

Висновки:

1. Система технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів на даний час функціонує неефективно, що зумовлює проведення її реінжинірингу.
2. Для підвищення ефективності проекту реінжинірингу системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів слід розробляти нові методи та моделі управління його виробничо-технологічним ризиком на початковій фазі життєвого циклу.
3. Запропонований метод визначення резерву потужності реммайстерні загону технічної служби який базується на імітаційному моделювання.
4. На підставі розробленого методу та імітаційної моделі встановлено, що для умов Львівської області слід створити у системі технічного обслуговування та ремонту два пости, один із яких буде резервним.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Асамбаев Н. Оценка, анализ, измерение и управление рисками // Управление риском. - 2002. - №1. - С. 9-18.
2. Риск-ориентированные подходы оптимизации технического обслуживания и эксплуатационного контроля систем, важных для безопасности АЭС.: Монография. /Д.В.Билей, С.В.Васильченко, Н.И.Власенко и др. – Одесса, Изд-во „ТЭС”, 2004. – 530с.
3. Башиїнський О.І. Обґрунтування методів управління ризиком у проекті реінжинірингу системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / Львів. держ. аграр. ун-т. - Л., 2006. – 20с.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем.-М.: Наука,-1978.- 400с.

УДК 614.843 (075.32)

Е.М. Гуліда, д-р техн. наук, проф., Д.П. Войтович (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності МНС України)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ І РОЗТАШУВАННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ДЕПО ТА АВТОМОБІЛІВ В МІСТАХ

Розглянуто та проаналізовано існуючі методи визначення кількості і раціонального розміщення пожежно-рятувальних депо в містах, а також кількості пожежно-рятувальних автомобілів. Існуючі методи визначення кількості та розміщення пожежно-рятувальних депо в містах потребують удосконалення та адаптації під сучасні умови. Запропоновано удосконалений метод визначення кількості пожежно-рятувальних депо в залежності від кількості населення та площі міста.

Сучасний стан проблеми. Потрібна кількість та раціональне розміщення пожежно-рятувальних депо є одним із факторів підвищення ефективності ліквідації пожеж у містах. Це необхідно для збереження людського життя та матеріальних цінностей, що є основною задачею пожежно-рятувальної служби. Швидкі темпи розвитку міст, використання нових сучасних технологій в різних сферах людської діяльності вимагають перегляду методів визначення кількості та раціонального розміщення пожежно-рятувальних депо, оснащення їх пожежно-рятувальною технікою. Існує потреба в перегляді нормативних документів по цьому напрямку діяльності та створення рекомендацій при врахуванні конкретних умов, що склались.

Мета роботи. На підставі результатів аналізу існуючих методів визначення кількості і

раціонального розміщення пожежно-рятувальних депо в містах, а також кількості пожежно-рятувальних автомобілів для їх комплектування, запропонувати удосконалений метод визначення кількості пожежно-рятувальних депо з їх оснащенням необхідною пожежно-рятувальною технікою в залежності від кількості населення та площі міста.

Методи визначення кількості та раціонального розміщення пожежно-рятувальних депо в містах. Одним із факторів, що впливає на успішне гасіння пожеж є вибір оптимального місця розташування пожежно-рятувального депо в місті, кількості пожежно-рятувальних відділень та видів пожежно-рятувальних автомобілів. Цей вибір залежить від часу слідування першого пожежно-рятувального підрозділу, додаткових сил і засобів, розміру пожежі, дорожніх умов, протипожежного водопостачання, характеру забудови міста, оперативно-тактичної обстановки об'єктів, кількості одночасних пожеж у місті тощо [2]. При створенні пожежно-рятувальних частин намагаються врахувати всі наведені фактори виходячи із реальних економічних можливостей.

Граничне значення радіусу обслуговування пожежно-рятувальних депо при плануванні та забудові міських і сільських поселень визначається основним нормативним документом ДБН 360-92* «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» [4]. На сьогодні такий радіус складає 3 км. Ця величина визначена на основі даних статистичної звітності гарнізонів пожежно-рятувальної служби за відомою моделлю [8, 9, 10]. Наведена модель базується на інтерпретації потоку викликів як найпростішого потоку вимог системи масового обслуговування та припущенні про можливість опису часу зайнятості пожежно-рятувальних відділень, що витрачається ними на обслуговування виклику, експоненціальним законом розподілу. Граничне значення максимально можливого радіусу обслуговування пожежно-рятувальних депо розраховується виходячи із здатності системи забезпечити виконання пожежної безпеки, максимально допустимої кількості одночасних пожеж (70%) та середньої кількості одночасно зайнятих пожежно-рятувальних відділень гарнізону пожежно-рятувальної служби міста [6, 11, 12].

Відомі також декілька аналітичних моделей [13, 14], які розроблені за тією ж самою методикою, але вони використовують дещо інші передумови, припущення, критеріальні співвідношення, що обумовлені різними статистичними характеристиками фактичних даних. Наведені моделі мають споріднену постановку задачі та використовують один і той же математичний апарат теорії масового обслуговування. Спорідненість таких математичних моделей виявляється в використанні припущення рівномірності потоку викликів в часі. Таке припущення, спрощує вид моделей, що використовуються та є, як показали численні статистичні дослідження [15, 16, 17, 18, 19], некоректними по відношенню до великих міст. Відповідно, точність результатів, що визначаються за допомогою даних математичних моделей є нижчою за необхідний рівень.

В [1] наведені *загальні рекомендації по розрахунку кількості пожежно-рятувальних частин для міста*. Використовуючи математико-статистичні методи теорії масового обслуговування, пропонується вираховувати імовірність відмови наступної заявки на виклик, тобто імовірність того, що всі пожежно-рятувальні частини міста будуть знаходитись на обслуговуванні викликів, які надійшли раніше, і для направлення на новий виклик в пожежно-рятувальних депо не залишиться жодного пожежно-рятувального відділення. Оскільки заявки на виклики, що поступають, можна розглядати як найпростіший потік, який характеризується параметром λ , а час обслуговування одного виклику підпорядковується експоненціальному закону розподілу з параметром ν , для визначення імовірності відмови ($P_{відм.}$) використовують залежність [1]

$$P_{відм.} = P_n = \left[\frac{1}{n!} (\lambda \tau_{сер})^n \right] / \left[\sum_{m=0}^n \frac{1}{m!} (\lambda \tau_{сер})^m \right] \leq \varepsilon, \quad (1)$$

де P_n – імовірність відмови наступної заявки на виклик пожежно-рятувальної частини; n –

кількість пожежно-рятувальних частин (пожежно-рятувальних відділень, що обслуговують виклики); λ – інтенсивність (густина) потоку викликів, тобто середня кількість виїздів пожежно-рятувальних відділень в одиницю часу (для розрахунку рекомендовано приймати середню кількість виїздів протягом доби за чотири найнапруженіших місяці року); $\tau_{сер}$ – середній час обслуговування однією пожежно-рятувальною частиною одного виклику; m – показник можливої кількості викликів; ε – допустиме значення ймовірності відмови наступної заявки на виклик, $\varepsilon = 1/(m \cdot 365 \cdot 5)$, тобто виходимо із умови, що одна відмова може мати місце не частіше ніж один раз на п'ять років.

Ця задача зводиться до підбору такої кількості пожежно-рятувальних частин, при якій ймовірність відмови не повинна перевищувати деякого достатньо малого числа ε , що залежить від густини потоку заявок на виклики.

Проаналізуємо залежність (1) з використанням даних для м. Львова. В місті Львові розташовано 7 пожежно-рятувальних частин та два окремих пости (ПДПЧ 37 та ПДПЧ 38), що також мають свої райони обслуговування, тобто для розрахунків приймаємо значення 9. В найбільш напружені періоди в середньому в місті на ОДС ОКЦ надходить $m = 6$ заявок на виклики протягом однієї доби (пожежі, загоряння, хибні виклики), тобто відбувається один виїзд за 4 години ($\lambda = 1/4$), середній час обслуговування одного виклику складає 49 хв = 0,82 год [3], тобто $\tau_{сер} = 0,82$; $\varepsilon = 1/10950 = 0,00009$ (за 5 років = $6 \cdot 365 \cdot 5 = 10950$).

Відповідно за (1) визначимо чи достатньо для м. Львова дев'яти пожежно-рятувальних частин

$$P_{відм.} = P_n = \left[1/9! \left((1/4) \cdot 0,82 \right)^9 \right] / \left[\sum_{m=0}^9 1/m! \left((1/4) \cdot 0,82 \right)^m \right] = 0,00000175 < \varepsilon = 0,00009.$$

Аналізуючи отриманий результат можна говорити про те, що одна відмова на виклик можлива приблизно один раз за 260 років. При збільшенні пожежно-рятувальних частин $P_{відм.}$ ще зменшується, але в дійсності такі відмови у м. Львові трапляються навіть протягом одного року. Тому залежність (1) може використовуватися лише для невеликих міст з кількістю населення до 100 тис. чоловік.

Відмітимо, що всі інші простіші залежності враховують лише можливість в будь-який проміжок часу обслуговувати виклик – направити до місця виклику пожежно-рятувальне відділення, проте не беруть до уваги час прибуття до місця виклику (радіус обслуговування), а також характеристику об'єкта, з якого поступив виклик та необхідність направлення на певні об'єкти декілька пожежно-рятувальних відділень одночасно (відповідно до розкладу виїзду пожежно-рятувальних відділень на виклики). Тому методи теорії масового обслуговування та інші математичні методи (лінійного програмування, теорії графів та ін.) необхідно зіставляти з методами визначення кількості пожежно-рятувальних частин для міст, в яких враховувати вимоги нормативних документів, що регламентують допустимий радіус обслуговування та можливу кількість виникнення одночасних пожеж у місті. Проте нормування часу прибуття пожежно-рятувальних відділень до місця виклику є більш доцільним критерієм і точніше відповідає задачам пожежно-рятувальної служби, ніж нормування радіусу обслуговування, що дозволяє в переважній більшості випадків врахувати стан та загромодження вулично-транспортної мережі та стимулюватиме до раціонального пошуку шляхів швидшого прибуття пожежно-рятувальних відділень до місця виклику.

В [6] визначення необхідної кількості пожежно-рятувальних депо для міста виконується за допомогою достатньо простих розрахункових залежностей. Вихідним параметром є середній час слідування $\tau_{сл}$ першого пожежно-рятувального відділення до місця виклику.

Загалом необхідну кількість пожежно-рятувальних депо для міста орієнтовно можна визначити за залежністю [5]

$$N_{\text{депо}} = \frac{S_M}{S_{\text{обсл}}}, \quad (2)$$

де S_M – площа міста, км²; $S_{\text{обсл}}$ – площа зони, що обслуговується одним пожежно-рятувальним депо, км².

Важливим чинником функціонування пожежно-рятувальних підрозділів є середній час слідування $\tau_{\text{сл}}$, до місця виклику, значення якого можна визначити за залежністю [6]

$$\tau_{\text{сл}} = (0,6k_n/v_{\text{сл}})\sqrt{S/(N_{\text{депо}} - \lambda\tau_{\text{сер}})}. \quad (3)$$

Залежність (3) дозволяє розрахунковим шляхом визначити середнє значення часу слідування до місця виклику, якщо відомі значення всіх параметрів. За допомогою (3) знаходимо основну розрахункову залежність для визначення кількості пожежно-рятувальних депо для міста [6]

$$N_{\text{депо}} = [0,36k_n^2S/v_{\text{сл}}^2\tau_{\text{сл}}^2] + \lambda\tau_{\text{сер}}, \quad (4)$$

де $N_{\text{депо}}$ – число пожежно-рятувальних депо; k_n – безрозмірний коефіцієнт непрямо-лінійності мережі вуличних доріг, значення якого може коливатися в межах від 1 до 1,4; S – площа території міста, км²; $v_{\text{сл}}$ – середня швидкість руху пожежно-рятувальних автомобілів, км/хв; $\tau_{\text{сл}}$ – середній час слідування пожежно-рятувальних автомобілів до місця виклику, хв; λ – середня кількість виїздів за годину; $\tau_{\text{сер}}$ – середня тривалість одного виїзду, год.

Залежність (4) враховує параметри, що характеризують місто (S , k_n) та оперативну обстановку, яка склалась у ньому (λ , $\tau_{\text{сл}}$, $\tau_{\text{сер}}$, $v_{\text{сл}}$). Також, треба відмітити, що другу складову залежності (4) доцільно враховувати лише для міст-мільйонерів. У інших випадках $\lambda \ll 1$ і залежність (4) матиме вигляд [6]

$$N_{\text{депо}} = 0,36k_n^2S/v_{\text{сл}}^2\tau_{\text{сл}}^2. \quad (5)$$

Проаналізуємо залежності (2) та (4) з використанням даних для м. Львова: $k_n = 1,3$; $S = 115,97$ км²; $v_{\text{сл}} = 0,83$ км/хв; $\tau_{\text{сл}} = 10$ хв; $\lambda = 0,25$ виїзд/год; $\tau_{\text{сер}} = 0,82$ год. За останнім переписом чисельність населення міста складає 753,8 тис. Проте під час навчального періоду (протягом 9-10 місяців) кількість проживаючих у м. Львові наближається до 1млн. чол. за рахунок значної кількості студентів, тому для розрахунків використовуємо (4). В цьому випадку кількість пожежно-рятувальних депо для м. Львова буде:

$$N_{\text{д}} = [0,36 \cdot 1,3^2 \cdot 115,97 / 0,83^2 \cdot 10^2] + 0,25 \cdot 0,82 = 1,22.$$

Згідно залежності (2) кількість пожежно-рятувальних депо для м. Львова буде:

$$N_{\text{депо}} = \frac{115,97}{\pi \cdot 3^2} = 4,1.$$

Аналізуючи отриманий результат, можна зауважити, що навіть 5 пожежно-рятувальних депо для такого міста, як Львів, з населенням 753,8 тис. осіб є необґрунтованим і недостатнім. До цього можна додати, що згідно рекомендацій [7] (додаток 7) у м. Львові повинно бути 12 пожежно-рятувальних депо з загальною кількістю спеціальних пожежно-рятувальних машин до 86 одиниць. Виходячи з цього можна зробити висновок, що рекомендовані залежності (2) та (4) потребують певного удосконалення.

В [22] наведено метод визначення оптимального місця розташування пожежно-рятувальних підрозділів на етапі проектування або реконструкції населених пунктів. В цьому методі пропонується об'єднати два підходи, за допомогою яких вирішується дана задача.

Перший підхід до місця розташування підрозділів здійснюється з урахуванням мережі доріг та факторів, які впливають на рух пожежно-рятувальних автомобілів. Другий – територія району виїзду розбивається на зони за рівнями небезпеки, а місце розташування

підрозділів визначається з урахуванням цих рівнів.

Недоліком першого методу є те, що не врахований фактор завантаженості вулично-транспортної мережі в різні проміжки часу, який може суттєво впливати на параметр t_{\min} (час слідування до місця виклику) за яким проводять мінімізацію. Недоліком другого є складність у визначенні рівнів небезпеки, які характеризуються інтегрованим показником. Не існує досконалої методики у визначенні такого показника. Використання в якості інтегрованого показника номера виклику, що використовується для характеристики об'єкта пожежно-рятувальною службою, не є доцільним, оскільки він не враховує об'єкти підвищеної поверховості, об'єкти з масовим перебуванням людей (церкви), середні школи, гуртожитки тощо. Також не можна використати в якості інтегрованого показника перелік потенційно небезпечних об'єктів (ПНО). ПНО – об'єкт на якому можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення надзвичайної ситуації [23]. Недоліком цього переліку є те, що він не містить ряд об'єктів, які є небезпечними з точки зору пожежної безпеки, гасіння пожеж на яких може проходити з певними ускладненнями.

Таким чином, запропонований метод визначення оптимального місця розташування пожежно-рятувальних підрозділів не є досконалим та не може бути використаний на практиці як основний.

Визначення необхідної кількості пожежно-рятувальних автомобілів. Кількість основних і спеціальних пожежно-рятувальних автомобілів, що знаходяться на озброєнні чергових караулів пожежно-рятувальних частин міста, залежить головним чином від особливостей району, що охороняється даним підрозділом [2]. Практичний досвід показує, що в містах з розвинутою мережею протипожежного водопостачання, найбільш доцільно мати в складі чергового караулу відділення на автоцистерні та автонасосі. Проте в великих містах більша половина пожежно-рятувальних частин має на озброєнні замість автонасоса автоцистерну. В середніх та малих містах автонасоси в бойовому розрахунку взагалі непередбачені, що пояснюється наступним:

- обслуговування виклику двома автоцистернами дає змогу доставляти додатковий запас води та успішно гасити нерозвинуті пожежі, особливо на обезводнених ділянках;
- нормативний табель бойового розрахунку автоцистерни в 1,5 рази менший, ніж на автонасосі, що має не останнє місце в зменшенні витрат на утримання пожежно-рятувальної служби.

Так, в СДПЧ-2 м. Львова Сихівського РВ ГУ МНС України у Львівській області на озброєнні знаходиться дві автоцистерни типу АЦ 40 (130) 63Б та одна автодрабина АД 30 (131) ПМ506. Використання останньої обумовлюється специфікою району, що обслуговується даним підрозділом (в районі налічується понад 30 будинків підвищеної поверховості). Дані автомобілі експлуатуються протягом значного терміну, що суперечить положенням [20], та відповідно суттєво підвищує ймовірність виникнення відмов в процесі реагування на виклики.

Останнім часом в підрозділах пожежно-рятувальної служби в якості першого відділення почали застосовувати автомобілі першої допомоги на базі ГАЗель. Результати проведених досліджень [24] показали, що використання нових методів в тактиці гасіння пожеж в житлових та адміністративних будівлях (кількість пожеж на яких становить понад 80% від загальної кількості [25]) дозволяє скоротити час вільного розвитку пожежі в середньому на 35-40%. Це є досить суттєвим і для початку бойових дій по рятуванню людей та для локалізації і гасіння пожежі.

Загальна кількість основних пожежно-рятувальних автомобілів, які знаходяться на озброєнні всіх пожежно-рятувальних частин міста, можна орієнтовно визначити із розрахунку – один автомобіль на кожні 20-50 тис. чол. населення, але приймають не менше

двох [2]. Виходячи із цього для м. Львова орієнтовна кількість основних пожежно-рятувальних автомобілів (автомобілів типу АЦ) повинна становити 15. При використанні нижньої границі даної умови їх кількість може бути більшою в 2,5 рази. На даний час 9 пожежно-рятувальних частин м. Львова озброєнні 15 основними одиницями техніки.

Основний принцип, що обґрунтовує технічне оснащення пожежно-рятувальної служби, полягає в наступному: в будь-який момент часу пожежно-рятувальна служба міста повинна негайно відреагувати на виклик будь-якого характеру відповідною кількістю сил і засобів, причому їх прибуття до місця виклику повинно бути регламентовано визначеними термінами.

За допомогою розрахункових формул можна визначити імовірність того, що в будь-який проміжок часу одночасно обслуговуванням викликів зайнята та чи інша кількість пожежно-рятувальних відділень (пожежно-рятувальних автомобілів) [6]

$$P_0 = e^{-\lambda\tau_{сер}}; \quad (6)$$

$$P_1 = \lambda\tau_{сер}a_1P_0; \quad (7)$$

$$P_2 = (\lambda\tau_{сер}/2)[2a_2P_0 + a_1P_1]; \quad (8)$$

$$P_j = (\lambda\tau_{сер}/j)[ja_jP_0 + (j-1)a_{j-1}P_1 + \dots + 2a_2P_{j-2} + a_1P_{j-1}], \quad (9)$$

де $j = 1, 2, 3, \dots$; a_1, a_2, \dots - розподіл частот виїздів певної кількості пожежно-рятувальних автомобілів.

Сума всіх ймовірностей дорівнює одиниці та матиме вигляд

$$P_0 + P_1 + \dots + P_j + \dots = 1. \quad (10)$$

Звідси

$$P_{>j} = 1 - (P_0 + P_1 + \dots + P_j). \quad (11)$$

За залежністю (6) визначаємо імовірність того, що всі пожежно-рятувальні відділення вільні від роботи по обслуговуванню викликів та знаходяться в стані чергування; за (7) - імовірність того, що в будь-який проміжок часу на обслуговуванні виклику знаходиться одне пожежно-рятувальне відділення (зайнятий один пожежно-рятувальний автомобіль), тобто $P_1 = 0,0099$ [6]; за (8) і (9) - імовірність того, що одночасно на обслуговуванні виклику знаходяться (в одному чи різних координатах міста) два $P_2 = 0,0214$ чи будь-яке інше число j пожежно-рятувальних автомобілів.

Для залежностей (6) - (9) важливою складовою являється параметр $\lambda\tau_{сер}$ - приведена густина потоку викликів підрозділів пожежно-рятувальної служби. Для м. Львова даний показник становить $\lambda\tau_{сер} = 0,205$.

Тоді залежність (6) з використанням даних для м. Львова набуде вигляду

$$P_0 = e^{-0,205} = 0,815.$$

На підставі отриманих значень ймовірностей визначаємо імовірність знаходження відділень в режимі зайнятості

$$P_{>2} = 1 - (P_0 + P_1 + P_2) = 1 - (0,815 + 0,0099 + 0,0214) = 0,1537.$$

Отриманий результат дає змогу говорити про те, що 84,63% всього часу відділення пожежно-рятувальної служби м. Львова будуть знаходитися в режимі чергування. Звідси знайдемо точне значення сумарного часу зайнятості підрозділів пожежно-рятувальної служби м. Львова на протязі року. Частка сумарного часу зайнятості складатиме: $1 - 0,8463 = 0,1537$. Тоді сумарний час зайнятості підрозділів пожежно-рятувальної служби: $0,1537 \cdot 8760 = 1346,4$ год. В дійсності за рік за даними статистики у Львові виконують приблизно 2190 виїздів відділеннями пожежно-рятувальної служби. Тривалість одного

виїзду 0,82 год. Тоді зайнятість відділень за рік складатиме 1795,8 год, а вільних від роботи буде 6964,2 год., тобто частка вільного часу дорівнює співвідношенню $6964,2/8760 = 0,795$. Різниця в результатах пояснюється тим, що нами не враховано частини виїздів, які виконуються одночасно, тобто $1795,8 - 1346,4 = 449,4$ год. на протязі року обслуговуються пожежно-рятувальною службою одночасно.

Для підтримання постійної бойової готовності пожежно-рятувальних частин міста та залучення до гасіння пожеж особового складу вільних від чергування караулів в кожній пожежно-рятувальній частині передбачається 100% резерв основних пожежно-рятувальних автомобілів.

Загалом необхідно відмітити те, що на цей час відсутні науково обґрунтовані принципи визначення кількості і розташування пожежно-рятувальних депо та кількості пожежно-рятувальних основних і спеціальних автомобілів пожежно-рятувальних частин міста; а існують лише загальні рекомендації по розрахунку кількості пожежно-рятувальних частин для міста [21]. Тому була поставлена задача розв'язання цього питання на підставі аналізу результатів існуючих наукових досліджень, статистичних даних МНС України та країн СНД.

Рекомендації для визначення кількості пожежно-рятувальних депо та кількості пожежно-рятувальних основних і спеціальних автомобілів для міста.

Для визначення кількості пожежно-рятувальних депо для міста авторами була отримана на підставі аналізу результатів існуючих наукових досліджень та нормативних даних [7] емпірична степенева залежність виду

$$N_{\text{депо}} = 0,085H^{0,2138}S^{0,7501}, \quad (12)$$

де H – кількість населення міста, тис. чол.; S – площа міста, км².

При розрахунках кількості депо за залежністю (12) необхідно отримане значення заокруглювати до цілого числа за умови: 1) у випадку, якщо число після коми менше 5, то заокруглюють до цілого числа, яке стоїть перед комою; 2) у випадку, якщо число після коми дорівнює або більше 5, то заокруглюють до цілого числа в більшу сторону.

Загальну кількість пожежно-рятувальних основних і спеціальних автомобілів для міста можна визначити в залежності від кількості пожежно-рятувальних депо $N_{\text{депо}}$ за емпіричною залежністю, яка отримана на підставі аналізу рекомендацій науково-технічної літератури та норм пожежної безпеки Російської федерації (НПБ 101-95)

$$N_{\text{авто}} = 6,15N_{\text{депо}}^{1,0624}. \quad (13)$$

Отримане значення $N_{\text{авто}}$ необхідно заокруглити до цілого числа: 1) в більшу сторону, якщо число після коми дорівнює або більше 5; 2) в меншу сторону, якщо число після коми менше 5.

Загальну кількість спеціальних пожежно-рятувальних автомобілів, до складу яких відносять: 1) автодрабини, автопідйомники; 2) автомобілі газодимозахисної служби; 3) автомобілі зв'язку та освітлення тощо, можна визначити у відсотках від загальної кількості $N_{\text{авто}}$, а саме в межах від 8,9% до 18%. Більший відсоток необхідно приймати при загальній кількості автомобілів до 40. Розподіл між наведеними трьома групами спеціальних пожежно-рятувальних автомобілів згідно із рекомендаціями [7] буде: 0,5:0,3:0,2.

Висновки

1. Результати аналізу існуючих методів визначення кількості та раціонального розміщення пожежно-рятувальних депо в містах показали, що вони на сучасному етапі розвитку міст не забезпечують вимог пожежної безпеки та потребують подальшого удосконалення.
2. Існуючі рекомендації для визначення загальної кількості пожежно-рятувальних основних і спеціальних автомобілів для міста не задовольняють потреб міста з точки зору забезпечення пожежної безпеки. В цьому напрямку необхідно розробляти нормативну базу і згідно цих нормативів забезпечувати пожежно-рятувальні підрозділи в достатній кількості

пожежно-рятувальною технікою. Наприклад, згідно залежностей (12), (13) у Львові повинно бути 12 пожежно-рятувальних депо із загальною кількістю пожежно-рятувальних основних і спеціальних автомобілів 86 одиниць, в тому числі спеціальних 13 одиниць (7 автодрабин та автопідйомників, 3 автомобіля газодимозахисної служби, 2 автомобілі зв'язку та освітлення). Львів на сьогодні має тільки 9 пожежно-рятувальних депо, а стосовно пожежної техніки можна лише бажати кращого.

3. Необхідна подальша робота з метою удосконалення наведених математичних методів визначення кількості та раціонального розміщення пожежно-рятувальних депо в містах, а також визначення кількості пожежно-рятувальних основних і спеціальних автомобілів для міста.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Брушлинский Н.Н. Решение общей задачи о дислокации специальных служб в городах. – В кн.: «Взрывобезопасность и огнестойкость в строительстве». – М.: Стройиздат, 1970, с. 109-120.
2. Кимстач И.Ф. Организация тушения пожаров в городах и населенных пунктах. – М.: Стройиздат, 1977. – 143с.
3. Гуліда Е.М., Войтович Д.П. Аналіз основних чинників, які впливають на функціонування пожежно-рятувальних підрозділів міст в процесі ліквідації пожеж // Зб. наук. праць «Пожежна безпека». – №10, 2007. – С. 162-170.
4. ДБН 360-92* Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – К.: Укрархбудінформ, 1993. – 107с.
5. http://ipb.mos.ru/konf/2004/sb-2004/sec_1.html.
6. Брушлинский Н.Н., Микеев А.К., Бозуков Г.С. и др. Совершенствование организации и управления пожарной охраны / Под ред. Н.Н. Брушлинского. – М.: Стройиздат, 1986. – 152с.
7. Нормы пожарной безопасности НПБ 101-95 РФ. – М.: ГУГПС МВД России, 1994. – 7 с.
8. Брушлинский Н.Н. Определение размеров пожарной охраны города // Пожарное дело, №10, 1995. – С. 30-35.
9. Брушлинский Н.Н., Соболев Н.Н. Математическая модель для проектирования системы противопожарной защиты города // Управление большим городом. – М.: НПО АСУ «Москва», 1985. – С. 79-81.
10. Брушлинский Н.Н., Соболев Н.Н. Математическая модель расчета среднего радиуса выезда оперативных отделений пожарной охраны по вызовам // Пожарная техника и пожаротушение на объектах народного хозяйства / Сб. тр. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1986. – с. 58-66.
11. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. – М.: Стройиздат, 1981. – 96 с.
12. Брушлинский Н.Н., Соболев Н.Н. Системный анализ оперативной пожарной обстановки // Экономика и управление в пожарной охране / Сб. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1983. – С. 49-53.
13. Keski - Rahkonen O. Pohjoismaiden tulipalojen sumuloinnin työpaaja // Palontorjuntatekniikka, 21, №2, 1991. – P. 10-11.
14. Computergestütztes Leitsystem mabgeschneidert // HLH, 44, №11, 1993. – S. 687-689.
15. Основные объекты пожаров // Пожарное дело, №9-10, 1994. – С. 12.
16. Основные причины возникновения пожаров // Пожарное дело, №9-10, 1994. – С. 11.
17. Пожарные службы крупнейших городов мира // Пожарное дело, №2, 1995. – С. 39-41.
18. Arbeitsgemeinschaft der Leiterder Bervyfsfeuerwehren Verkehr – sbervhigung // Feuerwerhmann, №10, 1992. – S. 308-310.
19. Thüringen: Brand-und Hilfeleistungsstatistics 1993//Bevolkungsschuts, № 3-4, 1994. - S. 4-5.
20. «Про затвердження Норм табельної залежності, витрат і термінів експлуатації

пожежного, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних і будівельних матеріалів, господарського інвентарю і меблів у підрозділах і навчальних закладах пожежної охорони МВС України». – К.: МВС України, 2000. – 72с.

21. Брушлинський Н.Н. Решение общей задачи о дислокации специальных служб в городах. – В кн.: «Взрывобезопасность и огнестойкость в строительстве». – М.: Стройиздат, 1970. – С. 109-120.

22. Кузик А.Д., Трусевич О.М., Рак Т.Є. Метод знаходження оптимального місця розташування пожежно-рятувальних підрозділів // Зб. наук. праць «Пожежна безпека». – №8, 2006. – С. 86-90.

23. «Про затвердження положення про паспортизацію потенційно небезпечних об'єктів». – К.: МНС України, 2000. – С.3

24. Недоступ А.Ф. и др. Возможности ПАПП // Пожарное дело. - 1987. - №6. - С. 14-15.

25. <http://old.mns.gov.ua/showarticle.php?doc=pressa/ns/2007/02/18.ua&PHPSESSID=0bfeb070f913270a5b43ca30ec45ea03&p=1>.

УДК 691.32.699.81

Ю.Е. Павлюк, к.т.н, доцент, (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності), Т.М. Шналь, к.т.н, доц., М.І. Стасюк, к.т.н, доц., (Національний університет „Львівська політехніка”)

МОДЕЛІ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

В статті проаналізовано дослідження температурних режимів пожеж. Запропоновано моделі розвитку пожеж у залежності від місця їх виникнення. Встановлення відповідності моделей розвитку пожеж реальним сценаріям дає можливість на їх основі оцінити вогнестійкість конструкцій будівель та споруд.

Постановка проблеми.

Рівень пожежної безпеки будівель та споруд залежить від комплексу заходів які спрямовані на зниження ймовірності виникнення пожежі та мінімізації втрат від пожежі яка все-таки трапилась. Адекватна оцінка поведінки конструкцій в умовах пожежі буде залежати від врахування багатьох факторів. Визначальними факторами є поведінка матеріалу конструкцій в умовах зростаючих температур, конструктивна схема, спосіб завантаження та застосування відповідної моделі розвитку пожежі для оцінки температурного впливу на конструкцію. Дослідження температурних режимів [1] в будівлях пошкоджених пожежею показали що вони суттєво відрізняються від стандартної кривої температура-час, яка є єдиною яка прийнята в Україні для оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій. "Температурний режим стандартної кривої, який використовується близько 100 років, був встановлений на обмежених експериментальних даних розвитку пожежі в малому приміщенні та визначеній кількості целюлозного пожежного навантаження.

Аналіз останніх досліджень.

Дослідження температурних режимів пожеж та створення їх моделей ведеться у трьох напрямках. Перший, це розширення режимів номінальних кривих „температура-час”, другий розробка спрощених методів розрахунку в яких враховуються деякі параметри пожежі які