

УДК 621.314.26

*Шило С.Г., канд. техн. наук, ст. викл., УЦЗУ,  
Борозенець І.О., канд. техн. наук, доц., ХНЕУ,  
Фещенко А.Б., канд. техн. наук, ст. викл., УЦЗУ*

## **МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ОПЕРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОЮ СЛУЖБОЮ МНС**

(представлено д-ром техн. наук Туркінім І.Б.)

Наведено часову модель процесу діяльності операторів оперативно-диспетчерської служби при ухваленні рішень щодо оцінки оперативної обстановки надзвичайної ситуації, яка виділяє основні та допоміжні дії. Отримано аналітичні вирази для оцінки часових інтервалів інформаційного пошуку в процесі сприйняття інформації.

**Постановка проблеми.** Ефективне подолання надзвичайних ситуацій (НС) потребує підвищення рівня інформатизації та автоматизації управління діяльністю сил та засобів, що задіяні в ліквідації НС. При вирішенні функціональних задач оперативно-диспетчерської служби (ОДС) надзвичайно важлива роль належить особам, що приймають рішення (ОПР), щодо вірної оцінки оперативної обстановки (ОО), прийняття адекватних рішень в мінімальні часові терміни, швидкої та чіткої координації дій підпорядкованих підрозділів.

При виникненні НС завжди існує затримка в реагуванні операторів ОДС щодо оцінки ОО, яка склалася. Порівняно з витратами часу в системі управління на збір, обробку та відображення інформації про НС, найбільш суттєву складову затримки вносить час прийняття рішення ОПР щодо адекватної оцінки ОО та розподілу часткових задач між підпорядкованими операторами ОДС.

Оптимізація діяльності операторів ОДС в умовах НС потребує удосконалення системи інформаційного забезпечення ОДС, що, в свою чергу, потребує побудови та аналізу часової моделі процесу діяльності ОПР при ухваленні рішень щодо оцінки ОО, а також отримання аналітичних виразів для оцінки часу виконання функціональних операцій. Тому питання, що розглядаються є актуальними і мають бути вирішені.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Процеси діяльності операторів в системах управління, що пов'язані з аналізом інформаційних моделей (ІМ), розглядаються в ряді робіт з ергономіки та інженерної психології [1-4]. В них достатньо повно проаналізовано особливості діяльності ОПР при ухваленні рішень, але недостатньо уваги приділено питанням аналізу основних складових процесу оцінки ОО та побудови часових моделей діяльності операторів при ухваленні рішень щодо оцінки ОО. Крім того, проблемними є питання отримання аналітичних виразів для оцінки часу виконання функціональних операцій оцінки ОО.

**Постановка завдання та його вирішення.** Розглянемо процес діяльності ОПР, що входить до складу ОДС ГУ МНС в області, на часовому інтервалі з моменту надходження первинної інформації про НС до ухвалення рішення щодо варіанту дій по ліквідації НС. Побудова моделей діяльності ОПР ОДС обмежується розглядом тільки в часовій площині.

Під часом реакції ( $T_p$ ) ОПР на одиничну вхідну заявку розуміємо інтервал часу від моменту ініціалізації в ОДС відомостей про НС до моменту постановки задач силам та засобам щодо реагування на НС. Аналітичний вираз для  $T_p$  має вид

$$T_p = t_{оз} + t_{обр} + t_{оОО} + t_{реаг}, \quad (1)$$

де  $t_{оз}$  — час отримання задачі (вихідної інформації про НС) та її усвідомлення відповідним органом управління;  $t_{обр}$  — час збору обробки та узагальнення інформації про ОО від різних джерел;  $t_{оОО}$  — час необхідний ОПР для оцінки оперативної обстановки і підготовки даних для ухвалення рішення;  $t_{реаг}$  — час, що витрачається ОПР на доведення ухваленого рішення (з формулюванням конкретних задач) підпорядкованим диспетчерам ОДС по приведенню в готовність сил і засобів МНС до виконання завдання з ліквідації НС, а також включає час на з'ясування отриманих ними задач.

Проведений аналіз процесу діяльності операторів ОДС свідчить, що максимальну складову в затрати часу реакції органу управління  $T_p$  вносить інтервал  $t_{оОО}$ . Дані, щодо витрат часу реакції на реальні НС, свідчать, що витрати часу  $t_{оОО}$  складають

55...75% від загального часу  $T_p$ , в залежності від ступеня складності НС.

На рисунку 1 наведено отриману часову діаграму процесу вирішення задачі оцінки оперативної обстановки при виникненні НС. Як випливає з аналізу рис. 1, особливістю процесу реакції ОПР на вхідну заявку є те, що операції попередньої та заключної обробки інформації, яким відповідають часові інтервали  $t_{обр\text{поч}}$  та  $t_{обр\text{закл}}$ , що входять до  $t_{обр}$  в (1), виконуються паралельно з операціями оцінки ОО і підготовки даних для ухвалення рішення ОПР. Для спрощення аналізу процесу, що розглядається, проведемо декомпозицію виразу (1) на складові. Основну увагу, при подальшому розгляді, приділимо аналізу інтервалу часу  $t_{оОО}$ , з точки зору його найбільшої значимості для процесу реакції органу управління на НС.

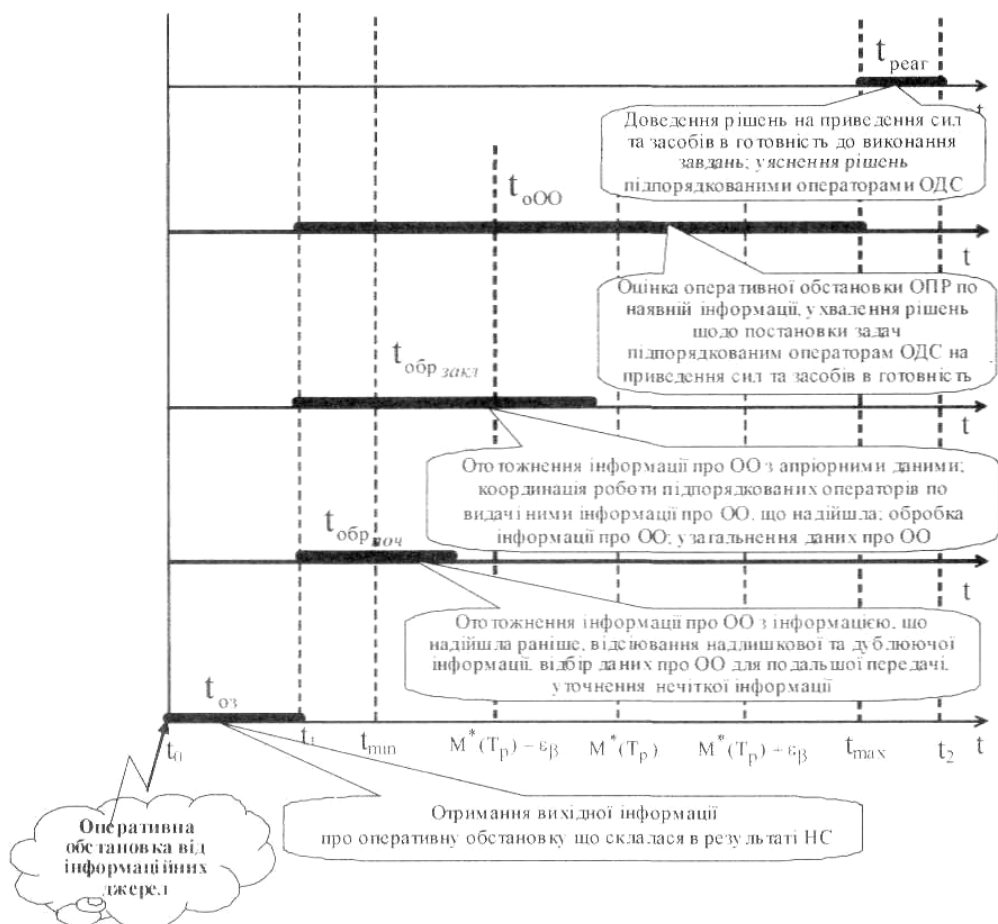


Рис. 1 – Часова діаграма процесу вирішення задачі оцінки оперативної обстановки ОДС

Вираз (1) формально відображує процес оцінки ОО з загальних позицій. Тому конкретизуємо наведену залежність, і насамперед, складові, які залежать від характеристик людини-оператора і якості інформаційної моделі. Для аналізу процесу оцінки ОО застосуємо послідовно-структурний метод, що дозволяє подати цей процес у вигляді суми дій, які виконуються послідовно. Розглянемо чинники, що впливають на  $t_{oOO}$ .

Процес сприйняття інформації оператором ОДС фактично зводиться до інформаційного пошуку (ІП) і знаходження в ІМ об'єктів (ознак), які характеризують властивості ОО. Такими ознаками, наприклад, можуть бути: виявлення факту витоку небезпечної речовини; визначення масштабу території, що зазнала враження небезпечним чинником; координати місця збору аварійно-рятувальних підрозділів для ліквідації НС; дані про перешкоди на шляху слідування підрозділів до місця виникнення НС та ступінь їх складності і т.п. Поряд з основними операціями сприйняття та оцінки інформації, ОПР віддає розпорядження та приймає доповіді щодо вирішення часткових задач підпорядкованими операторами ОДС. Умовно такі дії ОПР надалі визначимо як допоміжні.

Таким чином, час  $t_{oOO}$  залежить від часу пошуку інформації та виконання допоміжних дій.

Час ІП ( $t_{in}$ ) являє собою складну функцію багатьох аргументів виду  $t_{in} = f(N, p_a, ПФ)$ , де  $N$  — об'єм інформаційного поля (загальне число об'єктів);  $p_a$  — апріорна ймовірність успіху на першому кроці пошуку;  $p_a = \frac{M}{N}$ , де  $M$  — число об'єктів пошуку, що характеризуються заданими ознаками;  $ПФ$  — психологічні чинники, що стосуються організації засобів відображення інформації та роботи оператора з ними (яскравість зображення, контрастність, кутові розміри знаків, тактика пошуку тощо).

Аргументи групи  $ПФ$  при належній організації алгоритму роботи системи, встановленій тактиці пошуку та раціональному конструюванні засобів відображення можуть вважатися постійними. Відповідно, слід встановити залежність часу  $t_{in}$  від аргументів

$$t_{in} = \varphi(N, p_a) = \varphi(N, M). \quad (2)$$

Враховуючи, що час, затрачений оператором на фіксацію інформаційного елементу в ІМ, практично не залежить від того цільовий об'єкт фіксується оком чи фоновий, а в достатньо складних інформаційних полях об'єм фіксації приблизно дорівнює 1 (фіксується один об'єкт), то задача зводиться до визначення числа кроків до успіху в ІІІ.

В реальних умовах ІІІ носить не механічний, а усвідомлений характер і ведеться або за визначеними правилами, або випадково, але з запам'ятовуванням переглянутих раніше об'єктів, тобто можливість повторного перегляду одного і того ж елемента поля практично виключена. Ймовірності настання події позитивного наслідку ІІІ на відповідному кроці складають  $p_1 = \frac{M}{N}$ ;  $p_2 = \frac{M}{N-1}$ ;  $p_3 = \frac{M}{N-2}$ ; ..., а математичне очікування числа кроків ІІІ дорівнює

$$E_n = 1 \frac{M}{N} + 2 \frac{M}{N-1} \left(1 - \frac{M}{N}\right) + 3 \frac{M}{N-1} \left(1 - \frac{M}{N}\right) \left(1 - \frac{M}{N-1}\right) + \dots$$

Загальний член отриманого ряду задається виразом для гіпергеометричного розподілу

$$P_{n,m} = \frac{C_M^n C_{N-M}^{n-m}}{C_N^n}, \quad (3)$$

де  $P_{n,m}$  — ймовірність події, що у вибірці із  $n$  кроків виявиться  $m$  об'єктів, що шукаються;  $C_N^n = \frac{N!}{n!(N-n)!}$ .

Таким чином, слід знайти суму по  $n$ , причому додавання слід проводити до величини останнього кроку  $N - M + 1$

$$E_n = \sum_{n=1}^{N-M+1} \frac{C_M^n C_{N-M}^{n-m}}{C_N^n} = \sum_{n=1}^{N-M+1} P_{n,m}. \quad (4)$$

Тоді середнє значення часу ІІІ  $t_{in}$  можна орієнтовно оцінити як

$$\bar{t}_{in,m} = \bar{t}_{\phi} \sum_{n=1}^{N-M+1} P_{n,m} \cdot \quad (5)$$

Для випадку пошуку одного об'єкту ( $m = 1$ ), маємо  $P_{n,1} = \frac{C_M^n C_{N-M}^{n-1}}{C_N^n}$ ,  $E_n = \sum_{n=1}^{N-M+1} P_{n,1}$ . Скориставшись (4), в результаті отримаємо вираз для математичного очікування

$$E_n = \sum_{n=1}^{N-M+1} \frac{C_M^n C_{N-M}^{n-1}}{C_N^n} = \frac{N+1}{M+1}. \quad (6)$$

Орієнтовну оцінку середнього часу пошуку, в залежності від структури побудови інформаційної моделі, можемо знайти як

$$\bar{t}_{in,m} \cong \bar{t}_{\phi} E_n = \frac{N+1}{M+1} \bar{t}_{\phi}, \quad (7)$$

де  $\bar{t}_{\phi}$  — середній час фіксації погляду на інформаційному елементі, який в залежності від умов сприйняття та способу кодування інформаційних елементів ІМ складає 90-95% від загального часу сприйняття інформації.

Час, визначений в (7) залежить від характеру задач ІІ, кількості відображуваних значущих об'єктів ОО, об'єму ірелевантної інформації і т.п. чинників, що характеризують задачу  $s$ -того типу ( $s = 1, 2, \dots, S$ ). Позначивши ймовірність виникнення такої задачі  $p_s$ , можемо визначити математичне очікування часу ІІІ

$$\bar{t}_{in} = \sum_s p_s \bar{t}_{ins}, \quad (8)$$

де  $\bar{t}_{ins}$  — математичне очікування часу ІІІ при рішенні  $s$ -тої задачі  $\bar{t}_{ins} = \bar{t}_{\phi} E_{n,s}$ .

**Висновки.** Отримана модель діяльності ОПР при ухваленні рішень щодо оцінки ОО, на відміну від відомих, дозволяє виділити основні та допоміжні дії ОПР в процесі сприйняття та оцінки інформації про НС. Інформаційний пошук визначаючих ознак в ІМ вносить основну складову до часу реакції ОПР при оцінці ОО.

Отримані аналітичні вирази дозволяють оцінити часові характеристики процесу інформаційного пошуку.

Подальшим напрямом досліджень являється обґрунтування закону розподілу часу виконання основних функціональних операцій оцінки ОО. В сукупності дані результати дозволяють виявити основні протиріччя між інформаційними моделями ОО на засобах відображення ОДС і суб'єктивними концептуальними моделями ОО, що складаються в свідомості ОПР, та визначити шляхи їх усунення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Душков Б.А., Смирнов Б.А., Терехов В.А. Инженерно-психологические основы проектирования деятельности. М.: Высшая школа, 1990. – 237 с.
2. Пятков Ю.П., Борозенець І.О., Войтович С.А., Романенко І.О. Організація управління у військово-технічних системах. – Харків: ХУПС, 2009. – 239 с.
3. Тарасов В.П., Герасимов Б.М., Левін І.О., Корнійчук В.О. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: Теория, синтез, эффективность. – К.: МАКІ ІС, 2007. – 336 с.
4. Человеческий фактор. В 6-ти тт. Т. 4. Эргономическое проектирование деятельности и систем. Пер. с англ./ Дж. О'Брайен, Х. Ван Котт, Дж. Векер и др. – М.: Мир, 1991. – 495 с.  
nuczu.edu.ua

УДК 621.314.26

*Щербак Г.В., канд. техн. наук, нач. каф., УЦЗУ,  
Маляров М.В., канд. техн. наук, доц., УЦЗУ*

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОВЕДІНКИ ПАНІЧНОГО НАТОВПУ** (представлено д-ром техн. наук Бодянським Е.В.)

У статті розглянуто моделювання поведінки натовпу, що перебуває в стані паніки внаслідок надзвичайної ситуації. Запропоновано чисельними методами визначати основні напрямки руху панічного натовпу з урахуванням фізичних та психологічних взаємодій між людьми.

**Постановка проблеми.** Поведінка окремих людей, що в силу тих чи інших обставин опинились в безпосередній близькості

Щербак Г.В., Маляров М.В.