

Belikov A.S., Kasjan O.I., Ragimov S.Yu., Chaplygin O.S., Shalov V.A., Maladyka I.G.

Theory of decision-making during emergency rescue (ERW), repair and recovery (RRW) works in construction peraled

Introduced the concept of generalized early and operational intelligence. The rational manning combat crew rescue devices and mechanized equipment to ensure the effect of reducing the loss of time.

Key words: emergency rescue operations, mathematical modeling, graph theory

УДК 618.3.016

*Борисова Л.В., канд. юр. наук, викл., НУГЗУ,
Закора О.В., канд. техн. наук, ст. викл., НУЦЗУ,
Селенко Є.Є., викл., НУЦЗУ,
Фещенко А.Б., канд. техн. наук, доц., НУГЗУ*

**ОЦІНКА ГОТОВНОСТІ ОПЕРАТОРА
ДО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ
ШВИДКОПЛИННИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**
(представлено д-ром техн. наук Басмановим О.Є.)

Запропоновано метод оцінки ступеня готовності оператора до прийняття рішень при ліквідації швидкоплинних техногенних надзвичайних ситуацій. Введено індекси, що характеризують готовність оператора до прийняття рішень: індекс якості підготовки оператора, індекс реакції оператора. Запропоновані вирази для обчислення введених понять.

Ключові слова: прийняття рішень, швидкоплинні надзвичайні ситуації, ступінь готовності оператора

Постановка проблеми. Статистика свідчить, що стрімкий розвиток технологій в інформаційному суспільстві, неухильне зростання їх складності й обсягів виробництва супроводжує, на жаль, значний ріст кількості й масштабів техногенних надзвичайних ситуацій (ТНС) [1].

До особливого класу ТНС відносяться швидкоплинні техногенні надзвичайні ситуації (ШТНС), що характеризуються стрімкою зміною параметрів навколишнього середовища, потребують надзвичайно швидкого прийняття рішень і реагу-

вання на ситуацію при відсутності досить повної й достовірної інформації в умовах сильного психологічного стресу і непередбачуваності розвитку подій. Ціна неправильних дій у таких умовах може бути дуже високою: знищення дорогого устаткування, ресурсів, забруднення навколишнього середовища й загибель людей.

Таким чином, оцінка готовності оператора до прийняття рішень при ліквідації ШТНС є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [3] і [4] розглядається вплив неповних даних щодо ліквідації НС, які обумовлені відмінністю між судженням експерта (групи експертів) і оператора щодо лінгвістичного значення того або іншого параметра, що впливає на результат, у контексті певної ситуації, яка виникла.

Розглянемо роботи вчених в області оцінки готовності персоналу до прийняття рішень при ліквідації ШТНС.

1. Введено індекси готовності оператора до прийняття рішень:

У [5] доводять, що існуючі підходи не дають вичерпної інформації про готовність підрозділів до дій у надзвичайних ситуаціях, а параметри оцінки стану готовності не є об'єктивним.

У [6] розглянута система підготовки рятувальників, що припускає їхнє навчання й атестацію. У рамках атестації визначають рівень кваліфікації співробітника. Залежно від значення критеріїв оцінки особи, яка атестується, відносять до одного з п'яти класів.

У [7] запропонований підхід до оцінки надійності роботи оператора в системі "людина - машина". У роботі розглядається вплив людського фактора в складних системах прийняття рішень на прикладі предметної галузі залізничного транспорту. Автором розроблені моделі визначення показників, що характеризують надійність для різних умов роботи оператора на основі імовірнісного підходу.

Але у наведених роботах не оцінюють готовність оператора в контексті відмінності між оцінкою, точкою зору експерта (групи експертів) і оператора щодо лінгвістичних значень параметрів.

У [3, 8] запропоновано такий підхід до оцінки чутливості системи до помилок оператора:

1. Обчислюють значення індексів ранжирування, використовуючи вираз (1) або (2).

$$F_3(A, B) = \frac{\int_{a_1}^a \mu_A(a) da \int_{b_1}^b \mu_B(b) db}{c} \quad (1)$$

$$C = \int_{a_1}^{a_2} \mu_A(a) da \int_{b_1}^{b_2} \mu_B(b) db$$

$$\alpha_1 = \inf_{a \in S(A)} a, \alpha_2 = \sup_{a \in S(A)} a, b_1 = \inf_{b \in S(B)} b, b_2 = \sup_{b \in S(B)} b$$

$$F_4(A, B) = \int_0^{0,5} \max\{0, (1 - \mu_D(x))\} dx + \int_{0,5}^1 \mu_D(x) dx \quad (2)$$

$$D = A/(A+B)$$

2. Якщо в пункті (1) не була виявлена різниця між функціями приналежності експерта і оператора, то обчислюється значення індексу ранжирування розмиття за допомогою виразу (3).

$$\begin{aligned} I_c(A, B) &= 1 - \frac{\int_{a-a_L}^{a+a_R} \mu_A(a) da}{\int_{a-a_L}^{a+a_R} \mu_A(a) da + \int_{b-b_1}^{b+b_R} \mu_B(b) db} = \\ &= \frac{\int_{b-b_1}^{b+b_R} \mu_B(b) db}{\int_{a-a_L}^{a+a_R} \mu_A(a) da + \int_{b-b_1}^{b+b_R} \mu_B(b) db} = 1 - I_B(A, B) \end{aligned} \quad (3)$$

3. Якщо в виразах (1) і (2) була виявлена відмінність між функціями залежності експерта і оператора, то необхідно додати отримане значення в безліч *DIF*.

4. Обчислити значення чутливості для кожного відхилення функцій залежності оператора від експерта, використовуючи вираз (4).

$$M_i = |0,5 - DIF_i| \cdot 2 \quad (4)$$

Чисельне значення запропонованої оцінки завжди буде належати інтервалу $[0,1]$, і відповідно, є нормованим. Значення "одиниця" означає, що слід використовувати рекомендацію, генеровану системою нечіткого висновку. "Нульове" значення означає, що рекомендації системи довіряти не слід. Інше число із інтервалу $[0, 1]$ характеризує ступінь довіри до рекомендації системи. Як було зазначено, слід ураховати, що нечітко певних значень параметрів може бути кілька. Для цього слід виконати вищенаведену процедуру для таких параметрів і вибрати шляхом врахування кількох нечітко визначених параметрів мінімальне значення ступеня довіри. Одержане чисельне значення M характеризує оцінку "упевненості" у коректності рекомендації,

$$M = \min \{m_i\}, \quad i = 1 \dots n, \quad (5)$$

де M - значення результуючої числової характеристики, n - кількість вхідних параметрів, заданих нечітко, m_i - значення числової характеристики для i -го параметра, заданого нечітко.

Наведена методика не враховує розмірності і конкретно-го виду функцій приналежності, а отже, є універсальною.

Постановка завдання і його вирішення. Проаналізувавши наведені наукові роботи, сформулюємо алгоритм надання рекомендацій при ліквідації ШТНС [9]:

1. Аналіз усіх "невідмічених" правил (тобто тих, що ще не спрацювали) і формування безлічі, в яку входять правила з максимальним коефіцієнтом.

2. Якщо безліч, сформована на кроці 1, є порожньою, то кінець алгоритму не визначений.

3. Вибрати одне правило з отриманої безлічі (етап розв'язання конфлікту).

4. Уточнити значення параметрів, що фігурують у лівій частині правила, обраного на кроці 2.

5. Відзначити це правило як таке, що було використано.

6. Обчислення значення чутливості для поточного параметра.

7. Якщо в правій частині правила терміновий вираз, то запитати оператора, чи варто продовжувати процес.

8. Якщо отримана позитивна відповідь, то перейти до кроку 1, а якщо ні, то алгоритм не визначений.

9. Обчислення результуючого значення чутливості за допомогою виразу (5).

Для розв'язання конфлікту, що полягає в тому, яке саме правило прийняття рішення варто використовувати, розроблений такий алгоритм:

1. Скласти список із усіх головних атрибутів об'єктів, що втримуються в правилах продукції.

2. У випадку, якщо значення важливості атрибута відсутнє, то слід використовувати значення важливості об'єкта, до якого відноситься цей атрибут.

3. Відсортувати по убутанню.

4. Вибрати перший елемент зі списку. У випадку, якщо кілька елементів мають однакове значення, для обраних елементів виконати ще одне сортування (по убутанню значення важливості об'єкта), вибираючи знову перший елемент.

5. Активувати правило прийняття рішення, якої відповідає обраний елемент зі списку.

Даний алгоритм має квадратичну складність, що характеризує його продуктивність.

Проведемо оцінку готовності оператора до прийняття рішень. Як було зазначено, існує ряд причин можливої відмінності між оцінками або точкою зору експерта (групи експертів) і оператора щодо лінгвістичного значення того або іншого параметра, що впливає на результат, у контексті певної ситуації, яка виникла. Формально це - відмінності між функціями залежності оператора і експерта (групи експертів). Сутність підготовки оператора полягає в мінімізації відмінностей між відповідними функціями.

Для оцінки ступеня готовності оператора пропонується така послідовність кроків:

1. Для всіх вхідних параметрів ($i = 1 \dots n$) системи виконати кроки 2 – 4 алгоритму.

2. Для всіх лінгвістичних змінних ($j = 1 \dots m_i$) поточного параметра виконати кроки 3 – 4 алгоритму.

3. Побудувати поточну функцію приналежності оператора.

4. Виконати порівняння функції залежності оператора й функції залежності експерта (групи експертів) за допомогою одного з індексів ранжирування, результат порівняння зберегти в C_j .

5. Обчислити індекс якості роботи оператора за допомогою виразу

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_j^m \max(WO_j, WA_j) \cdot |0,5 - c_j|}{n}, \quad (6)$$

де WO_j і WA_j - відповідно ваги поточного об'єкта і атрибута об'єкта.

Для зручності значення ваги (і для атрибута, і об'єкта) - ціле число від 1 до 10 (якщо не задане, то 1). Таким чином, значення індексу підготовки оператора - дійсне значення з інтервалу $[0; 5]$. Чим ближче розраховане значення до 0, тим краще підготовлений оператор. Розраховане значення заносять у паспорт співробітника, який є внутрішнім службовим документом, з персональними даними співробітника, його загальною характеристикою, хронологією роботи, а також рядком чисельних оцінок, що характеризують рівень його кваліфікації.

Важливим показником підготовки є індекс реакції оператора, який характеризує здатність оператора швидко оцінювати обстановку, вводити значення параметрів і, як наслідок, ухвалювати рішення. Оскільки надзвичайні ситуації не є типовими, об'єктивною оцінкою є час, необхідний для визначення і введення значення параметра.

Для оцінки ступеня швидкості реакції оператора пропонуємо таку послідовність кроків:

1. Для усіх вхідних параметрів ($i = 1 \dots n$) системи виконати крок 2.

2. Виконати виміри часу, необхідного операторові для визначення значення поточного параметра.

3. Обчислити середньозважений час реакції оператора за допомогою виразу (одиниця виміру - секунда)

$$t_R = \frac{\sum_{i=1}^n \max(WO_j, WA_j) \cdot t_i}{n}, \quad (7)$$

де t_i - час реакції, тобто час визначення значення i -го атрибута об'єкта; та індекс реакції оператора за допомогою виразу (одиниця виміру - одиниця)

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n \max(WO_j, WA_j) \cdot \frac{t_i}{t_{io}}}{n}, \quad (8)$$

де t_{io} - зразковий час реакції, тобто час визначення значення i -го атрибута об'єкта.

Висновки. Таким чином, використання запропонованого методу оцінки ступеня готовності оператора до прийняття рішення при ліквідації ШТНС, що базується на введенні індексу якості підготовки оператора та індексу реакції оператора, дозволить значно пришвидшити прийняття рішень при відсутності досить повної і достовірної інформації в умовах непередбачуваності розвитку подій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шоботов В. М. Цивільна оборона: Навчальний посібник: Вид. 2-ге, перероб. / Шоботов В. М. - К.: Центр навчальної літератури, 2006. - 438 с.
2. Інформаційно-аналітична довідка про надзвичайні ситуації, що виникли на території України протягом 2012 року [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua/opinfo/6361.html>.
3. Юхимчук С. В. Оцінка чутливості механізму виведення в системах підтримки прийняття рішень керівника ліквідації надзвичайних ситуацій / С. В. Юхимчук, // Інформаційні технології і комп'ютерна інженерія. - 2005. - № 3.- С. 120 - 123.
4. Юхимчук С. В. Оцінка впливу неповних вхідних даних на результати логічного виведення в системах підтримки прийняття рішень / С. В. Юхимчук, О. А. Шаригін //

- Інформації технологи і комп'ютерна інженерія. - 2007. - № 1. - С. 64 - 67.
5. Демин А. Ю. К оценке степени готовности подразделений поисково-спасательных служб / Демин А. Ю. // Технологии гражданской безопасности. - 2007. - № 2. - С. 62 - 62.
 6. Легошин В. Д. Научно-методические вопросы профессионального отбора и подготовки спасателей МЧС России / В. Д. Легошин, А. И. Запорожец // Технологии гражданской безопасности. - 2007. - № 1. - С. 16 - 21.
 7. Бантюкова С. О. Оцінка надійності діяльності оператора у системі "Людина - техніка" / С. О. Бантюкова // Експлуатація залізниць. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. - 2010. - вип. 113. - С. 51 - 56.
 8. Mesyura V. I. Improvement of fuzzy values ranking indexes for automation of man-caused swift-flowing emergencies liquidation / V. I. Mesyura, O. A. Sharygin // Nauka i studia. - 2013. - № 17 (85) - P. 11 - 16.
 9. Месюра В. І. Модель прийняття рішень для задач ліквідації швидкоплинних надзвичайних ситуацій / В. І. Месюра, //Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи): Матеріали 1-ї Міжнародної науково - технічної конференції (10 - 13 травня 2011 р., Черкаси). - 2011. - С. 454.

Загора О.В., Селеенко Е.Е., Фещенко А.Б.

Оценка готовности оператора к принятию решений при ликвидации быстротечных чрезвычайных ситуаций

Предложен метод оценки степени готовности оператора к принятию решений при ликвидации быстротечных техногенных чрезвычайных ситуаций. Введены индексы, характеризующие готовность оператора к принятию решений: индекс качества подготовки оператора, индекс реакции оператора. Предложены выражения для вычисления введенных параметров.

Ключевые слова: принятие решений, быстротечные чрезвычайные ситуации, степень готовности оператора

Zakora O.V., Seleenko Y.Y., Feshchenko A.B.

Operator readiness estimating to take action in the liquidation fleeting technological emergencies

A method for estimating the degree of readiness of the operator to take action in the liquidation fleeting technological emergencies. Introduced indices, characterizing the willingness of the operator to take decisions: the index of the quality of training of the operator, the index operator response. Proposed an expression for calculating the input parameters.

Key words: decision making, fleeting emergency, readiness operator