

The main purpose of the vehicle suspension is to ensure proper comfort of transportation of people and goods. The suspension of nonlinear connection between restoring force and the deformation of the elastic elements is shown to be able to provide the specified purpose. However, existing theoretical researches are mainly based on a linearized presentation of the specified force. This is primarily due to the mathematical difficulties of constructing solutions of nonlinear differential equations describing the oscillations of the sprung part of a wheeled vehicle. However such linearization does not allow explaining a number of features of the wheeled vehicle dynamics: the dependence of the oscillation period of sprung part on the amplitude, the resonance processes, and the loss of motion stability. In this paper, for the case where the restoring force as a function of the deformation of the elastic element is described as similar to the power-law dependence (such nonlinear dependence allows to provide the proper comfort of wheeled vehicle), obtained the natural frequencies of vertical and transverse angular oscillations. They are functions of not only the basic parameters that describe the restoring force, but the amplitude of appropriate oscillations. Moreover, the influence of different models of the damper devices on the locking velocity of amplitude is analyzed. The dependence of the critical speed on drift of the wheeled vehicle is obtained concerning the following: curved section of the track, vertical oscillations of the sprung part on condition of nonlinear elastic characteristic of the shock absorbers. The critical speed for larger amplitudes of vertical oscillations is estimated to be less, at the same time for elastic shock absorbers of greater rigidity - more.

**Key words:** sprung mass, nonlinear oscillations, amplitude and frequency of oscillations, road-holding on drift, critical speed.

УДК 614.843(075.32)

Ст. викл. І.В. Паснак, канд. техн. наук –  
Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

## РОЗКРИТТЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВПЛИВУ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ЧИННИКІВ НА ТРИВАЛІСТЬ ВІЛЬНОГО РОЗВИТКУ ПОЖЕЖІ

На підставі аналізу наукових робіт встановлено, що в більшості випадків на тривалість вільного розвитку пожежі найбільше впливає тривалість слідування пожежно-рятувальних підрозділів до місця її виникнення. Отримано залежність для визначення тривалості слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику з урахуванням особливостей улаштування вулично-дорожньої мережі. Розроблено імітаційну модель прогнозування тривалості прибуття пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику, що дає змогу визначити оптимальний маршрут слідування та зменшити тривалість вільного розвитку пожежі.

**Ключові слова:** тривалість вільного розвитку пожежі, тривалість слідування, оптимізація, імітаційна модель, маршрут слідування.

**Постановка проблеми.** Аналізуючи розвиток будь-якої пожежі, можна виокремити три основні періоди: вільного розвитку  $\tau_{в.р.}$ , локалізації  $\tau_{лок.}$  та ліквідації пожежі  $\tau_{лік.}$  [1]. Значна тривалість вільного розвитку пожежі призводить до значних збитків [2] та значно ускладнює подальші дії щодо гасіння пожежі. Зазвичай тривалість вільного розвитку пожежі є доволі значною. Керуючись відомою методикою [1], легко підрахувати, що, наприклад, у столярному цеху лісокомбінату пожежа за 20 хв охопить площу понад 700 м<sup>2</sup>. Тому сьогодні гостро стоїть проблема пошуку та реалізації заходів щодо зменшення тривалості вільного розвитку пожежі.

Варто також врахувати, що бурхливе зростання автомобілізації у світі поставило перед суспільством низку істотних проблем [3]. Вони стосуються не тільки забезпечення транспортного процесу як такого, але й тих негативних

наслідків, що при цьому виникають. Відставання або неможливість розвитку всієї інфраструктури транспорту як у містах, так і поза ними, хоч і є об'єктивними, але й вимагає вирішення, причому на основі отримання широкого обсягу знань. Можна стверджувати, що перевантаження автомобільних доріг у містах вкрай негативно впливатиме на тривалість слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику і, як наслідок, на тривалість вільного розвитку пожежі. А це, водночас, призведе до зростання збитків, завданих пожежами. Отже, як бачимо, пошук напрямів зменшення тривалості вільного розвитку пожежі (зокрема тривалості слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця пожежі) є необхідною та актуальною задачею сьогодення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Виокремленням та вирішенням проблеми зменшення тривалості вільного розвитку пожежі займалася низка вчених як в Україні, так і за її межами. Тут варто відзначити роботи М.М. Брушлінського, Е.М. Гуліди, В.Е. Снитюка, О.М. Джулая, О.М. Моргуна та багатьох інших.

Умовно такі роботи можна поділити за певними напрямками. Так, зменшення тривалості слідування пожежно-рятувальних підрозділів за рахунок оптимізації границь району виїзду наведено у роботах [4-6]. Також є низка робіт, які акцентують свою увагу на залученні нової мобільної протипожежної техніки та добровільних пожежних команд [7-9]. Часто для вирішення окресленої проблеми застосовують різноманітні графові моделі [2, 5, 10].

Варто зазначити, що отримані результати та запропоновані заходи дають змогу зменшити тривалість вільного розвитку пожежі та, зокрема, тривалість слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виникнення пожежі. Однак у небагатьох роботах враховують вплив організаційних чинників на тривалість вільного розвитку пожежі. Зокрема, не виділяють проблеми зменшення тривалості слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця пожежі з огляду на різноманітні чинники організації дорожнього руху.

**Мета роботи** полягає у встановленні особливостей впливу організаційних чинників, зокрема оперативно-тактичної діяльності пожежно-рятувальної служби, на зменшення тривалості вільного розвитку пожежі.

**Виклад основного матеріалу.** Тривалість вільного розвитку пожежі можна визначити за залежністю [1, 2]:

$$\tau_{в.р.} = \tau_{в.в.} + \tau_{сп.} + \tau_{оп.} + \tau_{зал.} + \tau_{зб.} + \tau_{сл.} + \tau_{о.р.}, \quad (1)$$

де:  $\tau_{в.в.}$  – проміжок часу від моменту виникнення пожежі до її виявлення;  $\tau_{сп.}$  – проміжок часу з моменту виявлення пожежі до повідомлення про неї у пожежно-рятувальний підрозділ;  $\tau_{оп.}$  – час на отримання та опрацювання повідомлення про пожежу;  $\tau_{зал.}$  – час на залучення сил і засобів пожежно-рятувальної служби для ліквідації пожежі;  $\tau_{зб.}$  – тривалість збирання та виїзду особового складу пожежно-рятувальної служби;  $\tau_{сл.}$  – тривалість слідування підрозділу до місця виклику;  $\tau_{о.р.}$  – час оперативного розгортання підрозділів, що прибули до місця виклику.

Виходячи з даних роботи [2], розглянемо частку кожної складової рівняння (1) з метою оцінки їх впливу на загальну тривалість вільного розвитку пожежі (рис. 1).

З рис. 1 видно, що левову частку з когорти складових  $\tau_{в.р.}$  займає тривалість слідування підрозділу до місця виклику, що також підтверджується у роботі [2]. Однак спочатку розглянемо поетапно шляхи зменшення кожної складової  $\tau_{в.р.}$ . Зменшення  $\tau_{в.в.}$  та  $\tau_{сн.}$  можна досягати вдосконаленням системи оповіщення про пожежу, встановленням автоматичних систем пожежної сигналізації та їх удосконаленням тощо. Скорочення часу  $\tau_{оп.}$  та  $\tau_{зат.}$ , окрім згаданих вище заходів, можна досягнути розробленням алгоритму та пакету прикладних програм, які дають змогу скоротити тривалість визначення оптимальної кількості сил та засобів для гасіння пожеж певного класу.

Також варто зазначити, що зменшення  $\tau_{зб.}$  та  $\tau_{сл.}$  може досягатися залученням до ліквідації пожежі добровільних пожежних команд підприємства, де виникає пожежа, та застосування ними нових технічних засобів мобільної локалізації пожежі. Крім цього, відома методика розрахунку [1] не враховує при визначенні  $\tau_{зб.}$  та  $\tau_{сл.}$  часу прокачування пневматичної гальмівної системи пожежних автомобілів на базі шасі ЗІЛ-130 та ЗІЛ-131, які ще й досі в більшості випадків перебувають в оперативних розрахунках пожежно-рятувальних підрозділів. Відомо, що тривалість слідування підрозділу до місця виклику визначається за залежністю [1]

$$\tau_{сл.} = 60 \frac{L_i}{V_{сл.}}, \text{ хв.} \quad (2)$$

де:  $L_i$  – відстань від пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику, км;  $V_{сл.}$  – середня швидкість руху пожежних автомобілів (приймається згідно з [1] 45 км/год на широких вулицях з твердим покриттям та 25 км/год на складних ділянках), км/год.

Однак, залежність (2) не дає змоги встановити вплив різноманітних чинників організації дорожнього руху на  $\tau_{сл.}$ , що, безумовно, є важливим у розв'язанні проблеми зменшення тривалості слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця пожежі. Слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику здійснюється по вулично-дорожній мережі, яка складається з транспортних вузлів та дуг, що їх з'єднують.

При розв'язанні проблеми зменшення  $\tau_{сл.}$  можна записати функцію мети задачі у вигляді:

$$\tau_{сл.} \rightarrow \min. \quad (3)$$

Звідси, виходячи з (2), маємо

$$L \rightarrow \min; \quad (4)$$

$$\overline{V_{сл.}} \rightarrow \max. \quad (5)$$

Використовуючи гідродинамічну модель [3], запишемо

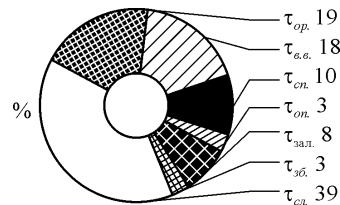


Рис. 1. Приблизна частка складових при розрахунку тривалості вільного розвитку пожежі

$$\overline{V_{сл.}} = V_0 \cdot \ln \left( \frac{\overline{d} + L_i}{\overline{B} + L_i} \right), \quad (6)$$

де:  $V_0$  – швидкість, що відповідає пропускній здатності дуги вулично-дорожньої мережі;  $\overline{d}$  – середня дистанція між автомобілями в потоці;  $\overline{L}$  – середня довжина автомобіля в потоці;  $\overline{B}$  – середня величина відстані між автомобілями при заторі.

З урахуванням зазначеного вище  $\tau_{сл.}$  можна записати у вигляді

$$\tau_{сл.} = \sum_{i=1}^m \frac{L_{oi}}{V_{oi} \cdot \ln \left( \frac{\overline{d}_i + L_{oi}}{\overline{B}_i + L_{oi}} \right)} + \sum_{i=1}^n \tau_{н.рл.і} + \sum_{i=1}^k \tau_{рл.і} + \sum_{i=1}^z \tau_{н.р.р.і}, \quad (7)$$

де:  $m$  – кількість дуг вулично-дорожньої мережі на маршруті слідування пожежно-рятувального підрозділу;  $L_{oi}$  – довжина  $i$ -ої дуги;  $n$  – кількість нерегульованих перехресть на маршруті слідування;  $\tau_{н.рл.і}$  – витрати часу на проїзд  $i$ -го нерегульованого перехрестя, визначається за методикою [3];  $k$  – кількість регульованих перехресть на маршруті слідування;  $\tau_{рл.і}$  – витрати часу на проїзд  $i$ -го регульованого перехрестя, визначається за методиками [2, 3];  $z$  – кількість розв'язок у різних рівнях на маршруті слідування;  $\tau_{н.р.р.і}$  – витрати часу на проїзд  $i$ -ої розв'язки в різних рівнях, визначається за методикою [3].

Для оптимізації тривалості слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику було розроблено імітаційну модель прогнозування  $\tau_{сл.}$  (рис. 2.).

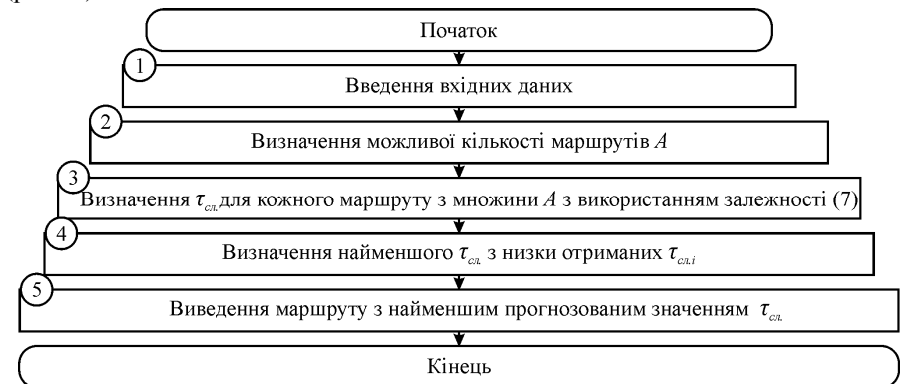


Рис. 2. Структурна схема імітаційної моделі прогнозування тривалості слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику

Розглянемо послідовність операцій запропонованої імітаційної моделі. Спочатку в блок 1 необхідно ввести вхідні дані, що являють собою координати місця виклику та координати розташування пожежно-рятувального підрозділу. Далі в блоці 2 з використанням ПК здійснюється визначення можливої кількості маршрутів  $A$ . Це може відбуватися з використанням електронних карт місцевості та каскадного графа варіантів проїзду пожежної техніки [2] із виокремленням транспортних вузлів та дуг вулично-дорожньої мережі.

У блоці 3 відбувається визначення тривалості слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику  $\tau_{cl}$  для кожного з отриманих маршрутів із використанням залежності (7). Після у блоці 4 здійснюється визначення найменшого значення  $\tau_{cl}$  з низки отриманих значень. Далі в блоці 5 відбувається виведення на карту вулично-дорожньої мережі маршруту слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику з найменшим значенням  $\tau_{cl}$ .

Варто зазначити, що розрахунки за імітаційною моделлю можуть виконуватися як після отримання повідомлення про пожежу, так і заздалегідь для різноманітних об'єктів. Це, водночас, дасть змогу також зменшити один із складників  $\tau_{в.р.}$  – час на отримання та опрацювання повідомлення про пожежу  $\tau_{оп.}$  (див. залежність (1)).

#### Висновки:

1. Встановлено, що в більшості випадків на тривалість вільного розвитку пожежі найбільше впливає тривалість слідування пожежно-рятувальних підрозділів до місця її виникнення.
2. Запропоновано залежність для визначення тривалості слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику з урахуванням особливостей улаштування вулично-дорожньої мережі.
3. Для зменшення тривалості вільного розвитку пожежі розроблено імітаційну модель прогнозування тривалості слідування пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику, що дає змогу визначити оптимальний маршрут слідування.
4. У подальшому доцільно розробляти та вдосконалювати існуючі математичні моделі руху пожежно-рятувальних підрозділів шляхом урахування параметрів транспортних потоків та безпеки дорожнього руху.

#### Література

1. Иванников В.П. Справочник руководителя тушения пожара / В.П. Иванников, П.П. Ключ. – М. : Стройиздат, 1987. – 288 с.
2. Гуліда Е.М. Зменшення тривалості вільного розвитку пожежі на основі оптимізації шляху слідування пожежних до місця її виникнення / Е.М. Гуліда // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2013. – № 23. – С. 64-70.
3. Гаврилов Е.В. Организация дорожного руху / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін. – 452 с. – С. 447-448.
4. Брушлинский Н.Н. Системный анализ и проблемы пожарной безопасности народного хозяйства / Н.Н. Брушлинский, В.В. Кафиров, В.И. Козлачков и др. – М. : Стройиздат, 1988. – 413 с.
5. Войтович Д.П. Підвищення ефективності функціонування пожежно-рятувальних підрозділів в процесі ліквідації пожеж у містах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.02 – Пожежна безпека / Д.П. Войтович; Львів. ДУ БЖД. – Львів, 2011. – 20 с.
6. Кузик А.Д. Аналіз зон обслуговування пожежно-рятувальних частин за допомогою діаграм Вороного / А.Д. Кузик, О.О. Карабин, О.М. Трусевич // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2010. – № 12. – С. 73-78.
7. Паснак І.В. Підвищення ефективності ліквідації пожеж класу А і В на промислових підприємствах шляхом удосконалення технічних засобів пожежогасіння : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.02 – Пожежна безпека / Паснак Іван Васильович, Львів. ДУ БЖД. – Львів, 2013. – 20 с.
8. Яковенко Ю.Ф. Пожарные автомобили нового поколения: концепция многофункциональности / Ю.Ф. Яковенко // Средства спасения. Противопожарная защита, 2004. – М. : Изд-во "Наука", 2004. – 262 с.
9. Ву Ван Тхюй. О развитии добровольных пожарных формирований во Вьетнаме / Ву Ван Тхюй, В.Л. Семиков, Ю.А. Сыркин // Технологии техносферной безопасности : Интернет-журнал. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://ipb.mos.ru/ttb> Выпуск № 2 (43) – апрель 2012 г.

10. Моргун О.М. Комп'ютерна система оптимізації вибору маршрутів слідування аварійно-рятувальної техніки / О.М. Моргун, Л.О. Моргун // Пожежна безпека: теорія і практика : зб. наук. праць. – Черкаси : Вид-во АПБ. – 2008. – № 1. – С. 36-42.

#### Паснак І.В. Раскрытие особенностей влияния организационных факторов на продолжительность свободного развития пожара

На основании анализа научных работ установлено, что в большинстве случаев на продолжительность свободного развития пожара больше всего влияет продолжительность следования пожарно-спасательных подразделений к месту ее возникновения. Получена зависимость для определения продолжительности следования пожарно-спасательного подразделения к месту вызова с учетом особенностей устройства улично-дорожной сети. Разработана имитационная модель прогнозирования продолжительности следования пожарно-спасательного подразделения к месту вызова, что позволяет определить оптимальный маршрут следования и уменьшить продолжительность свободного развития пожара.

**Ключевые слова:** продолжительность свободного развития пожара, продолжительность следования, оптимизация, имитационная модель, маршрут следования.

#### Pasnak I.V. Some Peculiarities of the Impact of Organizational Factors on the Duration of Free Fire Development

The duration of the free fire development is proved to be mostly influenced by the duration of adherence to fire and rescue units to the place of its origin. The dependence on the length of following the fire-rescue unit to the destination concerning road network peculiarities is determined. A simulation model predicting the length of following the fire-rescue unit to the destination enabling to determine the best route to follow and reduce free fire duration is designed.

**Key words:** free fire duration, the duration of the route, optimization, simulation model, route.

УДК 331.108

Доц. В.І. Яциук, канд. екон. наук;  
магістрант В.П. Яблонський – Львівська КА

#### МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ КАДРОВОЇ ПОЛІТИКИ ТОРГОВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Досліджено забезпечення управління персоналом підприємства з урахуванням узгодження кадрової політики і стратегії розвитку в сучасних умовах розвитку економіки. Визначено вплив на рівень управління персоналом соціальних, економічних, організаційних аспектів діяльності підприємства. Зокрема, представлено алгоритм розроблення стратегії розвитку підприємства на основі розвитку персоналу, встановлено взаємозв'язок організаційної культури та пріоритетних напрямів розвитку персоналу, визначено систему показників, що характеризують основні складові управління персоналом.

**Ключові слова:** управління персоналом, кадрова політика, стратегія розвитку, рівень управління персоналом, кадрові планування, соціально-економічні аспекти управління персоналом, організаційна культура, розвиток персоналу, мотивація персоналу.

**Аналіз останніх досліджень.** Функціонування вітчизняних підприємств пов'язане з такими негативними явищами: використанням в управлінні застарілих підходів, відсутністю нових заходів щодо розвитку персоналу, систем мотивації ефективної праці тощо. При цьому особливої уваги потребує персонал, який вважається основним чинником ефективної діяльності. Питання кількісного і якісного кадрового забезпечення обумовлені тенденціями до уповільнення