

СИНЕЛЬНИКОВ С.Д., РАК Ю.П., РАК Т.Є. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПРОДУКЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Запропонована методика ідентифікації об'єкта надзвичайної ситуації, проаналізовано фінальні стани надзвичайної ситуації та представлена формалізація їх опису.*

*Предложена методика идентификации объекта чрезвычайной ситуации, проанализировано финальные состояния чрезвычайной ситуации и представлена формализация их описания.*

*Offered method of authentication of object of extraordinary situation, it is analysed the final states of extraordinary situation and presented formalization of their description.*

**Вступ.** Для прийняття рішення керівником під час ліквідації надзвичайної ситуації природного та техногенного характеру щодо дій оперативно-рятувальних підрозділів необхідно опрацювати великий інформаційний масив даних і знань з метою визначення фінального стану такої ситуації.

Аналіз літературних та інформаційних джерел [5-17], що стосуються питань ліквідації пожежі чи надзвичайної ситуації, показав перспективність поєднання продукційних моделей з фреймовими і мережними для забезпечення найбільш точної і правильної оцінки їх стану проходження. В продукційних моделях знання можна описувати на основі семантичних мереж, а операції над ними задавати як продукції, що зумовлюють зміну одного фрагменту мережі на інший. Крім цього, продукційні моделі характеризуються такими позитивними ознаками:

- представлення знань у вигляді продукції;
  - модульність;
  - здатність продукційних систем реалізувати будь-які алгоритми;
  - легкий розподіл продукції (інформації) за сферами застосування.
- Продукційну систему зручно представляти у вигляді графів (рис.1)

Для такої продукційної системи (рис.1) мережу виведення можна формалізувати у вигляді:

$$A \rightarrow K$$

$$B \rightarrow K$$

$$B, G \rightarrow Z$$

$$G \rightarrow J$$

$$D, K \rightarrow U$$

Таким чином, як видно із граф-схеми (рис. 1) щоб вирішити задачу  $U$ , необхідно вирішити і задачу  $D$ , і задачу  $K$ . Вирішення задачі  $K$ , в свою чергу, потребує вирішити або  $A$ , або  $B$ . Отже мережа виведення для кожної задачі є структурною, близькою до традиційних І-АБО-графів.

Реалізація продукційної системи можлива за умов ідентифікації (розпізнання) об'єктів з метою віднесення їх до того чи іншого класу надзвичайних ситуацій. Схему розпізнавання об'єкта можна представити у вигляді (Рис.2)

У зв'язку з тим, що задачі, які необхідно розв'язувати при ліквідації надзвичайних ситуацій, є одним складним багатокроковим процесом, який вимагає розробки складних моделей, побудованих на основі залучення інформаційних технологій, ефективність функціонування таких моделей досягається шляхом залучення експертних методів, методів теорії штучного інтелекту. Така кібернетична система суттєво полегшує роботу фахівців і дозволяє виробляти, на основі достовірних даних, правильні рекомендації щодо ліквідації надзвичайної ситуації ( $Pe$ ).

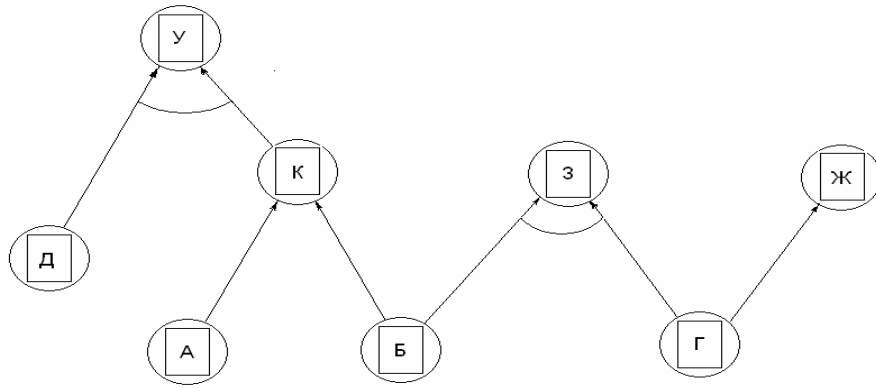


Рисунок 1 – Граф-схема продукційної системи визначення фінального стану надзвичайної ситуації

Формалізуючи вищесказане [1-4] отримуємо залежність:

$$Pe = \{Zx, Oob, El, Lik, PB, Dem, Oi\}, \quad (1)$$

де  $Zx$  - множина значень рекомендацій для уникання вибухонебезпечної концентрації паливо-повітряної суміші в зоні пожежі;

$Oob$  - множина значень рекомендацій стосовно заходів для охолодження об'єктів та захисту від вибуху;

$El$  - множина значень рекомендацій стосовно заходів для забезпечення евакуації людей;

$Lik$  - множина значень рекомендацій стосовно заходів для усунення можливих причин витікання небезпечних речовин;

$PB$  - множина значень рекомендацій стосовно заходів для ізолювання небезпечної зони;

$Dem$  - множина значень рекомендацій стосовно заходів для визначення об'єктів інфраструктури, що знаходяться в зоні дії надзвичайної ситуації.

Перший етап вироблення рекомендацій визначається станом надзвичайної ситуації безпосереднього об'єкту ( $x_1'$ ), сусідніх об'єктів ( $x_2'$ ), які знаходяться у небезпечних зонах надзвичайної ситуації, а також способом ліквідації пожежі ( $x_3'$ ) у саме такому об'єкті.

Процедура ( $x_1'$ ) здійснюється за допомогою узагальненого продукційного правила.

Виявлення об'єктів інфраструктури, які знаходяться в небезпечних зонах аварії здійснюється виконанням процедури ( $x_2'$ ) та формалізується у вигляді виразу:

$$\begin{aligned} x_2' &= [[\{\ddot{a}em'_{2n}\} = \{e_n^{fs}\} \wedge \{\ddot{a}et'(t_2)\} \wedge \{\ddot{a}em''(t_2)\}] \rightarrow \\ &\rightarrow [\{CO_2\} = \{oa_{\xi_1}^{\xi}\} \wedge \{ia_{\xi_2}^{\xi}\} \wedge \{e\ddot{e}'_{\gamma}\}]] \end{aligned} \quad (2)$$

де  $de m'_{2n} \in EHC$ ,  $EHC \subset Z$  - підмножина множини надзвичайних ситуацій  $Z$ , що враховує розвиток і наслідок надзвичайної ситуації  $e_n^{fs}$ ;

$de m'_0(t_2) \in De m'$ ,  $de m''_0(t_2) \in De m''$  - визначення розмірів небезпечних зон аварії;

$\tilde{N}\hat{I}_{2_{\xi}} \in \tilde{N}\hat{I}$ ,  $CO \subset Z$  - підмножини множини надзвичайних ситуацій  $Z$ , які враховують стан об'єктів в зоні надзвичайної ситуації;

$ob_{\xi_1}^3$  - об'єкти, які знаходяться у зонах надлишкового тиску фронту ударної хвилі від вибуху паливо-повітряної суміші;

$ob_{\xi_2}^3$  - об'єкти, які потерпають від полум'я пожежі;

$el'_\gamma \in El'$  - рекомендації щодо евакуації людей із небезпечної зони надзвичайної ситуації.

Ітерація застосування процедур  $x'_1, x'_2$  завершується за умови відсутності вибухопожежонебезпечних об'єктів в зоні надзвичайної ситуації, що супроводжується пожежею.

За допомогою  $x'_3$  визначається спосіб гасіння пожежі та охолодження об'єкта надзвичайної ситуації із врахуванням уникання концентрації вибухонебезпечних парів та описується таким кортежем:

$$x'_3 = \{Z, A, Zx, Oob, Пб\}, \quad (3)$$

де:  $A$  - множина властивостей речовини, яка враховує фізико-хімічні пожежовибухонебезпечні властивості та стан безпеки людини.

Для кінцевого прийняття рішення керівником гасіння пожежі щодо дій оперативно-рятувальних підрозділів на пожежі з можливістю залучення техніки і технологій, інших організацій та забезпечення чіткої взаємодії з громадськими організаціями і органами самоврядування необхідна інформація про фінальний стан надзвичайної ситуації.

Множина фінальних станів  $fZ(t_i)$  надзвичайної ситуації містить у собі множини  $HB$ ,  $TB$ ,  $ЯТВ$ , тобто:

$$fZ(t_i) = \{HB, TB, ЯТВ\}, \quad (4)$$

де:  $HB$  - множина, яка характеризує фінальний стан надзвичайної ситуації де відсутня загроза вибуху технологічного апарату;

$TB$  - фінальний стан надзвичайної ситуації з певною загрозою вибуху;

$ЯТВ$  - фінальний стан надзвичайної ситуації з явною загрозою вибуху технологічного апарату.

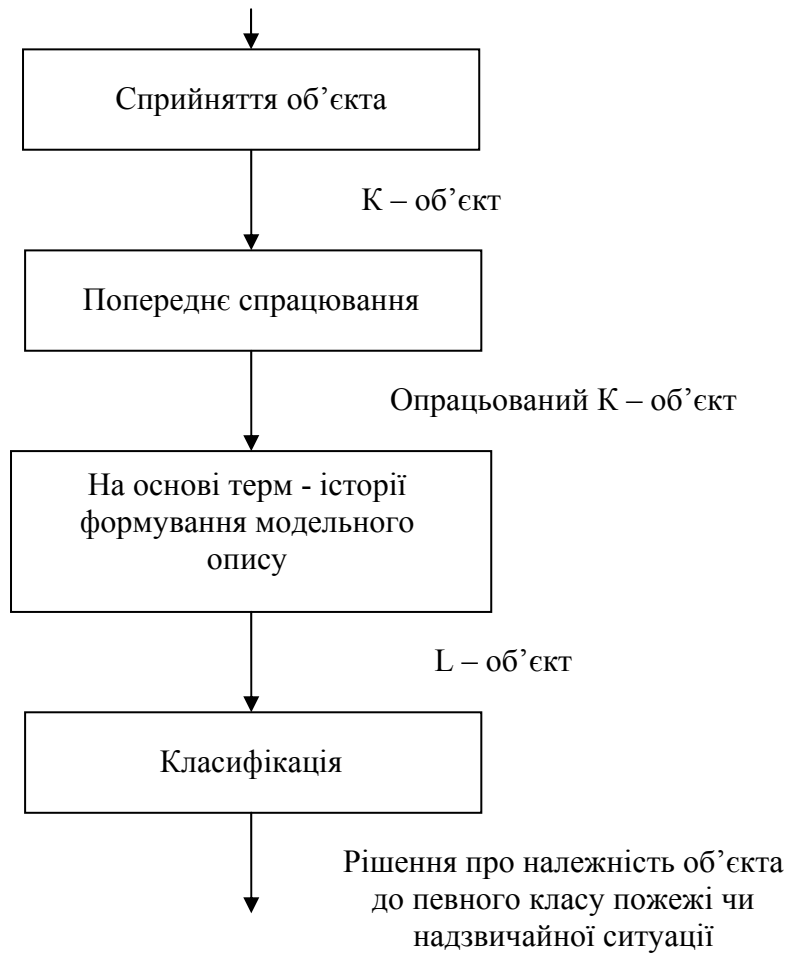


Рисунок 2 – Схема ідентифікації пожежі чи надзвичайної ситуації, як об'єкта розпізнання

Вираз (4) дозволяє створити концептуальний підхід до формалізації та опису надзвичайної ситуації на основі вищевказаних множин.

Для забезпечення мінімізації ризику при ліквідації надзвичайної ситуації природного або техногенного характеру використовуємо інформаційну модель побудовану на основі методу продукційних систем. Такий метод широко використовується у теорії штучного інтелекту для створення алгоритмів пошуку і моделювання розв'язання задач людиною. Такого типу продукційна система забезпечує управління процесом розв'язання задач за взірцем та представляє собою набір продукційних правил, робочої пам'яті і циклу керування «розпізнання-дія».

Формалізуючи вищеописане отримуємо вираз:

$$\{e_n^{fz}\} = [\{em_n(t_1)\}] = \{\xi_v\} \wedge \{\gamma_{\sigma}\} \wedge \{Y_{\sigma}\} \wedge \{K_{\sigma}\} \wedge \{L_y\} \wedge \{O_e\} \wedge \{P_{\sigma}\} \rightarrow \{fZ(t_2)\} \quad (5)$$

Де  $e_n^{fz} \in Z$ ,  $\xi_v \in X_{\gamma\sigma}$ ,  $Y_{\sigma} \in Y_{\gamma\sigma}$ ,  $V_{\sigma} \in A_{\kappa\sigma}$ ,  $B_{Lg} \in CO_e \in D_{p\sigma}$ ,  $fZ_1(t_2) \in fZ$

Не важко визначити, що загальна кількість можливих надзвичайних ситуації  $M = 2^m$ , де  $m$  - загальна кількість ознак, що входять до множин, елементи яких використовуються для опису надзвичайної ситуації і становить  $\approx 4000000$ .

Розглянемо надзвичайні ситуації в яких відсутня загроза вибуху технологічного апарату, тоді значення  $x'_3$  описується виразом:

$$x'_3 = [\{es_{1/n}^{HB}\}] = [[\{e_n^{HB}\} \wedge \{\bar{\alpha}'_a\} \wedge \{\bar{\alpha}''_b\} \wedge \{\bar{\alpha}'''_c\}]] \rightarrow \{e_{1/n}^{HB}\} = \{ey'_3\} \wedge \{Oob'_1\} \wedge \{ak'_\gamma\} \quad (6)$$

$$n = 1, 2, 4$$

де  $\{es_{1/n}^{HB}\}$  - підмножина множини надзвичайних ситуацій  $Z$ , що враховує властивості аварійної небезпечної речовини.

$\{\alpha_{i(a,s,c)}\}$  - властивості речовин, які знаходяться в об'єкті надзвичайної ситуації (зоні горіння);

$(ak'_\gamma)$  - захист особового складу від отруйних газів;

$(e_{1/n}^{HB})$  - встановлення водної завіси для зменшення рівня теплового потоку від сусідньої пожежі (Оо  $b_1''$ ).

$(ey'_3)$  - встановлює першочерговість ліквідації сусідньої пожежі з одночасним охолодженням об'єкта надзвичайної ситуації з подальшою ліквідацією пожежі об'єкта надзвичайної ситуації.

Аналогічним чином описується продукційне правило для випадку, коли фінальний стан надзвичайної ситуації може супроводжуватися вибухом.

**Висновок.** Запропонована методика ідентифікації надзвичайної ситуації, побудованої на основі методу продукційних систем.

Запропоновано та проаналізовано множини фінальних станів  $fZ(t_2)$  надзвичайної ситуації та визначені найбільш імовірні фінальні стани розвитку надзвичайної ситуації:

- $HB$  - загроза вибуху технологічного апарату відсутня;
- $TB$  - існує певна загроза вибуху;
- $ЯТВ$  - існує явна загроза вибуху.

Представлено формалізацію продукційного правила стосовно  $fZ(t_2)$ ,  $HB$ ,  $TB$ .

#### Бібліографічний список:

1. Рак Ю.П., Ковалишин В.В., Рак Т.Е., Синельников С.Д. Оптимизация технологических процессов при проектировании высокоэффективных сложных систем управления пожарно-спасательными подразделениями // Пожарная безопасность. Научно-технический журнал. – Москва, № 2. – 2008. – С. 107-113.
2. Рак Ю.П., Синельников С.Д., Синельников О.Д. Сучасні підходи до класифікації технологічних систем та технологічних засобів пожежного та рятувального призначення // Науковий вісник УкрНДІПБ МНС України, 2008
3. Кацман М.Д. Математичні моделі вироблення рекомендацій на ліквідацію аварій, що супроводжуються пожежами небезпечних вантажів //Матеріали VIII Міжнародної конференції “Контроль і управління в складних системах (КУСС-2005)”. – Вінницький національний технічний університет. – 2005. – С.119.
4. Кацман М.Д. Продукційні моделі для вироблення рекомендацій щодо гасіння пожеж небезпечних вантажів у СППР керівників ліквідації надзвичайних ситуацій // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2005. – № 3. – С. 58– 63.
5. Ключ П. П. та ін. Пожежна тактика: Підручник. – Х.: Основа, 1998. – 592 с.
6. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара М.: Стройиздат – 1987. – 288 с.
7. Бут В.П., Куцищій Л.Б., Болібрух Б.В.Практичний посібник з пожежної тактики. – Львів: в-во „СПОЛОМ”, 2003 – 122 с.
8. Повзик Я.С., Ключ П.П., Матвейкин А.М. Пожарная тактика.– М.: Стройиздат, 1990. – 395 с.
9. Ключ П.П., Палюх В.Г., Пустовой А.С. та ін. Пожежна тактика. – Х.: Основа, 1998. – 592 с.
10. Кимстач И.Ф., Девлишев П.П., Евтюшкин Н.М. Пожарная тактика. – М.: Стройиздат, 1984. – 580 с.
11. Безродный П.Ф. и др. Тушение нефти и нефтепродуктов. –М.: ВНИИПО, 1996. – 216 с.
12. Михеев А.К. Пожар. – М.: Пожнаука, 1994. – 386 с.
13. Бейкер У. и др. Взрывные явления. Оценка и последствия./Пер. с англ. под ред. Зельдовича Я.Б., Гельфанда Б.Е. – М.: Мир, 1986. – 123 с.
14. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение /Под ред.
15. Бессчаснова М.В. – М.: Химия, 1991. – 432 с.

16. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий. Кн.2. – М.: МЧС РФ, 1994. – 76 с.
17. Маршалл В. Основные опасности химических производств. – М.: Мир, 1989. – 672 с.