

УДК 614.84

С.Г. Шило, Г.В. Щербак

*Харківський національний економічний університет, Харків*

## ЗАКОН РОЗПОДІЛУ ЧАСУ ОЦІНЮВАННЯ ОБСТАНОВКИ І ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЄДИНОЮ МІСЬКОЮ ДИСПЕТЧЕРСЬКОЮ СЛУЖБОЮ

*Запропоновано використання часткового випадку бета-розподілу для оцінки часового інтервалу виконання функціональних задач черговими диспетчерами єдиної міської диспетчерської служби «1562» з оцінювання обстановки по аварійним ситуаціям. Отримано аналітичні вирази та визначено переваги запропонованого розподілу.*

**Ключові слова:** диспетчер, аварійна ситуація, ймовірнісна оцінка часу прийняття управлінських рішень.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Реформування системи житлово-комунального господарства України призвело до необхідності створення в більшості мегаполісів єдиної міської диспетчерської служби (ЄМДС). В основу її роботи було покладено напрацювання і багаторічний досвід експлуатації існуючих оперативно-диспетчерських служб (швидкої допомоги, міліції, пожежної охорони). Так, впровадження міської диспетчерської служби «1562» в місті Харкові дозволило автоматизувати процеси реагування на виникнення аварійних ситуацій, а також виявлення найбільш вузьких місць в роботі міського комунального господарства. Висока результативність служби забезпечується оперативними та точними діями диспетчерів, діяльність яких спирається на сучасну технічну базу та на сучасне високотехнологічне спеціалізоване програмне забезпечення. Крім того, інтеграція бази даних ЄМДС «1562» з базами підприємств, заходи по геодезичній прив'язці та відображенню даних на карті міста, а також підключення через інформаційний портал до мережі Інтернет суттєво збільшують інтенсивність та обсяг інформаційних потоків, що циркулюють в системі. Оператори ЄМДС працюють зі складними інформаційними моделями, що динамічно змінюються в реальному масштабі часу.

Результати досліджень діяльності операторів єдиної міської диспетчерської служби, в ході оцінки аварійних ситуацій (АС), що виникли та прийняття управлінських рішень з приводу їх ліквідації, свідчать про необхідність удосконалення методів роботи з інформаційними моделями (ІМ) АС на індивідуальних та колективних засобах відображення інформації. При цьому час на інформаційний пошук та сприйняття основних та допоміжних ознак ІМ АС являє собою випадкову функцію, що залежить від складності та масштабу АС, особистих психофізіологічних якостей операторів ЄМДС та якості інформаційного забезпечення діяльності осіб, що прий-

мають рішення. Проміжок часу, що витрачається на прийняття рішень по суті є випадковою величиною, значення якої, в ідеальному випадку, має наближуватись до нуля. Тому питання щодо визначення законів розподілу інтервалів часу вирішення функціональних задач операторами ЄМДС 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 [1-4]. Згадані роботи дозволяють отримати формалізовані описи вирішення функціональних задач операторами ЄМДС. Крім того, в роботі [4] запропоновано виділити основні та допоміжні дії осіб, що приймають рішення 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 АС диспетчерами ЄМДС.

### Постановка завдання та його вирішення

В часовій площині розглядається процес діяльності оператора ЄМДС щодо оцінки АС безвідносно до причини її виникнення. Складові даного процесу, а саме сприйняття інформації про АС, її ототожнення з апріорними даними, узагальнення оперативної інформації, підготовка та ухвалення управлінських рішень, а також постановка завдань аварійним бригадам щодо усунення АС обмежуються часовим інтервалом  $[t_{\min}, t_{\max}]$ . Нижня межа —  $t_{\min}$  обумовлена часом отримання вхідної інформації про АС від джерел (громадян-заявників, засобів автоматичного спостереження, тощо), верхня межа —  $t_{\max}$  визначається часом доведення розпоряджень та усвідомлення отриманих завдань підпорядкованими підрозділами, що залучаються для ліквідації АС. Необхідно визначити вид закону розподілу часу

виконання операцій оцінки АС, який дозволяє з припустимою точністю отримувати оцінки для аналізу діяльності ЄМДС.

Результати дослідження діяльності операторів ЄМДС 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 АС 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 АС оцінюється досвідченим, спеціально підготовленим фахівцем предметної галузі, який володіє апріорними знаннями та має достатній рівень підготовки.

Практика 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

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

де  $t_1$  і  $\sigma_1^2$  – математичне сподівання 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. Ці закони є частковими випадками гама-розподілу, що має вигляд

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

де  $v$  – параметр форми;  $\alpha$  – параметр масштабу;  $t_1$  – параметр зсуву;  $M(\tau) = v/\alpha$  – математичне сподівання;  $D(\tau) = v/\alpha^2$  – дисперсія; ( $\alpha > 0$ ),

( $\tau > 0$ );  $\tilde{A}(v) = \int_0^\infty z^{v-1} e^{-z} dz$  – 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

рифмічно-нормальним і має вигляд

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

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

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

де  $t_1$  та  $t_2$  — межі області розподілу випадкової величини;  $m$  і  $n$  — покажчики 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

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

Математичне сподівання 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  $t_2$ .

Правомірність використання даного розподілу ймовірностей в завданні, що розглядається, підтверджують результати дослідження. Експериментально отримані розподіли часу вирішення оператором ЄМДС інформаційних задач порівнювались з теоретичними розподілами (1-4). 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.

Такий результат дозволяє використовувати при дослідженні діяльності операторів ЄОДС щодо оцінки АС розподіл ймовірностей (5), а для орієнтовної оцінки математичного сподівання часу вирішення інформаційних задач — вираз (6).

На користь запропонованого рішення також свідчить наступний результат. Порівняння квантільних оцінок часу вирішення інформаційних задач 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 ЄМДС в процесі оцінки АС.

### Висновки

В результаті, для отримання значень математичного сподівання часу вирішення завдань оцінки АС диспетчером ЄМДС та часу вирішення допоміжних задач достатньо встановлення мінімального та максимального значень часу їх вирішення особою, що приймає рішення. Експериментально підтверджено правомірність використання запропонованого часткового випадку бета-розподілу для отримання оці-

нок середнього часу вирішення функціональних задач по оцінці АС.

### Список літератури

1. Душков Б.А. *Инженерно-психологические основы конструкторской деятельности* / Б.А. Душков, Б.А. Смирнов, В.А. Терехов. – М.: Высшая школа, 1990. – 270 с.
2. *Організація управління у військово-технічних системах* / Пятков Ю.П., Борозенець І.О., Войтович С.А., Романенко І.О. . – Х.: ХУПС, 2009. – 239 с.
3. *Человеческий фактор. В 6-ти тт. Т. 4. Эргономическое проектирование деятельности и систем. Пер. с англ./ Дж. О'Брайен, Х. Ван Котт, Дж. Вежер и др.* – М.: Мир, 1991. – 495 с.
4. Шило С.Г. *Модель оцінки оперативної обстановки надзвичайної ситуації оперативно-диспетчерською службою МНС* / С.Г. Шило, І.О. Борозенець, А.Б. Феценко // *Збірник наукових праць. УЦЗ України.* – Вип. 9. – Х.: УЦЗУ, 2009. – С. 170-176.

Надійшла до редколегії 1.10.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.В. Грицунов, Севастопольський ВМІ ім. адмірала Нахімова, Севастополь.

### ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОЦЕНКИ ОБСТАНОВКИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ЕДИНОЙ ГОРОДСКОЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБОЙ

С.Г. Шило, Г.В. Щербак

*Предложено использование частного случая бета-распределения для оценки временного интервала выполнения функциональных задач операторами единой городской диспетчерской службы по оцениванию обстановки, сложившейся в очаге аварийной ситуации. Получены аналитические выражения и определены преимущества предложенного распределения.*

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

### TIME DISTRIBUTION LAW FOR EMERGENCY SITUATION STUDY AND ADMINISTRATIVE DECISIONS OF DISPATCH SERVICE

S.G. Shilo, G.V. Scherbak

*This article suggests application of special case of beta-distribution in the temporal interval evaluation of functional tasks' fulfillment during the investigation of the seat of emergency situation by the staff of dispatch service. It represents analytical derivations and advantages of the offered stochastic law.*

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