриця парних кореляцій отримана в результаті аналізу числових значень коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів по годинах доби у містах Харкові, Москві та Волгограді

Періоди і міста досліджень	1996 р. м. Волгоград	2001 р. м. Москва	2014 р. м. Харків
	Числові значення коефіцієнтів кореляції		
1996 р. м. Волгоград	1	0,84	0,90
2001 р. м. Москва	0,84	1	0,86
2014 р. м. Харків	0,90	0,86	1

Для Харкова рівняння, яке описує лінію тренду, має наступний вигляд ($R^2=0,9405$):

$$y = -5 \cdot 10^{-7} \cdot x^6 + 4 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 - 0,0009 \cdot x^4 + 0,0102 \cdot x^3 - 0,03 \cdot x^2 - 0,1381 \cdot x + 1,2409, \quad (1)$$

де y – величина коефіцієнта нерівномірності; x – відповідний часовий період.

Для Москви рівняння, яке описує лінію тренду, має наступний вигляд ($R^2=0,9856$):

$$y = -3 \cdot 10^{-7} \cdot x^6 + 3 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 - 0,001 \cdot x^4 + 0,0181 \cdot x^3 - 0,1347 \cdot x^2 + 0,2806 \cdot x + 0,952, \quad (2)$$

Для Волгограда рівняння, яке описує лінію тренду, має наступний вигляд ($R^2=0,9746$):

$$y = -4 \cdot 10^{-7} \cdot x^6 + 3 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 - 0,0011 \cdot x^4 + 0,0173 \cdot x^3 - 0,1059 \cdot x^2 + 0,158 \cdot x + 0,6252, \quad (3)$$

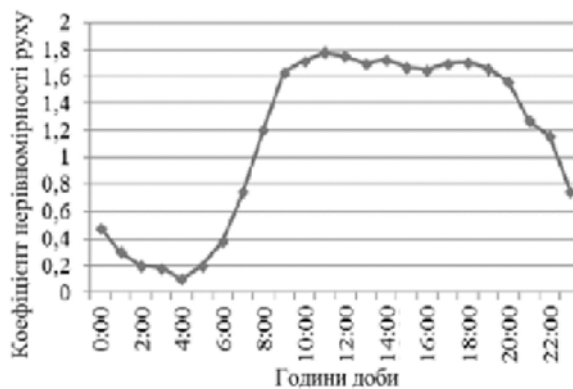


Рисунок 2 - Графік зміни коефіцієнтів нерівномірності руху транспортних потоків у залежності від часу доби

Висновки. У роботі було проведено дослідження потоків викликів, які надходять до пожежно-рятувальних підрозділів упродовж доби у найзначніших поселеннях та встановлено, що:

1) параметри інтенсивності потоків викликів упродовж доби носять яскравий нестационарний характер. Уночі та зранку викликів значно менше, ніж удень;

2) між параметрами потоків викликів у найзначніших поселеннях існують сильні кореляційні зв'язки;

3) криву, яка відображає динаміку коефіцієнтів нерівномірності потоків викликів упродовж доби можна описати поліноміальною лінією тренду, що підтверджують числові показники коефіцієнта детермінації близькі до одиниці;

4) між параметрами коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів упродовж доби та коефіцієнтами нерівномірності транспортних потоків упродовж доби в м. Харкові існують сильні кореляційні зв'язки;

5) рекомендований інтервал часу для залучення пожежно-рятувальних підрозділів для надання платних послуг населенню є період з 23:00 до 7:00 год.

Надалі планується провести дослідження методик побудови прогнозних моделей ймовірної кількості викликів, які можуть надходити до пожежно-рятувальних підрозділів найзначніших поселень та шляхом їх порівняння з реальними статистичними даними, визначити рівень їх адекватності і розробити відповідні рекомендації з їх застосування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мировая пожарная статистика: (Отчет № 20) [Электронный ресурс] // Центр пожарной статистики – 2015. - № 20. – Режим доступа к журн.: http://www.ctif.org/sites/default/files//ctif_report20_world_fire_statistics_2015.pdf
2. Постанова КМУ від 26.10.2011 року № 1102 «Деякі питання надання платних послуг підрозділами Міністерства надзвичайних ситуацій» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1102-2011-п>
3. Соколов С. В. Методологические основы разработки и использования компьютерных имитационных систем для исследования деятельности и проектирования аварийно-спасательных служб в городах: дис. на соискания уч. степени доктора тех. наук: 05.13.10/ Соколов Сергей Викторович. – М., 1999. – 298 с.
4. Климкин В.И. Совершенствование организации и управления оперативной деятельностью пожарных подразделений города Москвы на основе применения технологий имитационного моделирования: дис. на соискания уч. степени канд. тех. наук: 05.13.10/ Климкин Виктор Иванович. – М., 2005. – 141 с.
5. Ларін О.М. Дослідження параметрів функціонування пожежно-рятувальних підрозділів міста Харкова на сучасному етапі для розробки програмного блока «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.
6. Коваленко Р.І. Дослідження основних статистичних закономірностей процесу функціонування державних пожежно-рятувальних частин міста Харкова / Коваленко Р.І. // Сб. науч. трудов «Проблемы пожарной безопасности». – Харьков : НУГЗУ, 2016. – Вып. 39. – С. 129-136.
7. Топчій Р.І. Встановлення зв'язку дорожно-транспортних умов експлуатації автомобільної техніки внутрішніх військ з безпекою руху у населених пунктах [Електронний ресурс] / Р.І. Топчій // Технологический аудит и резервы производства - 2014. – № 1(17). - Т.3. – С. 45-47.– Режим доступу до журн.: <http://journals.uran.ua/tarp/article/view/25289>
8. Бурлуцкий А.А. Обеспечение эффективности функционирования дорожной сети крупного города на основе учета её взаимодействия с потоками пассажирского транспорта (на примере г. Томска) : дис. на соискания уч. степени канд. тех. наук : 05.23.11 /

- Бурлуцкий Андрей Александрович. – Томск, 2015. – 196 с.
9. Руэский А.В. Влияние организации дорожного движения на расход топлива автомобилями в городских условиях: автореф. дис. на соискания уч. степени канд. тех. наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Руэский Андрей Владимирович. – К., 1986. – 20 с.
10. ДБН 360-92** «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_360_92_ua/1-1-0-116
11. Литвинчук С.Ю. Информационные технологии в экономике. Анализ и прогнозирование временных рядов с помощью Excel : [Текст] / Литвинчук С. Ю. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2010. – 78 с.

DETERMINE THE OPTIMAL TIME INTERVAL OF A DAY TO ATTRACT FIRE AND RESCUE VEHICLES TO PROVIDE PAID SERVICES IN CITIES

*O. Larin, Doc. of Sc. (Eng.), Prof, A. Kalinovskiy, Cand. of Sc (Eng.), Docent, R. Kovalenko
National university of civil protection, Ukraine*

KEYWORDS

call flows, coefficients of uneven traffic flows, speed traffic flows.

ANNOTATION

The paper has conducted the research of intensity of call flows that are come during 24-hours per day to fire and rescue units in the biggest settlements and determined that it has evident unsteady nature. By means of conducting a correlation analysis, it has been determined a strong connection between the dynamics of call flow density in the huge settlements. With the help of software and experiments, it has been selected trend lines that describe the dynamics of changes of coefficients of uneven call flows during 24-hours, and as well as achieved the equations of trend lines that in the best possible way approximate the actual trend dynamics. By means of correlation analysis it has been determined the strong link between the intensity of the call flow parameters and the intensity of traffic flows during 24-hours in the city, Kharkiv. As a result of studies, it has been determined the optimal time of a day when fire and rescue departments can be recommended to provide paid services.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА ВРЕМЕНИ СУТОК ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПОЖАРНЫХ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ К ПРЕДОСТАВЛЕНИЮ ПЛАТНЫХ УСЛУГ В ГОРОДАХ

*А.Н. Ларин, д-р. техн. наук, проф., А.Я. Калиновський, канд. техн. наук, доц., Р.И. Коваленко
Національний університет громадянської захисту України*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

поток вызовов, коэффициенты неравномерности движения транспортных потоков, скорость транспортных потоков.

АННОТАЦИЯ

В работе проведено исследование интенсивности потока вызовов, поступающих на протяжении суток в пожарно-спасательные подразделения в крупных населенных пунктах и установлено, что он носит явный нестационарный характер. Путем проведения корреляционного анализа была установлена между динамика плотности потока вызовов в крупных населенных пунктах. С помощью программного обеспечения экспериментальным путем были подобраны линии тренда, которые описывают динамику изменения коэффициентов неравномерности потока вызовов в течение суток, а также получены уравнения линий тренда, которые наилучшим образом аппроксимируют фактическую тенденцию динамики. Путем проведения корреляционного анализа также было установлено сильная связь между параметрами интенсивности потока вызовов и интенсивности транспортных потоков в течение суток в г. Харькове. По результатам исследований было установлено оптимальное время суток, когда пожарно-спасательным подразделениям можно рекомендовать предоставлять платные услуги.