

5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1998. – 400с.
6. Альяних И.М. Моделирование вычислительных систем. - Л.: Машиностроение, 1988. - 223с.
7. Повзик Я.С., Ключ П.П., Матвейкин А.М. Пожарная тактика: Учеб. для пожарно-техн. училищ.- М.: Стройиздат, 1990.- 335 с.

УДК 629.113:614.842

О.В. Сидорчук, д.т.н., професор, О.І. Башинський, к.т.н., (Львівський університет безпеки життєдіяльності), А.М. Тригуба, к.т.н. (Львівський державний аграрний університет)

ОБҐРУНТУВАННЯ МІНІМАЛЬНОГО РЕЗЕРВУ ПОТУЖНОСТІ РЕММАЙСТЕРНІ ЗАГОНУ ТЕХНІЧНОЇ СЛУЖБИ У ПРОЕКТІ РЕІНЖИНІРИНГУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Проведено аналіз стану системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів. Встановлено що система технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів потребує реінжинірингу. Запропоновано метод обґрунтування мінімального резерву потужності реммайстерні загону технічної служби у проекті реінжинірингу системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів як реакції на виробничо-технологічний ризик. Обґрунтовано параметри резерву потужності реммайстерні загону технічної служби для умов Львівської області.

Постановка проблеми. Відповідно чинних регламентів технічне обслуговування та ремонт (ТОР) пожежних автомобілів (ПА) повинні проводитися у загоні технічної служби (ЗТС). Проведений аналіз господарської діяльності ЗТС свідчить про надмірне використання ресурсів у процесі виконання ТОР ПА. Потреба економії ресурсів в системі ТОР ПА вимагає її реінжинірингу. Домогтися їх економії можна за умови виконання обслуговуючо-ремонтних втручань не за регламентованою періодичністю, а за технічним станом. Для реалізації стратегії виконання ТОР за станом ПА слід здійснити функціонально-структурну перебудову виробничої системи, зокрема, організацію регламентованого за напрацюванням діагностування ПА, оцінення технічного стану та прогнозування потреби і змісту обслуговуючо-ремонтних втручань. Очікуваним результатом реінжинірингу системи ТОР ПА є зменшення обсягів цих втручань, а відтак – зменшення потреби в трудових та матеріальних ресурсах за незмінного рівня експлуатаційної надійності системи пожежогасіння. Реалізація проекту реінжинірингу системи ТОР ПА супроводжується управлінням людськими, матеріальними, енергетичними, інформаційними та іншими ресурсами впродовж життєвого циклу проекту. Якраз у процесі управління ресурсами виникає виробничо-технологічний ризик (ВТР) – небажане відхилення показників ефективності проекту. Щоб його зменшити у проекті виконуються протиризикові заходи. Одним із таких заходів є обґрунтування резерву потужності системи ТОР ПА.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створення резерву є однією із реакцій на ризик. Аналіз методів та моделей управління ризиком переконує у їх важливості для теорії управління проектами [1,2]. Проте, ними системно не враховується особливості формування ризику, що унеможливує об'єктивне управління ВТР, а відтак і розроблення реакцій на цей ризик у проектах обслуговуючих систем, до яких належить система ТОР ПА. Наведені аргументи свідчать про потребу розроблення нових науково-методичних засад для

обґрунтування мінімального резерву потужності реммайстерні загону технічної служби у проєкті реінжинірингу системи ТОР ПА.

Постановка завдання – розкрити науково-методичні засади обґрунтування мінімального резерву потужності реммайстерні загону технічної служби у проєкті реінжинірингу системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів

Виклад основного матеріалу. Потужність реммайстерні (M) може бути номінальною та з резервом. Номінальна потужність – це така потужність, яка дає змогу впродовж року функціонування реммайстерні виконати задану ремонтну програму (A). У цьому разі $M = A$. Якщо $\frac{M}{A} > 1$, то це означає, що існує резерв потужності. Він визначається із співвідношення

$$M_p = M - A. \quad (1)$$

З огляду на те, що M залежить від числа постів (δ), кількості залучених виконавців (u) та річної трудомісткості ТОР ПА (Θ_p), то за незмінного середнього значення Θ_p визначається функціональна структура реммайстерні – число постів (δ) та кількість залучених виконавців (u). Для заданої функціональної структури ремонтного підприємства його номінальну потужність можна знайти як кількість об'єктів ремонту, що обслужені впродовж року (N_{TOP}) за умови ідеалізованого потоку вимог на виконання обслуговуючо-ремонтних втручань ПА. Визначення номінальної потужності проводиться за допомогою імітаційного моделювання.

Для того, щоб об'єктивно обґрунтувати M_p нами пропонується метод, який передбачає такі етапи: 1) формування модельованого потоку вимог на обслуговування ПА ($\sum S$); 2) обслуговування його за умови відсутності простоїв постів та виконавців реммайстерні ЗТС (ідеалізованого потоку); 3) обґрунтування M_p , за якої забезпечується мінімальний ризик простоїв постів та виконавців.

Формування $\sum S$ здійснюється за відомою методикою і він характеризується: 1) щоденною потребою у виконанні діагностичних робіт; 2) щоденною потребою у заміні тих чи інших вузлів і агрегатів; 3) щоденною потребою виконання ремонтів (поточних і капітальних) тих чи інших вузлів чи агрегатів; 4) щоденною потребою у виконанні ТО ПА. Ці характеристики $\{A_m\}$ залежать від маркового складу автомобілів (m), їх кількості (N_m), надійності (H_m), а також річного напруження (L_m):

$$\{A_m\} = f(m, N_m, H_m, L_m). \quad (2)$$

З огляду на те, що H_m, L_m є величинами ймовірнісними, то A_m буде також ймовірнісною, що створює труднощі у дослідженні системи ТОР та вимагає використання статистичних методів.

Для кількісного оцінення сукупної річної потреби у ремонтних втручаннях ПА, перш за все, визначають статистичним методом таку елементарну складову ВТР, як коефіцієнт охоплення ремонтом:

$$k_p = \frac{N_{pm}}{N_m}, \quad (3)$$

де N_{pm} - річне число ремонтів ПА m -ї марки, що наявні у області, од; N_m - число ПА m -ї марки, що є в області, од.

Цей коефіцієнт залежить від надійності ПА (H_m), річного напрацювання ПА (L_p) та якості (Y_{TOP}) виконання ТОР:

$$k_p = f(H_m, L_k, Y_{TOP}). \quad (4)$$

На основі статистичного значення коефіцієнта охоплення ремонтом (k_p) ПА певної марки можемо визначити середньорічне значення кількості ремонтів:

$$N_{pm} = N_m \cdot k_p. \quad (5)$$

Процес моделювання потоку вимог на виконання ремонтів відобразимо його графічною моделлю (рис. 1).

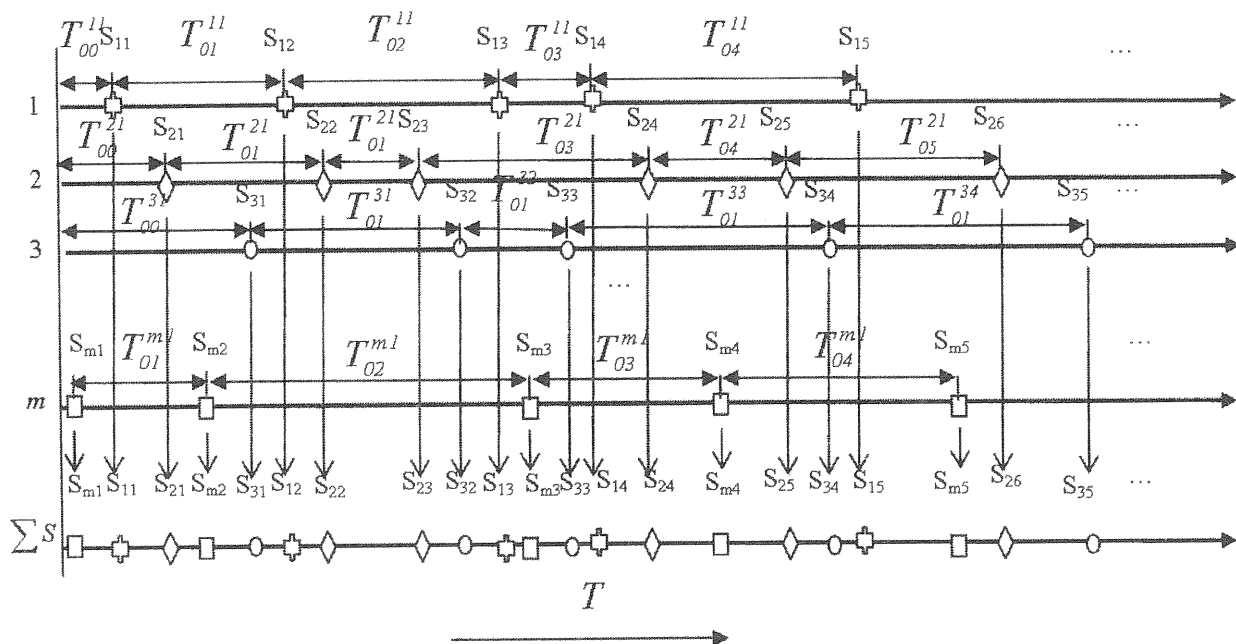


Рис. 1. Модель формування вхідного потоку замовлень на ремонт: T_i^{mn} – тривалість між появою замовлення на ремонт ПА m -ї марки із n -ї ПРЧ та наступним замовленням на ремонт ПА аналогічної марки, дiб; S_{mn} – замовлення на ремонт ПА m -ї марки із n -ї ПРЧ; $\sum S$ – річний потік вимог на виконання ремонтів ПА, од.

Вектори $1, 2, 3, \dots, m$ відтворюють вхідні потоки ПА ($S_{m,n}$) m -х марок із n -х пожежно-рятувальних частин (ПРЧ). Ці вхідні потоки сформовані шляхом послідовного відкладання випадкових значень інтервалів часу T_i^{mn} між надходженнями замовлень.

Для того, щоб отримати моменти часу надходження ПА на ремонт, потрібно знати середнє значення проміжку часу між суміжними надходженнями (\bar{T}_o), а також імовірнісний закон його розподілу.

У загальному випадку \bar{T}_o визначається із співвідношення

$$\bar{T}_o = \frac{T}{N_{pm}}, \quad (6)$$

де T - тривалість періоду, на який робиться прогноз, діб; N_{pm} - кількість відмов, які потребують ремонту впродовж періоду T для ПА m -ї марки, од.

Згідно з дослідженнями [3], густина функції розподілу напрацювання до появи відмови у складних системах, які пройшли припрацювання і складаються з елементів із різною інтенсивністю відмов, добре описується експоненційним законом.

Випадкові числа, які відповідають експоненційній випадковій величині $E : T_o$, можна отримати із рівномірної випадкової величини Y , яка змінюється від 0 до 1 за допомогою співвідношення:

$$E : T_o \approx -T_o \cdot \lg Y. \quad (7)$$

Після проектування даних потоків на єдину календарну вісь отримуємо сумарний потік замовлень (ΣS).

Число ТО (N_{TO}), які потрібно виконати впродовж певного періоду, залежить від регламентованого напрацювання на їх проведення (L_{TO}), а також річного напрацювання ПА (L_p). З огляду на те, що L_{TO} є випадковою величиною, то й річне число ТО також матиме ймовірнісний характер. Окрім того, ймовірнісний характер має напрацювання сукупності ПА на початку року (L_{nm}) від останнього обслуговуючого втручання. Встановлено [3], що напрацювання множини ПА L_{nm} описується нормальним законом розподілу.

Формування потоку вимог на проведення ТО розпочинається із ПА, які потребують поточного ремонту. Для кожного із них генерується напрацювання L_{nm} та щомісячне напрацювання ($L_{\mu m}$) упродовж року. Напрацювання ПА на кінець місяця, в якому виникає потреба у поточному ремонті, визначається за формулою

$$L_{nrm} = L_{nm} + \sum_{\mu=1}^i L_{\mu m}, \quad (8)$$

де i - місяць, в якому виникає потреба у поточному ремонті.

Методом інтерполяції визначається напрацювання ПА (L'_{nrm}) на дату появи замовлення на ремонт. Також перевіряється умова [3]:

$$L'_{nrm} \geq 0,9 \cdot L_{TO}. \quad (9)$$

Якщо умова (9) виконується, то ТО для даного ПА проводиться одночасно з ремонтом.

Порядок формування потоку вимог на проведення ТО ПА, які не потребуватимуть ремонту, показано на рис. 2.

Для кожного із цих ПА генерується напрацювання L_{nm} та $L_{\mu m}$. Обчислюється напрацювання ПА на кінець року за формулою

$$L_{km} = L_{nm} + \sum_{\mu=1}^{12} L_{\mu m}, \quad (10)$$

Перевіряється умова

$$L_{km} \geq L_{TO}. \quad (11)$$

Якщо умова (11) виконується, то фіксується місяць, у якому виникає замовлення на проведення ТО та знаючи напрацювання на початок і кінець цього місяця методом інтерполяції визначається дата його появи.

Після цього виконується виключення проміжків часу (T_i^{mn}) між суміжними замовленнями. Це дає можливість отримати ідеалізований потік вимог на виконання обслуговуючо-ремонтних втручань ПА, за якого ризик простоїв постів та виконавців буде відсутній.

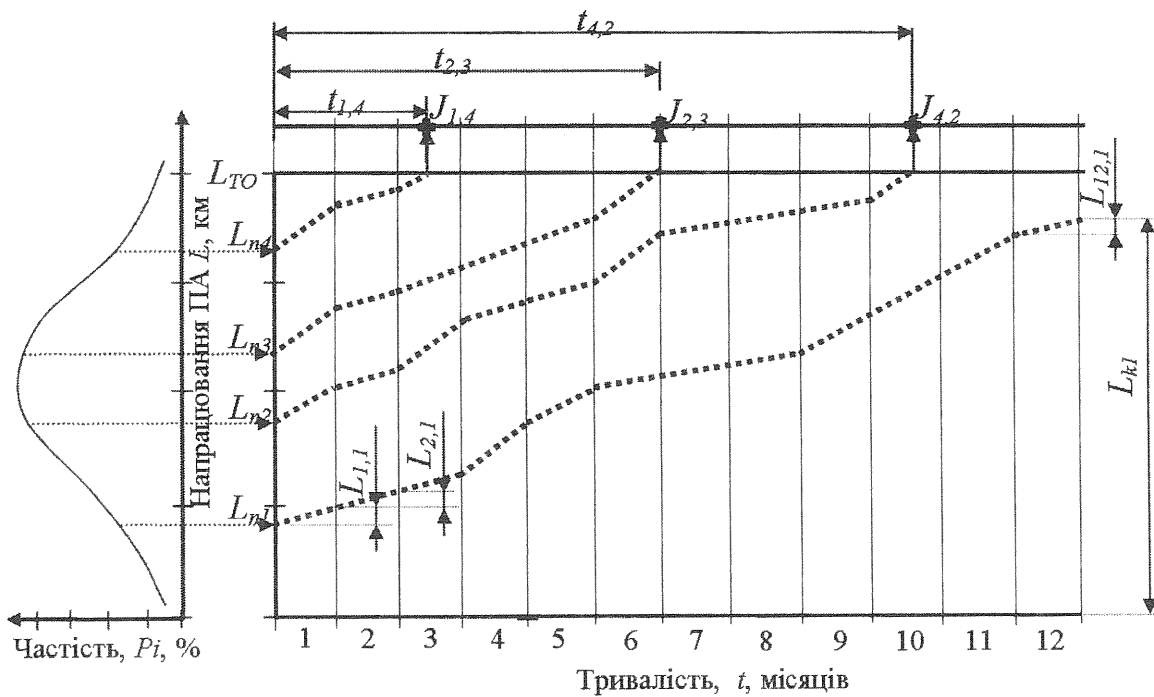


Рис. 2. Модель формування потоку вимог на ТО ПА:

$t_{m,n}$ – тривалість від початку року до появи замовлення на ТО ПА m -ї марки із n -ї ПРЧ, дів; $J_{m,n}$ – замовлення на виконання ТО ПА m -ї марки із n -ї ПРЧ; $L_{n,m}$ – напрацювання на початок року від останнього проведеного ТО для ПА m -ї марки із n -ї ПРЧ, км; L_{TO} – регламентоване напрацювання на ТО, км; $L_{\mu m}$ – напрацювання ПА m -ї марки впродовж μ -о місяця, км; L_{km} – напрацювання ПА m -ї марки на кінець року, км.

Обґрунтування M_p розпочинається насамперед із визначення можливих організаційних варіантів функціональної структури реммайстерні ЗТС. Для кожного із них виконується імітаційне моделювання функціонування віртуальної системи ТОР ПА за умови ідеалізованого потоку вимог на ТОР ПА (рис.3).

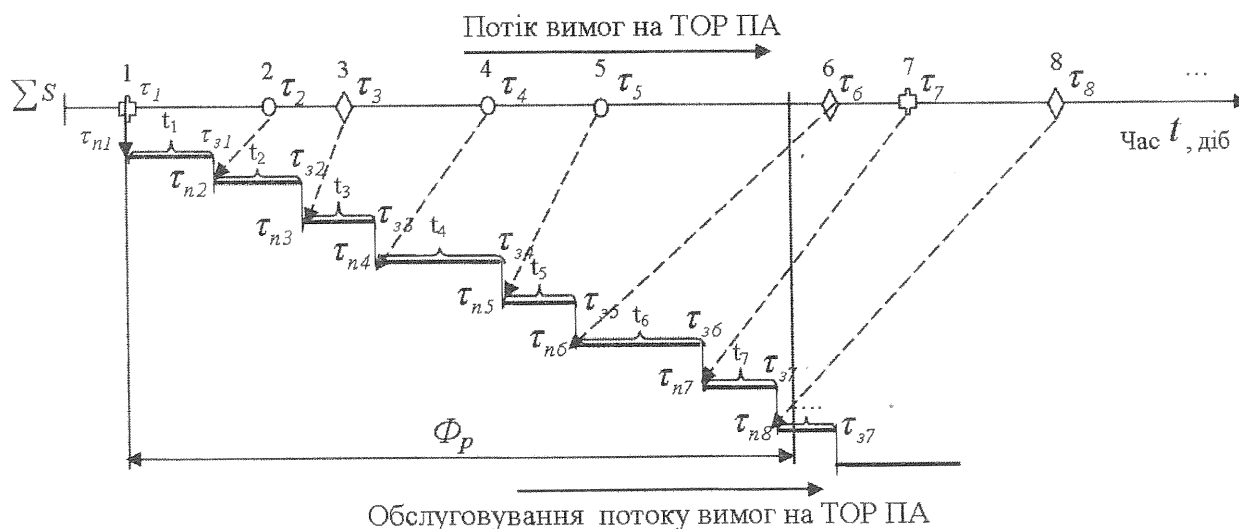


Рис. 3. Графічне відображення функціонування поста із ідеалізованим потоком вимог на ТОР: t_i – тривалість обслуговування i -го замовлення; τ_{ni}, τ_{zi} – відповідно час початку та закінчення обслуговування i -го замовлення; Φ_p – річний фонд робочого часу поста

У результаті імітаційного моделювання визначається коефіцієнт M/Λ . Для отримання імовірнісної величини коефіцієнта M/Λ , а також визначення його статистичних характеристик слід здійснити багаторазове повторення комп'ютерних експериментів.

Організаційний варіант функціональної структури реммайстерні ЗТС віртуальної системи ТОР ПА, за якого математичне сподівання коефіцієнта $M/\Lambda < 1$ свідчить про те, що існує ризик очікування ПА обслуговуючо-ремонтних втручань та ризик наявності замовлень, які залишаться не обслуженими. Якщо математичне сподівання коефіцієнта становить $M/\Lambda > 1$, то у системі ТОР ПА із таким варіантом функціональної структури реммайстерні ЗТС існує ризик простоїв постів та виконавців. Мінімальним буде той резерв потужності реммайстерні ЗТС, за якого буде обслуговуватися Λ із якомога меншими простоями постів та виконавців.

З метою визначення мінімального резерву потужності реммайстерні ЗТС системи ТОР ПА проводилося імітування функціонування даної системи за умови ідеалізованого потоку вимог на виконання ТОР. Імітування функціонування віртуальної системи ТОР ПА проводилося за спеціально розробленою моделлю для умов Львівської області на підставі науково обґрунтованого методу [3,4]. Характерною особливістю цієї моделі є те, що в ній виключені простої постів та виконавців через відсутність замовлень. На підставі цієї моделі визначається річна програма ТОР ПА (Λ) та потужність рем майстерні (M) за умови заданого числа постів (δ) та кількості виконавців (u). Число постів (δ) змінювали від 1 до 3, а кількість виконавців (u) від 1 до 4.

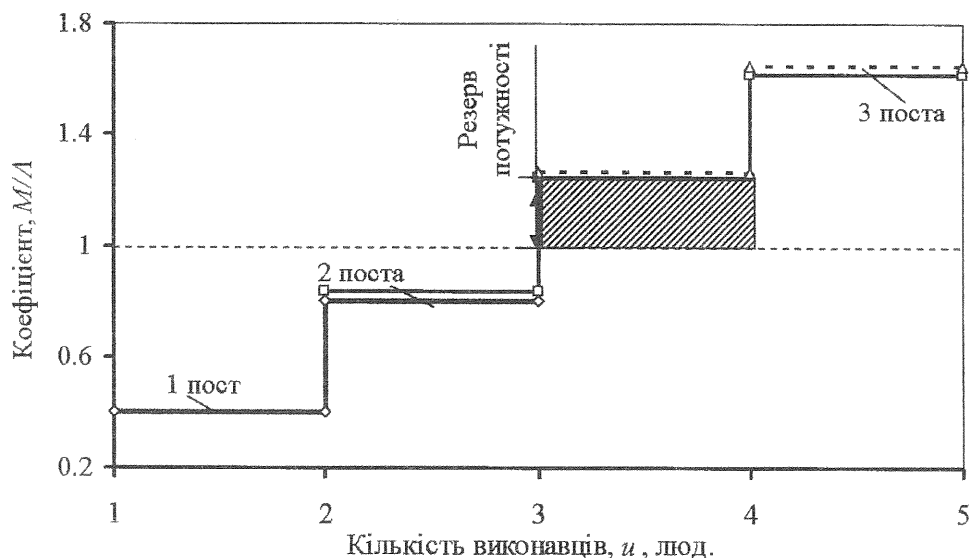


Рис. 4. Залежність коефіцієнта M/Λ від кількості постів та виконавців за умови ідеалізованого потоку вимог на ТОР ПА

У результаті комп'ютерних експериментів із імітаційною моделлю функціонування віртуальної системи ТОР ПА за умови ідеалізованого потоку вимог на ТОР ПА побудовано залежність коефіцієнта (M/Λ) від чисельності постів та кількості виконавців (рис.2). На підставі побудованої залежності (рис.4) встановлено, що для умов Львівської області слід створити у реммайстерні ЗТС – два пости, один із яких буде резервним, та мати три виконавці, які забезпечать виконання річної програми ТОР ПА з мінімізацією сумарної річної тривалості перебування ПА у системі ТОР.

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