

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ СИТУАЦІЙ ВЕЛИКИХ РОЗМІРНОСТЕЙ ДЛЯ ОПЕРАТИВНО-ЧЕРГОВИХ СЛУЖБ ОРГАНІВ ВНУТРІШНІХ СПРАВ

У статті проаналізовано математичну модель задачі розпізнавання ситуації та прийняття первинних рішень, яка являє собою набір правил. Визначено, що вона є недосконалою для задач розпізнавання ситуацій великої розмірності. Тому у статті запропоновано альтернативну математичну модель, яка дозволяє уникнути обмежень, що накладаються специфікою правил.

The article discusses a mathematical model of problem recognition and acceptance of the situation of primary solutions, which is a set of rules. Determined that it is imperfect for recognition problems of large dimension situations. Therefore, this article proposed an alternative mathematical model, which avoids the restrictions imposed by specific rules.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, розпізнавання ситуацій, математична модель.

Вступ

У своїй повсякденній професійній діяльності спеціалісти державних служб часто мають справу з задачею прийняття рішень, а саме вибором того чи іншого варіанту вирішення поставлених перед ними задач. Різні рішення відрізняються складністю прийняття і характером можливих наслідків. Чим складнішою є керована система, тим більша кількість факторів впливає на остаточний вибір рішення особи, що приймає рішення (ОПР), відповідно тим більш масштабними будуть наслідки правильного або помилкового рішення.

Характеристика предметної області

Одним зі структурних підрозділів в системі управління Міністерства внутрішніх справ (УМВС), який виконує задачі по охороні суспільного порядку та боротьбі зі злочинністю, є оперативна чергова служба (ОЧС). Основною діючою особою ОЧС, яка приймає інформацію про виникнення ситуації, попередньо її оцінює та визначає на основі цього рішення для її розв'язання, є оперативний черговий (ОЧ).

Однією з основних задач, що постає перед ОЧ після надходження повідомлення про виникнення ситуації є розпізнавання ситуації та визначення деякого набору первинних рішень для її вирішення [1].

В системі підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб (СППР ОЧС) дана задача вирішувалася підсистемою прийняття первинних рішень, яка базувалася на нечіткій нейронній мережі [2].

Використання зазначеної мережі мало ряд суттєвих переваг [2]:

- навчання здійснювалося за допомогою алгоритмів навчання нейромереж, які мають переваги при обробці недостовірних даних, джерелом яких є людина;
- усі висновки робилися на основі нечіткої логіки, у функції та вирази якої було перетворено набір правил математичної моделі задачі розпізнавання ситуації та прийняття первинних рішень [3].

Однак, в результаті тестових досліджень був виявлений один суттєвий недолік даного підходу. А саме, зі збільшенням кількості правил – якість результатів роботи мережі знижується.

В ході досліджень було виявлено, що кількість правил z залежить від кількості загонів патрульно-постової служби (ППС) h та дорожньо-патрульної служби (ДПС) g на дільниці, та розраховується за формулою $z = h * (3 * g + 3) + 2$.

Постановка задачі

Отже, використання СППР ОЧС у центральних відділеннях міських та обласних УМВС, де кількість правил буде становити десятки тисяч, може призвести до зниження якості розпізнавання ситуацій системою, що в подальшому вплине на правильність остаточного рішення.

Тому у математичну модель на основі набору правил недоцільно використовувати для задач розпізнавання ситуацій великої розмірності.

Для усунення зазначеного недоліку необхідно розробити математичну модель, яка б не використовувала набору правил.

Огляд відомих рішень

Як вже зазначалося у [3] під задачею розпізнавання ситуації та прийняття первинних рішень розуміють віднесення поточної ситуації до одного з відомих типів та визначення на основі цього певних дій для вирішення ситуації. Найперше, ОЧ має визначити статус ситуації: штатний чи надзвичайний. Якщо ситуація є надзвичайною – ОЧ повинен повідомити про неї відповідні органи, своє керівництво та чергову частину вищого органу і надалі виконувати їх накази. Якщо ж ситуація є штатною – необхідно визначити, чи потребує її вирішення термінового залучення конкретних сил та засобів. Якщо так, ОЧ повинен, залежно від обставин та місця ситуації, вжити заходів із залученням найближчих до місця ситуації загонів ППС (при необхідності ДПС) для припинення ситуації, забезпечення охорони місця ситуації, перекриття можливих шляхів відступу осіб, що спричинили ситуацію, блокування місць їхнього переховування та затримки,

встановлення свідків та організувати виїзд на місце груп негайного реагування (ГНР) або слідчо-оперативної групи (СОГ). В іншому випадку, ОЧ повинен зареєструвати повідомлення про ситуацію у журналі обліку інформації та повідомити про нього відповідного дільничного інспектора.

Характеристиками, на основі яких вирішується задача розпізнавання ситуації та прийняття первинних рішень, є статус ситуації, тип та місце ситуації. В свою чергу, статус ситуації залежить від обставин (конкретних подій, осіб, що приймали в них участь або були свідками, кількості свідків, часу, що минув від початку ситуації до моменту надходження повідомлення про неї). Кількість свідків може залежати від часу доби, дня, пори року, місця ситуації тощо. На рис. 1 зображено схему взаємозв'язків та залежностей між характеристиками ситуації та її можливими рішеннями [3].

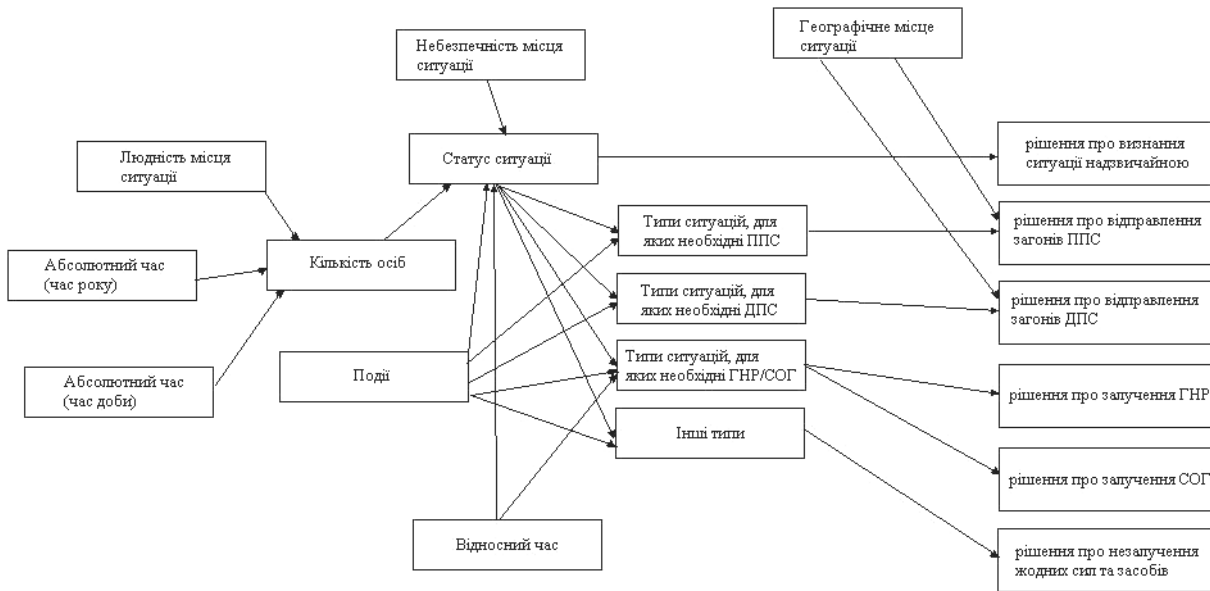


Рис. 1. Взаємозв'язки та залежності між характеристиками ситуації та її можливими рішеннями

Виділимо основні характеристики ситуації [3].

Місце ситуації V характеризується такими параметрами, як:

- показник людності v_1 – визначає наскільки людним є місце, де виникла ситуація, чи наявні там місця масового збору людей (бари, парки тощо). Чим більш людним є місце ситуації, тим більше значення має v_1 ;
- показник небезпечності v_2 – визначає наявність на місці ситуації будівель, споруд, установ підвищеного рівня безпеки (тюрем, міліцейських відділків, заводів, що працюють з небезпечними речовинами, складів, які зберігають подібні речовини, банків тощо). Значення v_2 залежить від рівня безпеки споруд та їх кількості;
- географічне розташування місця ситуації у населеному пункті v_3 , визначається множиною вулиць, які наявні на території, що підконтрольна дільниці, де працює ОЧ, $v_3 = \{v_{3,1}, \dots, v_{3,i}\}, i = \overline{1, m}$, де $v_{3,i}$ – окрема вулиця, провулок або ділянка вулиці (яка відрізняється власними значеннями показників людності та небезпечності); m – максимальна кількість вулиць на зазначеній дільниці. Отже, місце ситуації $V = \{v_1, v_2, v_3\}$.

Множину подій, що описують ситуацію позначимо p : $p = \{p_1, \dots, p_a\}, a = \overline{1, o}$, де p_a - окрема подія, яка характеризує ситуацію, o – загальна можлива кількість подій.

Час виникнення ситуації C складається з двох величин $C = \{c_1, c_2\}$, c_1 – абсолютний час ситуації, визначається датою та часом початку ситуації, c_2 – відносний час ситуації, який пройшов від початку ситуації до моменту надходження повідомлення про неї. Абсолютний час ситуації має відношення до кількості осіб, що можуть бути учасниками або свідками ситуації та описується двома параметрами: пора року ($c_{1,1}$) та час доби ($c_{1,2}$). Таким чином $c_1 = \{c_{1,1}, c_{1,2}\}$.

Кількість осіб, яка може бути свідками ситуації або приймати у ній участь характеризується показником K , який залежить від показника людності місця ситуації та абсолютного часу ситуації, і його значення зростає зі збільшенням можливої кількості осіб. Статус ситуації характеризується показником S , який залежить від подій ситуації, $S \rightarrow \min$, якщо ситуація є штатною, та $S \rightarrow \max$, якщо ситуація є надзвичайною.

Множину типів ситуації позначимо T , $T = \{t_1, t_2, t_3, t_4\}$, де t_1 – показник ситуації, який визначає

необхідність залучення загонів ППС, t_2 – загонів ДПС, t_3 – ГНР або СОГ, t_4 – застосування інших дій, непов'язаних з залученням вищезгаданих сил та засобів. У випадку необхідності залучення певного виду сил, значення відповідного показника збільшується, у протилежному випадку – зменшується.

Множину можливих рішень ситуацій позначимо $R, R = \{r_j\}, j = \overline{1, q}$, де r_j – одне з можливих рішень конкретної ситуації, q – загальна можлива кількість рішень.

Згідно своїх службових повноважень ОЧ може прийняти такі рішення по вирішенню ситуації, а саме визнати ситуацію [3]:

- надзвичайною;
- штатною і такою, що потребує залучення відповідних загонів ППС;
- штатною і такою, що потребує залучення відповідних загонів ППС та ДПС;
- штатною і такою, що потребує залучення відповідних загонів ППС та ГНР;
- штатною і такою, що потребує залучення відповідних загонів ППС та СОГ;
- штатною і такою, що потребує залучення відповідних загонів ППС, ДПС та ГНР;
- штатною і такою, що потребує залучення відповідних загонів ППС, ДПС та СОГ;
- штатною і такою, що не потребує залучення вищезгаданих сил та засобів.

Отже:

$$\begin{aligned}
 r_j \in R_1, \text{ якщо } R_{НАДЗ} &\rightarrow \max \\
 r_j \in R_2, \text{ якщо } R_{ППС} &\rightarrow \max, R_{НАДЗ}, R_{ДПС}, R_{ГНР/СОГ}, R_{НЕЗ} \rightarrow \min \\
 r_j \in R_2 \cup R_3, \text{ якщо } R_{ППС}, R_{ДПС} &\rightarrow \max, R_{НАДЗ}, R_{ГНР/СОГ}, R_{НЕЗ} \rightarrow \min \\
 r_j \in R_2 \cup R_4, \text{ якщо } R_{ППС}, R_{ГНР/СОГ} &\rightarrow \max, R_{НАДЗ}, R_{ДПС}, R_{НЕЗ} \rightarrow \min \\
 r_j \in R_2 \cup R_3 \cup R_4, \text{ якщо } R_{ППС}, R_{ДПС}, R_{ГНР/СОГ} &\rightarrow \max, R_{НАДЗ}, R_{НЕЗ} \rightarrow \min \\
 r_j \in R_5, \text{ якщо } R_{НЕЗ} &\rightarrow \max
 \end{aligned} \quad (1)$$

де R_1 – множина рішень про визнання ситуацію надзвичайною, $R_1 = \{r_1\}$, $R_{НАДЗ}$ – визначає, чи є ситуація штатною ($R_{НАДЗ} \rightarrow \min$) або надзвичайною ($R_{НАДЗ} \rightarrow \max$); R_2 – множина рішень про залучення загону (групи загонів) ППС, $R_2 = \{r_{2,1}, \dots, r_{2,f}\}, f = \overline{1, h}$, де $r_{2,f}$ – рішення про залучення відповідного загону (групи загонів) ППС, h – максимальна кількість загонів ППС на дільниці, де працює ОЧ, $R_{ППС}$ – визначає, чи потребує ситуація залучення загонів ППС ($R_{ППС} \rightarrow \max$) або не потребує ($R_{ППС} \rightarrow \min$); R_3 – множина рішень про залучення загону (групи загонів) ДПС, $R_3 = \{r_{3,1}, \dots, r_{3,e}\}, e = \overline{1, g}$, де $r_{3,e}$ – рішення про залучення відповідного загону (групи загонів) ДПС, g – максимальна кількість загонів ДПС на дільниці, де працює ОЧ, $R_{ДПС}$ – визначає, чи потребує ситуація залучення загонів ДПС ($R_{ДПС} \rightarrow \max$) або не потребує ($R_{ДПС} \rightarrow \min$); R_4 – рішення про залучення ГНР або СОГ, $R_4 = \{r_{4,1}, r_{4,2}\}$, де $r_{4,1}$ – рішення про залучення ГНР, $r_{4,2}$ – рішення про залучення СОГ, $R_{ГНР/СОГ}$ – визначає, чи потребує ситуація залучення ГНР/СОГ ($R_{ГНР/СОГ} \rightarrow \max$) або не потребує ($R_{ГНР/СОГ} \rightarrow \min$); R_5 – множина рішень про визнання ситуацію такою, що не потребує залучення додаткових сил та засобів, $R_5 = \{r_5\}$, $R_{НЕЗ}$ – визначає, чи потребує ситуація залучення певних сил та засобів ($R_{НЕЗ} \rightarrow \max$) або навпаки ($R_{НЕЗ} \rightarrow \max$).

Як зазначалось у [3] $R_{НАДЗ} = S$, враховуючи, що $S \rightarrow \max$, якщо $v_2, K \rightarrow \max, p_{sw} \neq 0$ та $K \rightarrow \max$, якщо $v_1, c_{1,1}, c_{1,2} \rightarrow \max$, де p_{sw} – множина подій, що можуть призвести до появи надзвичайного стану, $p_{sw} \subset p$, отримуємо.

$$r_1 = (p_{sw}, v_1, v_2, c_{1,1}, c_{1,2}, c_2) \quad (2)$$

Множина R_2 залежить від типу ситуації, який визначає необхідність застосування ППС – t_1 , $R_{ППС} = t_1$ [3]. В свою чергу, t_1 залежить від подій та статусу ситуації. При чому $t_1 \rightarrow \max$, якщо $p_{t_1w} \neq 0$ та $S \rightarrow \min$, де p_{t_1w} – множина подій, що потребують залучення ППС, $p_{t_1w} \subset p$, а рішення $r_{2,f}$ залежить від географічного місця ситуації $v_3, v_3 = \{v_{3,1}, \dots, v_{3,i}\}, i = \overline{1, m}$. Отже:

$$r_2 = (((p_{t_1w} \setminus p_{t_1u}) \setminus p_{sw}), (v_3 r_{2,fw} \setminus v_3 r_{2,fu}), v_1, v_2, c_{1,1}, c_{1,2}, c_2), \quad (3)$$

де p_{t_1u} – множина подій, що не потребують залучення ППС, $p_{t_1u} \subset p$, $v_3 r_{2,fw}$ – множина вулиць,

що потребують залучення загону, відповідного для $r_{2,f}, v_{3r_{2,f}w} \subset v_3 v_{3r_{2,f}u}$ – множина вулиць, що не потребують залучення загону, відповідного для $r_{2,f}, v_{3r_{2,f}u} \subset v_3$.

Множина R_3 залежить від типу ситуації, який визначає необхідність застосування ППС – t_2 , $R_{ДПС} = t_2$ [3]. В свою чергу, t_2 залежить від подій та статусу ситуації. При чому $t_2 \rightarrow \max$, якщо $p_{t_2w} \neq 0$ та $S \rightarrow \min$, де p_{t_2w} – множина подій, що потребують залучення ППС, $p_{t_2w} \subset p$, а рішення $r_{3,e}$ залежить від географічного місця ситуації $v_3, v_3 = \{v_{3,1}, \dots, v_{3,i}\}, i = \overline{1, m}$. Отже:

$$r_3 = (((p_{t_2w} \setminus p_{t_2u}) \setminus p_{sw}), (v_{3r_{3,e}w} \setminus v_{3r_{3,e}u}), v_1, v_2, c_{1,1}, c_{1,2}, c_2), \quad (4)$$

де p_{t_2u} – множина подій, що не потребують залучення ДПС, $p_{t_2u} \subset p$, $v_{3r_{3,e}w}$ – множина вулиць, що потребують залучення загону, відповідного для $r_{3,e}, v_{3r_{3,e}w} \subset v_3 v_{3r_{3,e}u}$ – множина вулиць, що не потребують залучення загону, відповідного для $r_{3,e}, v_{3r_{3,e}u} \subset v_3$.

Множина R_4 залежить від показника ситуації, який визначає необхідність застосування ГНР/СОГ – t_3 , $R_{ГНР/СОГ} = t_3$. Показник t_3 залежить від подій та статусу ситуації, $t_3 \rightarrow \max$, якщо $p_{t_3w} \neq 0$ та $S \rightarrow \min$, де p_{t_3w} – множина подій, що потребують залучення ГНР/СОГ, $p_{t_3w} \subset p$ [3]. Прийmemo, що $p_{t_3w}^{\setminus}$ – множина подій, що сприяє залученню СОГ, $p_{t_3w}^{\setminus} \subset p_{t_3w}$, а $p_{t_3w}^{\setminus\setminus}$ – множина подій, що сприяє залученню ГНР, $p_{t_3w}^{\setminus\setminus} = p_{t_3w} \setminus p_{t_3w}^{\setminus}$, де " \setminus " – різниця множин [4], p_{t_3u} – множина подій, що не потребують залучення СОГ/ГНР, $p_{t_3u} \subset p$. Отже:

$$r_{4,1} = ((p_{t_3w}^{\setminus} \setminus ((p_{t_3w} \setminus p_{t_3u}) \setminus p_{sw})), v_1, v_2, c_{1,1}, c_{1,2}, c_2) \quad (5)$$

$$r_{4,2} = ((p_{t_3w}^{\setminus\setminus} \setminus ((p_{t_3w} \setminus p_{t_3u}) \setminus p_{sw})), v_1, v_2, c_{1,1}, c_{1,2}, c_2) \quad (6)$$

Множина R_5 залежить від показника ситуації, який визначає, чи потрібно залучити будь-які з вищезазначених сил та засобів – t_4 , $R_{HEZ} = t_4$ [3]. Показник t_4 залежить від подій та статусу ситуації, $t_4 \rightarrow \max$, якщо $p_{t_4w} \neq 0$ та $S \rightarrow \min$, де p_{t_4w} – множина подій, що не потребують залучення будь-яких додаткових сил та засобів, $p_{t_4w} \subset p$. Отже:

$$r_5 = (((p_{t_4w} \setminus p_{t_4u}) \setminus p_{sw}), v_1, v_2, c_{1,1}, c_{1,2}, c_2), \quad (7)$$

де p_{t_4u} – множина подій, що потребують залучення будь-яких додаткових сил та засобів, $p_{t_4u} \subset p$.

Виходячи з (1) можна зробити висновок, що множина можливих рішень задачі розпізнавання ситуації характеризується набором елементів:

$$R = \{r_1, r_{2,f}, r_{3,g}, r_{4,1}, r_{4,2}, r_5, r_{2,f} + r_{3,g}, r_{2,f} + r_{4,1}, r_{2,f} + r_{4,2}, r_{3,g} + r_{4,1}, r_{2,f} + r_{3,g} + r_{4,2}\} \quad (8)$$

Множина R є альтернативною представленою у [3].

Як вже зазначалося у [3] дана задача є важкоформалізованою, а тому для її вирішення є сенс застосувати інтелектуальні методи, зокрема штучну нейронну мережу (ШНМ) побудовану у відповідності до альтернативної математичної моделі.

Висновок

У роботі проаналізовано ШНМ, яка вирішує задачу розпізнавання ситуації та прийняття первинних рішень. Визначено, що зі збільшенням розмірності бази правил, якість розпізнавання ситуації зменшується. Для усунення цього недоліку розроблено альтернативну математичну модель, яка дозволяє уникнути обмежень, що накладаються специфікою правил. Розроблена модель є основою для створення підсистеми прийняття первинних рішень СППР ОЧС, яка буде вирішувати задачі по розпізнаванню ситуації великої розмірності.

Література

1. Тітова В.Ю. Інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень для оперативно-чергових служб // Искусственный интеллект – Донецьк: Інститут проблем штучного інтелекту, 2006. – № 4 – С. 504-509.
2. Тітова В. Інтелектуальні методи для створення підсистеми прийняття первинних рішень системи підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб // Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів: "Львівська політехніка", 2007. – № 598 – С. 78-85.

3. Тітова В.Ю. Модель процесу розпізнавання ситуації та прийняття первинних рішень оперативним черговим оперативно-черговою служби // Радіоелектронні і комп'ютерні системи – Харків: ХАІ, 2007 – № 7 – С.99-104.

4. Верещагин Н.К. Начала теории множеств. / Верещагин Н.К., Шень А. – Москва: МЦНМО, 1999. – 128 с.

Надійшла 9.12.2009 р.

УДК 004.832.2

В.М. ЛОКАЗЮК, В.Ю. ТІТОВА, О.А. КОЗЛЮК

Хмельницький національний університет

НЕЙРОМЕРЕЖНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІШЕНЬ В СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПЕРАТИВНО-ЧЕРГОВИХ СЛУЖБ

В статті проаналізовано метод оцінювання ефективності рішень у системи підтримки прийняття рішень для оперативно-чергової служби, визначено його недоліки, та запропоновано вдосконалений метод, який базується на штучних нейронних мережах.

The article analyzed a method of evaluating the effectiveness of solutions in decision support system for operational duty service, identified its shortcomings, and propose an improved method based on artificial neural networks.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, наслідки рішення, оцінювання ефективності рішень.

Вступ

У своїй повсякденній професійній діяльності спеціалістам державних служб та силових відомств, в тому числі і оперативно-чергових служб (ОЧС), часто доводиться приймати рішення по вирішенню тієї чи іншої ситуації, а також визначати наслідки кожного з можливих рішень.

Різні рішення відрізняються характером можливих наслідків, і чим складнішою є конкретна ситуація, тим більш масштабними будуть наслідки кожного конкретного прийнятого рішення.

Оперативний черговий (ОЧ) ОЧС органів внутрішніх справ (ОВС) за своїми функційними обов'язками є особою, що приймає рішення по охороні суспільного порядку і боротьбі зі злочинністю [1].

Після надходження інформації про ситуацію та її первинної обробки на предмет вірогідності, значущості та корисності, ОЧ визначає необхідні для подальшої роботи дані. Після цього, він виконує задачу розпізнавання ситуації, визначає її статус та приймає на основі цього певний набір первинних рішень для її вирішення. Наступними задачами, що постають перед ОЧ, є прогнозування розвитку ситуації та визначення наслідків виконання кожного з первинних рішень. На основі визначених наслідків ОЧ має прийняти остаточне рішення для вирішення ситуації [1].

Щоб прийняти рішення для вирішення конкретної ситуації ОЧ має проаналізувати його наслідки для кожного обраного критерію, та визначити для кожного рішення його ефективність [2].

Для цього було розроблено метод оцінювання ефективності рішень, який базується на організації пошуку рішення за відібраними критеріями. [2].

Застосування даного методу в системі підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб (СППР ОЧС) дозволило підвищити відсоток визначених системою правильних рішень до 96 % [2].

Однак, не дивлячись на це, даний метод має ряд недоліків:

- визначення ефективності рішення зводиться до звичайних математичних розрахунків, а тому враховує лише числові значення наслідків, без врахування їхніх взаємовпливів;
- не зважаючи на усунення обмежень, що накладаються градацією шкали переваг Сааті та усунення можливості компенсації значень часткових критеріїв, при формуванні матриці відношень критеріїв, використовуються попарні порівняння типу: "критерій К1 важливіший за критерій К2 у стільки-то разів", що містить певну долю суб'єктивізму та негативно впливає на якість оцінювання.

Постановка задачі

Рішення, які приймаються ОЧ стосуються життя людей, їх морального та матеріального стану, метою роботи є вдосконалення методу оцінювання ефективності рішень для СППР ОЧС шляхом використання штучних нейронних мереж.

Огляд відомих рішень

Множина наслідків прийнятого рішення N має такий вигляд: $N = \{n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6\}$, де n_1 – успішне завершення ситуації ($n_1 \rightarrow \max$) або навпаки ($n_1 \rightarrow \min$); n_2 – перехід ситуації у надзвичайний стан ($n_2 \rightarrow \max$) або навпаки ($n_2 \rightarrow \min$); n_3 – достатність задіяних сил та засобів, якщо задіяних сил та засобів достатньо, то $n_3 \rightarrow \max$, якщо необхідно залучити ще додаткові сили $n_3 \rightarrow \min$, n_4 – кількість можливих втрат серед населення та збитки муніципального господарства, $n_4 = [n_{4,1}, n_{4,2}, n_{4,3}]$, де $n_{4,1}$ –