

УДК 614.8 : 519.711

Н.Г. Кучук

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

МЕТОД ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІВ УПРАВЛІННЯ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ГЛОБАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ

У статті запропонований метод оцінки ефективності функціонування органів управління при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій глобального характеру, який базується на розробленій математичній моделі процесу оперативного управління ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій глобального характеру. Метод припускає визначення двох внутрішніх показників ефективності роботи даної системи: оперативність вироблення рішень і їх обґрунтованість. Виведені аналітичні вирази для розрахунку статистичних характеристик даних показників.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, орган управління, ліквідація наслідків.

Вступ

Управління при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) полягає в управлінні силами і засобами при проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт. Головною метою управління є забезпечення ефективного використання сил і засобів різного призначення, внаслідок чого роботи в зонах надзвичайних ситуацій повинні бути виконані в повному об'ємі, в найкоротші терміни, з мінімальними втратами населення і матеріальних засобів. Чим вище рівень НС, тим складніше здійснювати управління при її ліквідації.

Актуальною є проблема організації оптимального управління ліквідацією наслідків НС вищих рівнів (регіонального і загальнодержавного) – НС глобального характеру (НСГ) [1, 2], підходи до вирішення якої розглядаються багатьма авторами, наприклад, в [2 – 9].

У [10] запропонована математична модель процесу оперативного управління ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій глобального характеру, яка дозволила врахувати жорсткі вимоги до оперативності ухвалення рішень, розподіленість сил і засобів, що привертаються, та неповноту інформації. Проте залишилося нерозглянутим завдання оцінки ефективності функціонування органів управління (ОУ), що враховує ієрархію ОУ.

Мета даної статті – розробка методу вирішення даного завдання.

Результати дослідження

У запропонованій в статті [10] математичній моделі (ММ) система управління ліквідацією наслідків НСГ представлена m -рівневим деревом G_X з коренем X^0 [11]:

$$G_X = (\bar{X}, R), \quad (1)$$

де $\bar{X} = (X^0, \bar{X}^1, \dots, \bar{X}^{m-1})$ – кортеж, що складається з множини органів управління (ОУ) різних рангів; X^0 – головний (центральний) орган управління; $\bar{X}^i = (X_1^i, X_2^i, \dots, X_{\ell_i}^i)$ ($0 \leq i \leq m-1$) – множина органів управління i -го рангу; $R = \{r_{jv}^i\}$ ($0 \leq i \leq m-2$; $1 \leq j \leq \ell_i$; $1 \leq v \leq \ell_{i+1}$) – множина дуг графа, що є зв'язками підлеглості між органами управління, індекс i указує ранг органу управління j , з якого виходить зв'язок; v – номер вершини $(i+1)$ -го рангу, в яку входить зв'язок.

Управління роботами по ліквідації наслідків ГНС починається з моменту виникнення надзвичайної ситуації і завершується після її ліквідації. Воно здійснюється, як правило, по добових циклах, а ММ процесу описується кортежем [10]

$$M = \langle G_X, G_{C_0}^{m-1}, G_{СК}, G_{СП}, F_{П}, F_{К} \rangle, \quad (2)$$

де $G_{C_0}^{m-1}, G_{СК}, G_{СП}, G_{C_0}^{m-1}$ – графи цілей та задач оперативного управління та перерозподілу ресурсів; $F_{П}, F_{К}$ – координуючі відображення.

Система управління роботами по ліквідації наслідків (СУР ЛН) ГНС – складна організаційна ієрархічна система, тому ефективність процесів, котрими управляють, нерозривно пов'язана з якістю роботи системи управління і зв'язку. Критерії ефективності її роботи можна поділити на зовнішні і внутрішні [12]. Зовнішні критерії тотожні системі критеріїв керованих процесів, вони дозволяють оцінити, як управління впливає на результати, що досягаються. Внутрішні критерії характеризують власне процес управління. Зовнішні критерії використовуються для оцінки ефективності і оптимізації всієї системи; внутрішні критерії системи управління –

для оптимізації процесу управління. Основними внутрішніми характеристиками ОУ є оперативність вироблення рішень та їх обґрунтованість. Обидва ці показники узгоджуються із зовнішніми критеріями: оперативна робота органу управління, направлена на вироблення обґрунтованих рішень, орієнтована на максимальне використання потенційних можливостей об'єктів управління [13].

Перш, ніж оцінювати ефективність управління в ОУ на основі застосування інтерактивних процесів підготовки рішень, деталізуємо структуру управління для випадку вирішення завдань оперативного управління. Складність вирішення завдань оперативного управління, обумовлена стислими термінами на ухвалення рішень, необхідністю аналізу великих об'ємів інформації, істотною невизначеністю станів об'єкту управління і зовнішнього середовища, зробила необхідним використання в контурі управління на вищих рівнях (таких, як ГОУ) штабів систем підтримки ухвалення рішення або аналогічних структур (надалі штаб при ГОУ або штаб) [14]. При цьому такий штаб не підміняє командира в процесі ухвалення рішення, а розширює його можливості шляхом добування, аналізу та представлення необхідною командирові інформації. Очевидно, що оперативність і обґрунтованість вироблення вирішення органом управління визначається ефективністю процесів взаємодії командира із штабом і підготовки рішень кожним з них.

Оскільки СУР ЛН ГНС є складною організаційною ієрархічною системою, то процес підготовки рішень кожним з її органів управління включає взаємодію з підлеглими ОУ. Схема управління СУР ЛН визначається системою ієрархічно зв'язаних контурів. Цикл вироблення вирішення ОУ складається з таких етапів:

- обґрунтування рішення;
- ухвалення рішення;
- акт ухвалення рішення;
- оформлення наказу і підготовка його до передачі.

Етап обґрунтування рішення необхідний для вироблення допустимої множини варіантів.

На етапі ухвалення рішення з отриманої множини проводиться вибір основного варіанту і його корекція. Кожен цикл вироблення варіанту або корекції основного варіанту можна представити у вигляді послідовності етапів:

- завдання варіанту;
- вирішення варіанту;
- аналіз варіанту.

Кожен етап циклу вироблення варіанту є, по суті, ітераційним процесом між командиром і штабом. Ітераційний цикл складається з таких етапів:

- формування питання командира до штабу;
- підготовка відповіді штабом;
- підготовка відповіді штабу командирам.

У свою чергу штаб готує рішення в процесі взаємодії з підлеглими ОУ. Тому при визначенні часу даного циклу вироблення рішення повинні враховуватися витрати на організацію зв'язку штабу з підлеглими органами управління.

Припускаючи, що час, що витрачається на акт ухвалення рішення, оформлення наказу і підготовку його до передачі є достатньо малим відносно тривалості циклу вироблення рішення, котрий визначатиметься сумою двох випадкових величин:

- тривалість етапу обґрунтування рішення $\Delta t_{об}$;
- тривалість етапу ухвалення рішення $\Delta t_{пр}$.

У свою чергу величина $\Delta t_{об}$ є сумою випадкових тривалостей вироблення окремих варіантів на етапі обґрунтування рішення:

$$\Delta t_{об} = \sum_{\alpha=1}^m \Delta t_{\alpha}^B,$$

де m – максимальна кількість варіантів, що вироблені на етапі обґрунтування рішення;

$$\Delta t_{\alpha}^B = \Delta t_{\alpha}^3 + \Delta t_{\alpha}^P + \Delta t_{\alpha}^A,$$

де $\Delta t_{\alpha}^3, \Delta t_{\alpha}^P, \Delta t_{\alpha}^A$ – відповідно часи завдання (З), рішення (Р) і аналізу (А) варіанту α .

У загальному випадку на кожному з цих інтервалів $\Delta t_{\alpha}^3, \Delta t_{\alpha}^P, \Delta t_{\alpha}^A$ або при корекції основного варіанту командир частину часу працює без звернення до штабу, а частина – в режимі ітерацій з ним, тобто

$$\Delta t_{\alpha}^M = \Delta t_{B\alpha}^M + \sum_{i_{M\alpha}=1}^{K_{M\alpha}} \Delta t_{ui_{M\alpha}}^M; \Delta t_{пр} = \Delta t_B^C + \sum_{i_C=1}^{I_C} \Delta t_{ui_C}^C, \quad (3)$$

де $M \in \{3, P, A\}$; $I_{M\alpha}$ – максимально можливе число ітерацій на M -му етапі варіанту α ; $\Delta t_{ui_{M\alpha}}^M$ – випадкова тривалість $i_{M\alpha}$ -ої ітерації M -го етапу варіанту α ; $\Delta t_{ui_C}^C, I_C$ – відповідно випадкова тривалість i_C -ої ітерації та максимальна кількість ітерацій при корекції основного варіанту.

У загальному випадку кількість ітерацій і їх тривалості є різними як на окремих етапах $\Delta t_{\alpha}^3, \Delta t_{\alpha}^P, \Delta t_{\alpha}^A$, так і при виробленні різних варіантів.

Не втрачаючи спільності міркувань можна припустити, що через вимоги до оперативності ухвалення рішень при виробленні варіанту α можливо не більш, ніж

$$I_{\alpha} = I_{3\alpha} + I_{P\alpha} + I_{A\alpha} \quad (4)$$

ітераційних циклів "командир-штаб".

Ймовірність $Q_{i_{M\alpha}}^{M\alpha}$ того, що на M -му етапі обробки варіанту α буде дорівнювати $i_{M\alpha}$ ітераціям, визначимо таким чином:

$$Q_{iM\alpha}^{M\alpha} = \left(1 - P_{iM\alpha}^M\right) \prod_{jM\alpha=0}^{iM\alpha-1} P_{jM\alpha}^M, \quad (5)$$

де $P_{iM\alpha}^M$ – ймовірність наявності $j_{M\alpha}$ -го ітераційного циклу, $j_{M\alpha} \leq I_{\alpha}$.

Тривалість окремої ітерації Δt_u визначається сумою випадкових інтервалів часу підготовки питання командиром Δt_u^n , підготовки відповіді штабом Δt_u^m і аналізу відповіді штабу командиром Δt_u^k . Випадкові величини Δt_u^n і Δt_u^m , а також Δt_u^n і Δt_u^k є залежними, оскільки командир готує наступне питання в час Δt_u^m роботи штабу на попередній ітерації та в процесі аналізу отриманої відповіді.

Позначимо через $f_i(\Delta t_u^{M\alpha})$ щільність розподілу (ЩР) випадкової тривалості i -ої ітерації M -го етапу варіанту α . Тоді при виконанні умови незалежності тривалості ітерацій між собою, що цілком відповідає дійсності, ЩР тривалості M -го етапу варіанту α за формулою повної ймовірності та з урахуванням (5) виражатиметься таким чином:

$$\begin{aligned} f_{M\alpha}(\Delta t^{M\alpha}) &= Q_B f_B(\Delta t_B^{M\alpha}) + Q_1 f_1(\Delta t_B^{M\alpha}) \times \\ &\times f_1(\Delta t_u^{M\alpha}) + \dots + Q_{iM\alpha} f_B(\Delta t_B^{M\alpha}) \cdot f_1(\Delta t_u^{M\alpha}) \times \\ &\times \dots \times f_{iM\alpha}(\Delta t_B^{M\alpha}) + \dots + Q_{kM\alpha} f_B(\Delta t_B^{M\alpha}) \times \\ &\times f_1(\Delta t_u^{M\alpha}) \cdot \dots \cdot f_{kM\alpha}(\Delta t_B^{M\alpha}) = Q_B f_B(\Delta t_B^{M\alpha}) + \\ &+ \sum_{iM\alpha=1}^{kM\alpha} Q_{iM\alpha} \prod_{jM\alpha=1}^{iM\alpha} f_{jM\alpha}(\Delta t_u^{M\alpha}) \cdot f_B(\Delta t_B^{M\alpha}), \end{aligned} \quad (6)$$

де Q_B – ймовірність того, що на M -му етапі вироблення варіанту α командир не звертається до штабу; $f_B(\Delta t_B^{M\alpha})$ – ЩР тривалості M -го етапу у вказаному режимі. Тоді, з урахуванням (3) – (6) ЩР тривалості варіанту α задається щільністю

$$f_{\alpha}(\Delta t_{\alpha}) = f_{A\alpha}(\Delta t^{A\alpha}) \cdot f_{P\alpha}(\Delta t^{P\alpha}) \cdot f_{3\alpha}(\Delta t^{3\alpha}). \quad (7)$$

В результаті ЩР тривалості циклу вироблення управляючого рішення дорівнює

$$\begin{aligned} f_u(\Delta t_u) &= Q_0 + \left[F_1^B f_1(\Delta t_1) + F_2^B f_1(\Delta t_1) \cdot f_2(\Delta t_2) + \right. \\ &+ \dots + Q_{\alpha}^B f_1(\Delta t_1) \cdot \dots \cdot f_{\alpha}(\Delta t_{\alpha}) + \\ &+ \left. Q_m^B f_1(\Delta t_1) \cdot \dots \cdot f_m(\Delta t_m) \right] \cdot f_c(\Delta t_c) = \\ &= Q_0 + \left[\sum_{\alpha=1}^m Q_{\alpha} \prod_{v=1}^{\alpha} f_v(\Delta t_v) \right] \cdot f_c(\Delta t_c), \end{aligned} \quad (8)$$

де Q_0 – ймовірність того, що при виробленні рішення не аналізуватимуться варіанти; Q_{α}^B – ймовірність того, що буде проаналізоване α варіантів.

Щільність розподілу тривалості етапу корекції вибраного варіанту визначається як

$$\begin{aligned} f_c(\Delta t_c) &= Q_0^c f_B(\Delta t_B^c) + \\ &+ \sum_{i_c=1}^{I_c} Q_{i_c} \prod_{j_c=1}^{i_c} f_{j_c}(\Delta t_u^c) \cdot f_B(\Delta t_B^c), \end{aligned} \quad (9)$$

де I_c – кількість ітерацій на етапі корекції; Q_0^c – ймовірність того, що на етапі корекції не буде ітерацій, а $f_{j_c}(\Delta t_u^c)$ – ЩР тривалості j_c -ої ітерації етапу корекції.

Оцінка оперативності функціонування ОУ

Перейдемо до оцінки оперативності функціонування ОУ. Під оперативністю відповідно до [15] будемо розуміти здатність системи управління досягти поставлених цілей своєчасно виробляти і доводити до керованих об'єктів (підсистем) управляючі дії.

Тоді оперативність можна оцінювати як ймовірність того, що тривалість циклу не перевищуватиме деякого заданого значення $T_{зад}^u$, тобто

$$\begin{aligned} P(\Delta t_u < T_{зад}^u) &= Q_0 + \\ &+ \int_0^{T_{зад}^u} \left[\sum_{\alpha=1}^m Q_{\alpha} \prod_{v=1}^{\alpha} f_v(\Delta t_v) \right] \cdot f_c(\Delta t_c) d\Delta t. \end{aligned} \quad (10)$$

При визначенні математичного сподівання часу підготовки відповідей штабом необхідно врахувати, що штаб в процесі підготовки відповідей взаємодіє з підлеглими ОУ. Тому випадкову величину Δt_u^m у визначенні тривалості ітерацій на всіх етапах вироблення варіанту можна представити у вигляді суми

$$\Delta t_u^m = \Delta t_D + \Delta t_{ун}^m, \quad (11)$$

де $\Delta t_{ун}^m$ – випадковий час підготовки відповіді в ітераційному режимі з підлеглим ОУ; Δt_D – випадковий час роботи штабу по підготовці відповіді без звернення до підлеглим ОУ.

Часи $\Delta t_{ун}^m$ залежить від кількості ітерацій на кожному з етапів вироблення варіантів і тривалості кожної з них.

Тривалість кожної ітерації "штаб – підлегли ОУ" визначається у вигляді суми

$$\Delta t_{ун}^m = \Delta t_{н1}^m + \Delta t_{н2}^m + \Delta t_{н3}^m + \Delta t_{н4}^m, \quad (12)$$

де $\Delta t_{н1}^m, \Delta t_{н2}^m, \Delta t_{н3}^m, \Delta t_{н4}^m$ – відповідно випадкова тривалість підготовки питань до підлеглих ОУ, встановлення зв'язку з ними, підготовки відповідей підлеглими ОУ і обробки відповідей штабом.

Випадкова величина $\Delta t_{н1}^{III}$ є залежною від $\Delta t_{н3}^{III}$ і $\Delta t_{н4}^{III}$, оскільки підготовка питань штабом може здійснюватися під час формування відповідей підлеглими ОУ на раніше поставлені ним питання, а деяка частина часу обробки відповідей штабом одночасно використовується і для підготовки наступного питання.

Оцінка обґрунтованості вироблення рішень

Другим важливим критерієм оцінки ефективності процесу управління є обґрунтованість вироблення рішень. Обґрунтованість належить до основних критеріїв, що характеризують орган управління, і може бути визначена як ступінь наближення вибраного рішення до оптимального. Для оцінки обґрунтованості розроблений ряд методів, зокрема такі: варіантний метод, метод оцінки по зовнішньому критерію і ін. Всім їм властиві певні недоліки, докладний аналіз яких приведений в [16], де запропонований імовірнісний метод визначення обґрунтованості, основними перевагами якого є:

- природний спосіб обліку випадковостей в значеннях параметрів управління, що виникають за рахунок випадкових помилок вибору оптимальних параметрів із множини допустимих;

- можливість враховувати вимоги по точності оптимізації по значеннях цільової функції і пов'язаною з цим максимально допустимій погрішності в значеннях параметрів управління.

В рамках імовірнісного методу обґрунтованість визначається як ймовірність вибору правильного або оптимального рішення.

Точність управлінських рішень η можна оцінювати по абсолютних відхиленнях параметрів управління від екстремальних значень, властивих оптимальним рішенням, тобто по величинах:

$$\eta = \max_{\ell} \eta_{\ell} = \max_{\ell} |x_{\ell}^{(0)} - x_{\ell}|, \ell = \overline{1, u}. \quad (13)$$

Погрішності $\eta_{\ell} = x_{\ell}^{(0)} - x_{\ell}$ є випадковими величинами. Позначимо їх закон розподілу для ℓ -го параметра як $f(x_{\ell})$.

Помилки в значеннях параметрів управління призводять і до помилки в значенні цільової функції $K(x)$. Нехай допустимою є помилка в значенні K , що не перевищує ΔK . Приймаючи, відповідно до [116], те, що відрізка $[-\Delta K, \Delta K]$ відповідає гіперкубу $-\varepsilon_{\ell} \leq \sigma_{\eta_{\ell}} \leq \varepsilon_{\ell}$, $\ell = \overline{1, u}$ та те, що є відомою залежність $\varepsilon_{\ell} = \varepsilon_{\ell}(\Delta K)$, котра дозволяє за значенням ΔK встановити максимально допустиме відхилення ε_{ℓ} кожного з параметрів ℓ управління від його оптимального значення $x_{\ell}^{(0)}$, ймовірність P_p отримання рішення, що за цільовою функцією буде відхилятися від оптимального на величину, яка не перевищує ΔK , дорівнює

$$P_p = \prod_{\ell=1}^u \left[\int_{-\varepsilon_{\ell}}^{\varepsilon_{\ell}} f(x_{\ell}) dx_{\ell} \right]. \quad (14)$$

Тоді ймовірність вибору правильного рішення при розгляді одного варіанту визначається таким чином [16]:

$$P = \frac{1}{m_0} \prod_{\ell=1}^{u-\mu} \left[\int_{-\varepsilon_{\ell}}^{\varepsilon_{\ell}} f(x_{\ell}) dx_{\ell} \right], \quad (15)$$

де u – максимальне число параметрів управління; μ – кількість параметрів управління, що не оптимізуються; $P = 1/m_0$ – умовна ймовірність вибору правильного рішення при розгляді одного варіанту (за умови, що помилки формально оптимального рішення не перевершать заданих значень); m_0 – середнє значення, тобто в середньому достатня для визначення якнайкращого варіанту кількість досліджуваних варіантів. Залежно від характеристик обстановки, що конкретно складається, кількість досліджуваних варіантів m може бути як менше, так і більше m_0 . З урахуванням цього обґрунтованість вирішення при розгляді m варіантів:

$$P = 1 - \prod_{\alpha=1}^m \left(1 - \frac{1}{m_0} \prod_{\ell_{\gamma}=1}^{u_{\gamma}-\mu_{\gamma}} \left[\int_{-\varepsilon_{\ell_{\gamma}}}^{\varepsilon_{\ell_{\gamma}}} f(x_{\ell_{\gamma}}) dx_{\ell_{\gamma}} \right] \right). \quad (16)$$

При цьому математичне сполівання $M(T_{ц})$ часу циклу визначається виразом

$$\begin{aligned} M(T_{ц}) = & \sum_{\alpha=1}^m \left(1 - P_{\alpha}^B \right) \prod_{v=0}^{\alpha-1} P_v^B \left\{ (1 - P_{0v}) \times \right. \\ & \times M(\Delta t_{Bv}) + \sum_{i_{3v}=1}^{K_{3v}} \left(1 - P_{i_{3v}} \right) \prod_{j_{3v}=0}^{i_{3v}-1} P_{j_{3v}} M(\Delta t_{ui_{3v}}^3) + \\ & + \sum_{i_{pv}=1}^{K_{pv}} \left(1 - P_{i_{pv}} \right) \prod_{j_{pv}=0}^{i_{pv}-1} P_{j_{pv}} M(\Delta t_{ui_{pv}}^p) + \\ & \left. + \sum_{i_{Av}=1}^{K_{Av}} \left(1 - P_{i_{Av}} \right) \prod_{j_{Av}=0}^{i_{Av}-1} P_{j_{Av}} M(\Delta t_{ui_{Av}}^A) \right\} + (1 - P_0^B) \times \\ & \times M(\Delta t_B^C) + \sum_{i_C=1}^{K_C} \left(1 - P_{i_C}^C \right) \prod_{j_C=0}^{i_C-1} P_{j_C}^C M(\Delta t_{uj_C}^C). \end{aligned} \quad (17)$$

Аналіз формул для обчислення оперативності і обґрунтованості процесу управління дозволяє зробити вивід, що значення даних критеріїв можуть бути покращувані, якщо скоротити час підготовки відповідей штабом $\Delta t_{ц}^{III}$ підготовки відповідей підлеглими ОУ в ітераціях "штаб – підлегли ОУ" $\Delta t_{н3}^{III}$ і час встановлення зв'язку з ними $\Delta t_{н2}^{III}$.

Висновки

Запропонований метод оцінки ефективності функціонування органів управління при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій глобального характеру, що базується на розробленій математичній моделі процесу оперативного управління ЛН ГНС. Метод припускає визначення двох внутрішніх показників ефективності роботи даної системи: оперативність вироблення рішень і їх обґрунтованість. Виведені аналітичні вирази для розрахунку статистичних характеристик даних показників.

Напрямок подальших досліджень пов'язаний з розвитком моделі процесів функціонування органів управління ліквідацією наслідків НС при вирішенні завдань оперативного управління.

Список літератури

1. Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1099-98-%D0%BF>.
2. Адаменко М.І. Надзвичайні ситуації регіонального та державного рівня на спеціалізованих об'єктах. Профілактика та локалізація / М.І. Адаменко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2006. – Вип. 4 (53). – С. 32-34.
3. Adamenko M. The Stochastic Model of Reliability for City Public Transport Operation / M. Adamenko, O. Palant // Молодой учёный. – Чита, 2013. – № 8 (55). – С. 67-69.
4. Шантала В.Г. Основы моделирования чрезвычайных ситуаций / В.Г. Шантала, В.Ю. Радоуцкий, В.В. Шантала. – Белгород: БГТУ, 2010. – 166 с.
5. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере / П.Г. Белов. – М.: Академия, 2003. – 512 с.
6. Ямалов И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций / И.У. Ямалов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 288 с.

7. Ваганов П.А. Катастрофоведение / П.А. Ваганов. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. – 124 с.

8. Разработка математических моделей развития чрезвычайных ситуаций техногенного характера и снижения риска их возникновения / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Горюнова и др. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2010. – № 4-2. – С. 251-258.

9. Архипова Н.И. Управление в чрезвычайных ситуациях. 3-е изд., перераб. и доп. / Н.И. Архипова, В.В. Кульба. – М.: Рос. гос. гуманитар. ун-т, 2012. – 352 с.

10. Кучук Н.Г. Обобщенная математическая модель процесса оперативного управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций глобального характера / Н.Г. Кучук // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 3 (128). – С. 140-143.

11. Diestel R. Graph Theory, Electronic Edition / R. Diestel. – NY: Springer-Verlag, 2005. – 422 с.

12. Fenton B. Fault diagnosis of electronic systems (using artificial intelligence) / B. Fenton, M. McGinnity, L. Maguire // IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, 2002. – № 9. – P. 16-20.

13. Фридман А.Я., Яковлев С.Ю. Ситуационный подход к синтезу логической модели надежности и безопасности промышленно-природных комплексов / А.Я. Фридман, С.Ю. Яковлев // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Тр. Межд. научн. шк. МА БР-2003. – СПб.: СПбГУАП, 2003. – С. 45-54.

14. Тихонов А.Н. Методы и система поддержки принятия решения / А.Н. Тихонов, В.Л. Цветков. – М.: Макс Пресс, 2001. – 312 с.

15. Уткин К.В. Нетрадиционные методы оценки надежности информационных систем / К.В. Уткин, И.Б. Шубинский. – СПб.: Любавич, 2000. – 173 с.

16. Морозов В.П. Элементы теории управления ГАП: Математическое обеспечение / В.П. Морозов, Я.С. Дымарский. – Л.: Машиностроение, 1984. – 333 с.

Надійшла до редколегії 31.03.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків.

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ГЛОБАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

Н.Г. Кучук

В статье предложен метод оценки эффективности функционирования органов управления при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций глобального характера, который базируется на разработанной математической модели процесса оперативного управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций глобального характера. Метод предполагает определение двух внутренних показателей эффективности работы рассматриваемой системы: оперативность выработки решений и их обоснованность. Выведены аналитические выражения для расчета статистических характеристик данных показателей.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, орган управления, ликвидация последствий.

METHOD OF EFFICIENCY ESTIMATION OF AUTHORITY FUNCTIONING AT CONSEQUENCES OF GLOBAL EXTRAORDINARY SITUATIONS LIQUIDATION

N.G. Kuchuk

In the article a method is offered of efficiency estimation of authority functioning at consequences of global extraordinary situations liquidation which is based on the developed mathematical model of process of operative management liquidation of consequences of extraordinary situations of global character. A method is supposed by determination of two internal indexes of efficiency of work of the examined system: operationability of making of decisions and their validity. Analytical expressions are shown out for the calculation of statistical descriptions of these indexes.

Keywords: extraordinary situation, management organ, liquidation of consequences.