

*Л.В. Ушаков, канд. техн. наук, проректор, НУЦЗУ,  
Ю.М. Сенчихін, канд. техн. наук, доцент, доцент, НУЦЗУ*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ**

(представлено д-ром техн. наук Куценко Л.М.)

На підставі нормативних величин параметрів, що визначають тактичні можливості, математично обґрунтовано вибір критеріїв оцінки тактичних можливостей і ефективності оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів.

**Ключові слова:** гасіння пожежі, тактичні можливості, оперативні дії, критерій ефективності.

**Постановка проблеми.** Велике значення при поточному аналізі мають математичні моделі, що встановлюють ступінь у взаємозв'язку між використаними тактичними можливостями та ефективністю оперативних дій підрозділів [1,6].

Такими моделями є кореляційні рівняння показника занедбаності пожеж ( $K_y$ ) від часу вільного розвитку і тривалості гасіння пожеж; від витрати вогнегасних речовин; кількості учасників гасіння; площі гасіння та від інших параметрів.

Ці кореляційні рівняння дозволяють розрахувати критерій  $E_T$  і здійснювати як загальну оцінку ефективності оперативних дій всіх підрозділів, що беруть участь в гасінні, так і оцінку окремих прийомів і способів гасіння пожеж [2]. Такий підхід до оцінки ефективності прийомів і способів дозволяє виявити як найкращі з них і на основі цього розробити практичні рекомендації по впровадженню передових та більш удосконалених способів і прийомів гасіння.

**Аналіз останніх досягнень та публікацій.** З використанням розробленого алгоритму обробки статистичної інформації параметрів оцінки тактичних можливостей пожежно-рятувальних розрахунків в дослідженні здійснена розробка нормативних величин по:

- витраті вогнегасних речовин;
- площі пожежі;
- швидкості і часу гасіння в періоди локалізації і ліквідації пожеж. Результати розробки цих параметрів зведені у таблиці та графіки [3, 4, 5].

Розроблені і рекомендовані як нормативні величини по витраті вогнегасних речовин, площі гасіння, швидкості і часу виконання оперативного завдання дозволяють перейти до оцінки рівня використання тактичних можливостей підрозділів на одиничних пожежах.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Перш, ніж розкрити методику оцінки тактичних можливостей підрозділів на конкретних прикладах, необхідно розглянути характер впливу дійсно використаних тактичних можливостей по витраті вогнегасних речовин, площі гасіння, швидкості і часу виконання завдань виникаючих в процесі гасіння пожеж на ефективність оперативних дій підрозділів, тобто на кінцеві результати цих дій.

Для загальної оцінки ефективності оперативних дій підрозділів, найбільш зручною кореляційною залежністю, є вираз вигляду:

$$K_y = f(\tau_{\text{вїл}}; \tau_{\text{лок}}; \tau_{\text{лїкв}}), \quad (1)$$

де:  $\tau_{\text{вїл}}$  – час вільного розвитку пожежі;  $\tau_{\text{лок}}$  – час локалізації пожежі;  $\tau_{\text{лїкв}}$  – час ліквідації пожежі.

Вихідні статистичні данні для виводу рівняння отримані зі зведеної таблиці і приведені в розрахунковій матриці статистичних показників [4,5].

В результаті статистичної обробки отримана кореляційна модель вигляду:

$$K_y = \left[ 0,11 \left( \frac{\tau_{\text{вїл}}}{17,0} \right) + 0,06 \left( \frac{\tau_{\text{лок}}}{20,0} \right) + 0,23 \left( \frac{\tau_{\text{лїкв}}}{28,0} \right) \right] \cdot 1,6 - 0,3. \quad (2)$$

Аналіз коефіцієнтів регресії в рівнянні (2) показує, що на показник занедбаності пожеж в більшому ступені впливає тривалість ліквідації. Дана обставина вказує на той факт, що у пожежно-рятувальних підрозділів є резерви по підвищенню ефективності своїх оперативних дій, і які приховані в цьому періоді. Але в даний час при аналізі оперативних дій підрозділів цьому періоду приділяється недостатня увага.

Підставляючи рівняння (2) в розрахункову формулу критерію ефективності оперативних дій ( $E_T$ ):

$$E_T = 1/(1+K_y)$$

і, розрахувавши заздалегідь довірчий інтервал по показнику  $K_y$  визначимо величини критерію якості оперативної роботи підрозділів на пожежах  $E_T^a$  по формулі:

$$E_T^y = \frac{1}{0,9 + \left[ 0,11 \left( \frac{\tau_{\text{вїл}}}{17,1} \right) + 0,06 \left( \frac{\tau_{\text{лок}}}{20,3} \right) + 0,23 \left( \frac{\tau_{\text{лїкв}}}{28} \right) \right] 1,59}. \quad (3)$$

Розрахункові значення критерію  $E_T$  зведені до таблиці та приведені на графіках [4,5]. Величини критерію  $E_T$  визначені з урахуванням часу вільного розвитку пожежі від 10 до 90 хвилин і часом локалізації і ліквідації, що змінюються в наступних межах відповідно:

$$\tau_{\text{лок}} - \text{від } 10 \text{ хв. до } \tau_{\text{лок}} + 3\sigma_{\tau_{\text{лок}}} = 84 \approx 90 \text{ хв.},$$

$$\tau_{\text{лїкв}} - \text{від } 10 \text{ хв. до } \tau_{\text{лїкв}} + 3\sigma_{\tau_{\text{лїкв}}} = 121 \approx 120 \text{ хв.}$$

З аналізу рекомендованих нормативних величин критерію ефективності оперативних дій первинних підрозділів можна відзначити, що ефективність оперативних дій підрозділів (судячи із значень критерію  $E_T$ ) має загальну тенденцію до зниження із збільшенням тривалості вільного розвитку пожежі та її гасіння. Тому, однією з умов ефективної роботи підрозділів є мінімум витрат часу на оперативні дії в двох періодах гасіння пожеж.

Розрахункові величини критерію  $E_T$  по формулі (3) дозволяють визначити кількісну характеристику результативності (ефективності) оперативних дій всіх підрозділів, що беруть участь в гасінні пожежі. Але на практиці нерідкі випадки, коли необхідно давати оцінку роботи кожному окремому підрозділу.

Таку оцінку можна здійснити за допомогою показника занедбаності пожежі, вираженого через формалізовану залежність вигляду:

$$K_y = f(Q; N_{\text{чол}}; N_{\text{ств}}), \quad (4)$$

де:  $Q$  – показник, що характеризує можливості підрозділу з подачі потрібних витрат на гасіння при відповідній кількості особового складу і продуктивності технічних засобів;  $N_{\text{чол}}$  – чисельність оперативного розрахунку підрозділу, що приймає участь у гасінні пожежі;  $N_{\text{ств}}$  – кількість одночасно працюючих стволів.

Вихідні статистичні данні для виводу рівняння отримані зі зведеної таблиці і приведені в розрахунковій матриці статистичних показників [3].

В результаті статистичної обробки одержана кореляційна модель вигляду:

$$K_y = \left[ 0,16 \left( \frac{Q}{7,1} \right) + 0,15 \left( \frac{N_{\text{чол}}}{4,5} \right) + 0,004 \left( \frac{N_{\text{ств}}}{2} \right) \right] \cdot 1,6 - 0,1. \quad (5)$$

Отримана розрахункова формула показника занедбаності пожежі (5) дозволяє оцінювати як ефективність оперативних дій кожного працюючого відділення на пожежі окремо, так і використані схеми подачі вогнегасних речовин підрозділами.

Розраховавши довірчий інтервал по показнику  $K_y$  і підставивши рівняння (5) в розрахункову формулу критерію

$$E_T^H = \frac{1}{1 + K_y + \Delta K_y},$$

$\Delta K_y = 0,196$ , отримаємо нормативні величини цього критерію для відділень на автоцистернах (АЦ) та насосно-рукавних автомобілях (АНР).

$$E_T^H = \frac{1}{1,1 + \left[ 0,16 \left( \frac{Q}{7,07} \right) + 0,15 \left( \frac{N_{\text{чол}}}{4,47} \right) + 0,04 \left( \frac{N_{\text{ств}}}{2,0} \right) \right] \cdot 1,59}. \quad (6)$$

Величини  $E_T^H$  визначені з урахуванням рекомендованих (нормованих) витрат води, що подаються відділеннями на АЦ та АНР для припинення горіння на пожежах.

З урахуванням визначення нормативних показників оперативної діяльності пожежно-рятувальних підрозділів по подачі вогнегасних речовин на ліквідацію горіння та аналізу оцінки ефективності гасіння пожеж за різними схемами подачі води [2,3] витікає, що критерій ефективності оперативних дій має тенденцію до зниження у міру збільшення кількості працюючих стволів. Підрозділи збільшенням кількості стволів, що одночасно вводяться і працюючих, при цьому добиваються підвищення розмірів оброблюваної пожежі, але декілька знижують свою ефективність унаслідок зростання збитку від дій особового складу і вогнегасних речовин. Наприклад, одним працюючим стволом РС-50 підрозділ здатний ліквідувати горіння на площі  $12\text{ м}^2$  з ефективністю  $E_T = 0,749$ , а при одночасній роботі чотирьох

стволів РС-50 відділення на АНР здатне ліквідувати горіння на площі 126 м<sup>2</sup> з ефективністю  $E_T^H=0,393$ , за всіх інших рівних умовах.

Якісна оцінка роботи підрозділів на пожежах доводиться на область значень  $E_T$  з достатньою ефективністю. Граничними значеннями цієї області є:  $E_T^{\max}=0,9989$ ;  $E_T^{\min}=0,270$ . Тому розрахункові формули цього критерію (1-3) можуть застосовуватися для оцінки ефективності оперативних дій підрозділів тільки в цієї області.

**Висновки.** Таким чином, одержані емпіричні формули показника занедбаності пожеж дозволяють розраховувати величини критерію ефективності при різних варіаціях чинників часу; витрати вогнегасних речовин, кількості учасників гасіння; кількості працюючих стволів. А методом порівняння фактичного і розрахункового значень цього критерію є можливість здійснити якісну оцінку ефективності оперативних дій. Такий підхід суттєво доповнює оцінку, яка вироблена на основі показника рівня реалізації тактичних можливостей по кожному і-тому параметру гасіння пожежі і виключають елементи суб'єктивізму в загальній оцінці оперативних дій підрозділів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сенчихин Ю.Н. Основні напрямки підвищення тактичних можливостей пожежно-рятувальних підрозділів / Ю.Н. Сенчихин, М.М. Калітєвський, В.Ю. Назаренко // Об'єднання теорії та практики - залог підвищення боєздатності пожежно-рятувальних підрозділів. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: Університет цивільного захисту України, 2007. – С. 114-116.

2. Сенчихин Ю.Н. Анализ факторов, определяемых тактико-техническими характеристиками средств тушения пожаров, и оценка их влияния на эффективность боевой работы подразделений / Ю.Н. Сенчихин, Л.В. Ушаков // Проблемы пожарной безопасности: Зб. наук. пр. УЦЗ України. – Вип. 24. – Харків: Фоліо, 2008. – С. 165-170.

3. Сенчихин Ю.Н. Обґрунтування нормативних показників тактичних можливостей за витратою води на гасіння пожежі / Ю.Н. Сенчихин, В.Ю. Назаренко // Проблемы пожарной безопасности. Зб. наук. пр. УЦЗ України. Вип. 23. – Харків: Фоліо, 2008. – С. 164-168.

4. Сенчихин Ю.Н. Визначення нормативних показників бойових дій підрозділів за часом ліквідації горіння / Ю.Н. Сенчихин, Л.В. Ушаков, В.Ю. Назаренко // Об'єднання теорії та практики – залог підвищення боєздатності оперативно-рятувальних підрозділів. Матеріали науково-технічної конференції. – Харків: Університет цивільного захисту України, 2008. – С. 139-141.

5. Сенчихин Ю.Н. Визначення нормативних показників бойової діяльності пожежно-рятувальних підрозділів за площею гасіння пожежі / Ю.Н. Сенчихин, Л.В. Ушаков // Актуальні проблеми наглядно-профілактичної діяльності МНС України. Матеріали науково-технічної конференції. – Харків: УЦЗУ, 2008. – С. 94-97.

6. Сенчихин Ю.Н. Влияние тактических возможностей на эффективность ведения боевых действий пожарно-спасательных подразделений / Ю.Н. Сенчихин, В.Ю. Назаренко // Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации «ЧС–2008». Материалы международной научно-практической конференции. – Гомель, 2008.

nuczu.edu.ua

Л.В. Ушаков, Ю.Н. Сенчихин

**Обоснование критерия эффективности оперативных действий пожарно-спасательных подразделений.**

На основании нормативных величин параметров тактических возможностей, математически обоснован выбор критериев оценки тактических возможностей и эффективности оперативных действий пожарно-спасательных подразделений.

**Ключевые слова:** тушение пожара, тактические возможности, оперативные действия, критерий эффективности.

L.V. Ushakov, Y.M. Senchyhin

**Justification criterion of operational activities for fire and rescue units.**

Based on the normative values of the parameters that define the tactical possibilities, the choice of mathematical criteria for assessing the tactical capabilities and operational efficiency of operations of fire and rescue units.

**Keywords:** fire suppression, tactical capabilities, operational activities, the performance criterion.