

УДК 614.84

*Шило С.Г., канд. техн. наук, доцент., ХНЕУ,  
Маляров М.В., канд. техн. наук, доцент., НУЦЗУ,  
Борозенець І.О., канд. техн. наук, доцент., ХНЕУ*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ЧАСУ ОЦІНКИ ОБСТАНОВКИ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОЮ СЛУЖБОЮ МНС**

(представлено д-ром техн. наук )

Запропоновано використання часткового випадку бета-розподілу для оцінки часового інтервалу виконання функціональних задач особовим складом оперативно-диспетчерської служби МНС по оцінюванню обстановки в осередку надзвичайної ситуації. Отримано аналітичні вирази та визначено переваги запропонованого розподілу.

**Ключові слова:** диспетчер, оперативна обстановка, ймовірнісна оцінка часу прийняття управлінських рішень.

**Постановка проблеми.** Результати досліджень діяльності операторів Служби порятунку населення — оперативно-диспетчерської служби (ОДС) МНС України, в ході оцінки оперативної обстановки (ОО) надзвичайних ситуацій, та прийняття управлінських рішень з приводу їх ліквідації, свідчать про необхідність удосконалення методів роботи з інформаційними моделями (ІМ) ОО на індивідуальних та колективних засобах відображення інформації. При цьому час на інформаційний пошук та сприйняття основних та допоміжних ознак ІМ ОО являє собою випадкову функцію, що залежить від складності ОО, особистих психофізіологічних якостей операторів ОДС та якості інформаційного забезпечення діяльності ОДС. Тому питання щодо визначення законів розподілу інтервалів часу вирішення функціональних задач операторами ОДС є актуальними та такими, що потребують вирішення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Діяльність операторів в складних ергатичних системах, достатньо повно досліджена в ряді робіт, присвячених проблематиці ергономіки та інженерної психології [1-5]. Згадані роботи дозволяють отримати формалізовані описи вирішення функціональних задач операторами ОДС. Крім того, в роботі [5] запропоновано виділити основні та допоміжні дії операторів ОДС в процесі сприйняття та оцінки інформації, а також отримано аналітичні вирази для оцінок часових

характеристик процесу інформаційного пошуку. Відкритими та недостатньо розглянутими є питання щодо обґрунтування закону розподілу часу виконання основних функціональних операцій оцінки ОО диспетчерами ОДС.

**Постановка завдання та його вирішення.** В часовій площині розглядається процес діяльності оператора ОДС щодо оцінки ОО НС. Складові даного процесу, а саме сприйняття інформації про НС, її ототожнення з апріорними даними, узагальнення ОО, підготовка та ухвалення управлінських рішень, а також постановка завдань підпорядкованим підрозділам МНС обмежуються часовим інтервалом  $[t_{\min}, t_{\max}]$ . Нижня межа —  $t_{\min}$  обумовлена часом отримання вхідної інформації про НС від джерел (заявників, рятувальників тощо), верхня межа —  $t_{\max}$  визначається часом доведення розпоряджень та усвідомлення отриманих завдань підпорядкованими підрозділами МНС. Необхідно визначити вид закону розподілу часу виконання операцій оцінки ОО, який дозволяє з припустимою точністю отримувати оцінки для аналізу діяльності ОДС.

Результати дослідження діяльності операторів ОДС свідчать, що розподіли випадкових значень часу вирішення ними задач при роботі з ІМ, як правило, є обмеженими, унімодальними та несиметричними.

Обмеження розподілу часу знизу ( $t_1$ ) витікає з того, що складові часу виконання окремих функціональних операцій оцінки ОО обов'язково мають кінцеві значення. Внаслідок чого величина проміжку  $\tau$ , що характеризує інтервал часу виконання функціональної операції, не може бути меншою від деякого мінімального гранично можливого значення. Обмеження розподілу часу згори ( $t_2$ ) витікає з того, що ОО оцінюється досвідченим, спеціально підготовленим фахівцем предметної галузі, який володіє апріорними знаннями та має достатній рівень підготовки.

Практика ергономічних досліджень свідчить, що одні й ті самі дослідні розподіли часу вирішення завдань можуть бути апроксимовані різними законами розподілу ймовірностей.

Найпоширенішим є використання усіченого нормального розподілу ймовірностей часу виконання робіт виду

$$f(\tau) = \begin{cases} \frac{C}{\sqrt{2\pi\sigma_n^2}} \exp\left\{-\frac{(\tau - t_n)^2}{2\sigma_n^2}\right\} & , \text{при } \tau \geq t_1; \\ 0 & , \text{при } \tau < t_1, \end{cases} \quad (1)$$

де  $t_n$  і  $\sigma_n^2$  математичне очікування та дисперсія вихідного (не усіченого) нормального розподілу;  $t_1$  — мінімальний час вирішення завдання;  $C$  — нормуючий множник.

Також існує точка зору, згідно з якою час вирішення завдання підпорядковується закону Пірсона (типу  $\chi^2$ ), а також — закону Ерланга[3]. Ці закони є частковими випадками гама-розподілу, що має вигляд

$$f(\tau) = \begin{cases} \frac{\alpha^\nu}{\Gamma(\nu)} (\tau - t_1)^{\nu-1} \exp\{-\alpha(\tau - t_1)\} & , \text{при } \tau \geq t_1; \\ 0 & , \text{при } \tau < t_1, \end{cases} \quad (2)$$

де  $\nu$  — параметр форми;  $\alpha$  — параметр масштабу;  $t_1$  — параметр зсуву;  $M(\tau) = \frac{\nu}{\alpha}$  — математичне очікування;  $D(\tau) = \frac{\nu}{\alpha^2}$  —

дисперсія; ( $\alpha > 0$ ), ( $\tau > 0$ );  $\Gamma(\nu) = \int_0^\infty Z^{\nu-1} e^{-z} dz$  — гама функція

Ейлера.

З практичної точки зору, малоімовірним є припущення, що вирішення задачі відбудеться за час, який наближується до значення  $t_1$ . Спираючись на це, більш доцільним є вибір розподілу (2).

Крім розподілів ймовірностей (1) та (2) в ході проведення досліджень були висунуті та перевірені ще дві гіпотези. Згідно з першою — розподіл є логарифмічно-нормальним і має вигляд

$$f(\tau) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}(\tau - t_1)} \exp\left\{-\ln(\tau - t_1) - m^2 \frac{1}{2\sigma^2}\right\} & , \text{при } \tau \geq t_1; \\ 0 & , \text{при } \tau < t_1, \end{cases} \quad (3)$$

де  $m = m_x^2 \sqrt{\frac{1}{\sigma_x^2 + m_x^2}}$ ,  $\sigma = \sqrt{2 \ln \frac{m_x}{m}}$ ,  $m_x$  та  $\sigma_x$  — параметри

нормального розподілу.

Для такого випадку, крім значень  $t_1$  та  $t_2$  необхідно мати в наявності апріорну інформацію про інші параметри, котрі складно оцінити.

Друга гіпотеза — бета-розподіл, щільність ймовірності якого задається виразом

$$f(\tau) = \begin{cases} (\tau - t_1)^m (t_2 - \tau)^n C & , \text{при } \tau > t_1, \tau < t_2; \\ 0 & , \text{при } \tau \leq t_1, \tau \geq t_2, \end{cases} \quad (4)$$

де  $t_1$  та  $t_2$  — межі області розподілу випадкової величини;  $m$  і  $n$  — показники ступеню ( $m > -1$ ,  $n > -1$ );  $C$  — нормуючий множник.

Для задачі, яка розглядається найбільш доцільним є використання часткового випадку розподілу ймовірностей (4), при якому зниження точності оцінок є несуттєвим

$$f(\tau) = \begin{cases} \frac{12}{(t_2 - t_1)^4} (\tau - t_1)(t_2 - \tau)^2 & , \text{при } \tau > t_1, \tau < t_2; \\ 0 & , \text{при } \tau \leq t_1, \tau \geq t_2. \end{cases} \quad (5)$$

Математичне очікування часу вирішення завдань оператором  $M(\tau)$  та дисперсія  $D(\tau)$  при цьому складають

$$M(\tau) = \frac{3t_1 + 2t_2}{5}, \quad D(\tau) = 0,04(t_2 - t_1)^2. \quad (6)$$

Суттєвою перевагою даного розподілу ймовірностей є те, що для оцінки параметрів розподілу достатньо мати в наявності лише інформацію про  $t_1$  та  $t_2$ .

Для з'ясування питання щодо правомірності використання даного розподілу ймовірностей в завданні, що розглядається, проведено дослідження процесу діяльності операторів чергової зміни. Умови функціональної діяльності операторів, що досліджувалися, наведено в [5]. Реальні оцінки часових інтервалів виконання функціональних операцій особами ОДС, було отримано як для умов повсякденної діяльності, коли інтенсивність потоку заявок знаходилась в межах 0,01-0,3 заявки на хвилину, так і для умов навчань, коли операторами відпрацьовувалось від 0,2 до 0,94 заявки на хвилину. Вибіркові значення проміжків часу дослідження

діяльності операторів знаходились в межах 30-240 хвилин, без врахування фази виконання службових обов'язків, поточного часу доби та психофізіологічних особливостей конкретних осіб чергової зміни. Сумарний досліджений проміжок часу діяльності по експерименту складає 62 години, середня інтенсивність опрацьованих заявок – 0,243. За результатами статистичної обробки отриманої вибірки результатів експерименту побудовано гістограму розподілу часу вирішення оператором ОДС інформаційних задач, щодо оцінки ОО, з подальшим порівнянням результатів з теоретичними розподілами (1-4), що наведено на рис 1. Узгодження розподілів з емпіричними оцінювалось за критерієм Пірсона —  $\chi^2$ . Ймовірності узгодження теоретичних розподілів з емпіричними дуже близькі і мають відповідно наступні значення: для усіченого нормального — 0,4; для логарифмічно нормального — 0,3; для бета розподілу — 0,35; для гама розподілу — 0,4.

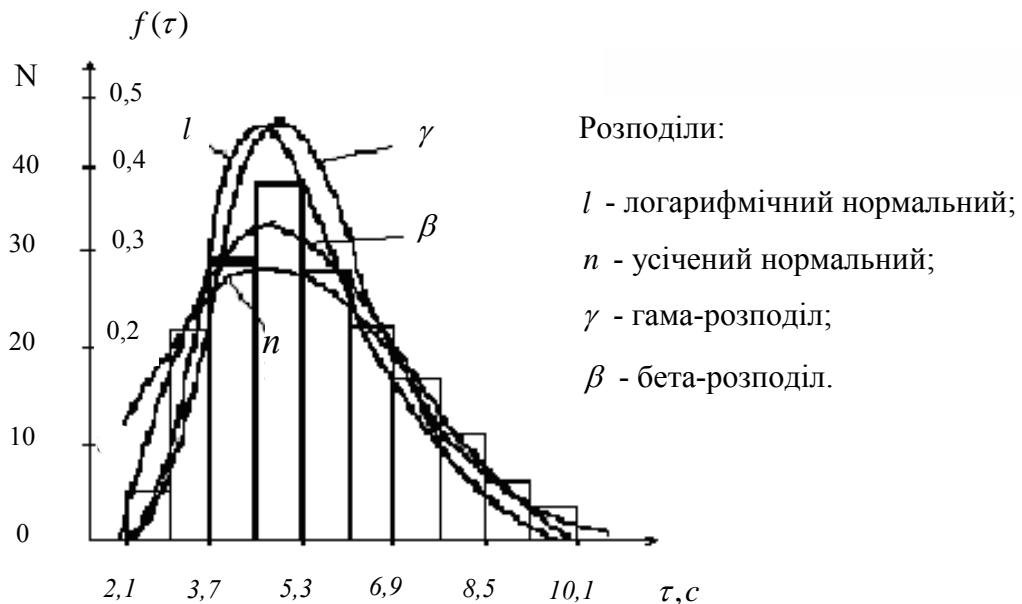


Рис. 1. Апроксимація експериментально отриманого розподілу часу оцінки інформації оперативної обстановки НС, що відображується на засобах колективного користування ОДС МНС, різними законами розподілу

Такий результат дозволяє використовувати при дослідженні діяльності оператора ОДС щодо оцінки ОО розподіл ймовірностей (5), а для орієнтовної оцінки математичного очікування часу вирішення інформаційних задач — вираз (6) .

На користь запропонованого рішення також свідчить наступний результат. Порівняння квантільних оцінок часу вирішення інформаційних задач операторами ОДС МНС показує, що при рівні

0,9 максимальна похибка в визначенні  $t_{0,9}$  для проаналізованих теоретичних розподілів в середньому складає не більш ніж  $\Delta t_{0,9} = 0,04t_{0,9}$ .

В практичному аспекті, використання запропонованих виразів дозволяє отримати оцінки середнього часу вирішення основних та допоміжних завдань операторами ОДС, в процесі оцінки ОО НС.

**Висновки.** В результаті, для отримання значень математичного очікування часу вирішення завдань оцінки ОО диспетчером ОДС при виникненні НС та часу вирішення допоміжних задач достатньо встановлення мінімального та максимального значень часу їх вирішення особою, що приймає рішення. Правомірність використання запропонованого часткового випадку бета-розподілу для отримання оцінок середнього часу вирішення функціональних задач по оцінці ОО підтверджено експериментально.

Подальшим напрямом досліджень слід вважати розробку методу формування ІМ ОО, що надасть можливість відбирати на відображення інформаційні ознаки ОО, які були б адекватні ситуації, що склалася на місці надзвичайної події.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Душков Б.А., Смирнов Б.А., Терехов В.А. Инженерно-психологические основы конструкторской деятельности. – М.: Высшая школа, 1990. – 270 с.
2. Пятков Ю.П., Борозенец І.О., Войтович С.А., Романенко І.О. Організація управління у військово-технічних системах. – Харків: ХУПС, 2009. – 239 с.
3. Фокин Ю.Г. Оператор – технические средства: обеспечение надежности. – М.: Воениздат, 1995. – 192 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.
5. Шило С.Г., Борозенец І.О., Фещенко А.Б. Модель оцінки оперативної обстановки надзвичайної ситуації оперативно-диспетчерською службою МНС. Збірник наукових праць. УЦЗ України. Вип. 9. – Харків: УЦЗУ, 2009. С.170-176.

Шило С.Г., Маляров М.В., Борозенец І.А.

### **Определение закона распределения времени оценки обстановки оперативно-диспетчерской службой МЧС**

Предложено использование частного случая бета-распределения для оценки временного интервала выполнения функциональных задач личным составом оперативно-диспетчерской службы МЧС по оцениванию обстановки,

сложившейся в очаге чрезвычайной ситуации. Получены аналитические выражения и определены преимущества предложенного распределения.

**Ключевые слова:** диспетчер, оперативная обстановка, вероятностная оценка времени принятия управленческих решений.

Shilo S.G., Malyarov M.V., Borozenec I.O.,

**Definition of stochastic law describing time of the situation's investigation made by operative-dispatch of rescue service**

This article suggests the use of the special case of beta-distribution in the temporal interval evaluation of fulfillment of functional tasks on the investigation of the seat of emergency situation by the staff of operative-dispatch service of Ministry of Emergencies. It represents analytical derivations and advantages of the offered stochastic law.

**Keywords:** dispatch, operative situation, stochastic time evaluation of administrative decisions' taking.