

## СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПЕРАТИВНО-ЧЕРГОВИХ СЛУЖБ

Хмельницький національний університет

*Метою дослідження є забезпечення інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішень оперативному черговому оперативно-чергової служби. Для досягнення мети деталізовано задачі, які постають перед оперативним черговим після надходження інформації про виникнення ситуації, проведено розмежування цих задач та перенесено виконання більшої їх частини на систему підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб. Функціонування зазначеної системи базується на використанні штучних нейронних мереж та удосконаленому методі оцінювання ефективності рішень*

### **Вступ**

У своїй повсякденній професійній діяльності спеціалісти державних служб та силових відомств часто мають справу з задачею прийняття рішень. Дана задача полягає у генерації можливих альтернатив, їх оцінці та виборі кращої альтернативи. При виборі альтернатив необхідно враховувати велику кількість суперечливих вимог і оцінювати варіанти рішень за багатьма критеріями. Суперечливість вимог, неоднозначність оцінювання ситуації та помилки у виборі критеріїв значною мірою ускладнюють прийняття остаточного рішення.

Численні психологічні дослідження показують, що особи, які приймають рішення (ОПР) без додаткової інформаційно-аналітичної підтримки, використовують спрощені або суперечливі вирішальні правила [1].

Інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішення полягає у забезпеченні ОПР необхідною інформацією, формалізації опису процесів опрацювання вхідних даних та прийнятті рішення [2,3].

На сьогоднішній день, системи підтримки прийняття рішень є якісно новим рівнем автоматизації процесів у різних сферах людської діяльності. Вони дозволяють інтелектуалізувати діяльність ОПР та забезпечують інформаційно-аналітичну підтримку під час прийняття рішень у проблемних ситуаціях, які характеризуються великою складністю, невизначеністю і структурованістю [3].

### **Характеристика предметної області**

Чергова частина – самостійний структурний підрозділ в системі управління внутрішніх справ (УВС), покликаний здійснювати керівництво і контроль за діяльністю різних служб і виконувати задачі по охороні громадського порядку та боротьбі зі злочинністю [4]. Задачею чергової частини УВС є виконання покладених на неї обов'язків по збиранню інформації та реагуванню на виникнення ситуації, керування силами і засобами, задіяними за планом комплексного використання сил і засобів міліції в охороні громадського порядку. Безпосередньо виконання цих задач здійснюється оперативним черговим (ОЧ). ОЧ за своєю професійною діяльністю є ОПР по охороні суспільного порядку та боротьбі зі злочинністю.

На основі аналізу діяльності ОЧ було проведено деталізацію задач, які виконуються ним після надходження інформації про ситуацію (рис. 1) [5].

На сьогоднішній день прийняття рішень оперативними черговими базується на їх досвіді та інтуїції. Тому виникла необхідність забезпечення ОЧ інформаційно-аналітичною підтримкою прийняття рішень – системою підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб (СППР ОЧС), яка виконує [5]:

– автоматизовану підтримку процесу аналізу інформації, що надходить, доповнення її відомостями з інших баз да-

них, пов'язаними зі згаданими в інформації особами, об'єктами і предметами;

- віднесення ситуації до одного з відомих класів – тобто визначення її моделі, формування первинного списку альтернатив та набору критеріїв для подальшого оцінювання ефективності цих альтернатив;

- на основі відомої моделі ситуації прогнозування подальшого розвитку ситуації та визначення наслідків виконання кожної з альтернатив;

- оцінювання наслідків кожної з запропонованих альтернатив за відібраними критеріями та вибір кращої з них;
- відображення всієї необхідної інформації в доступному вигляді.

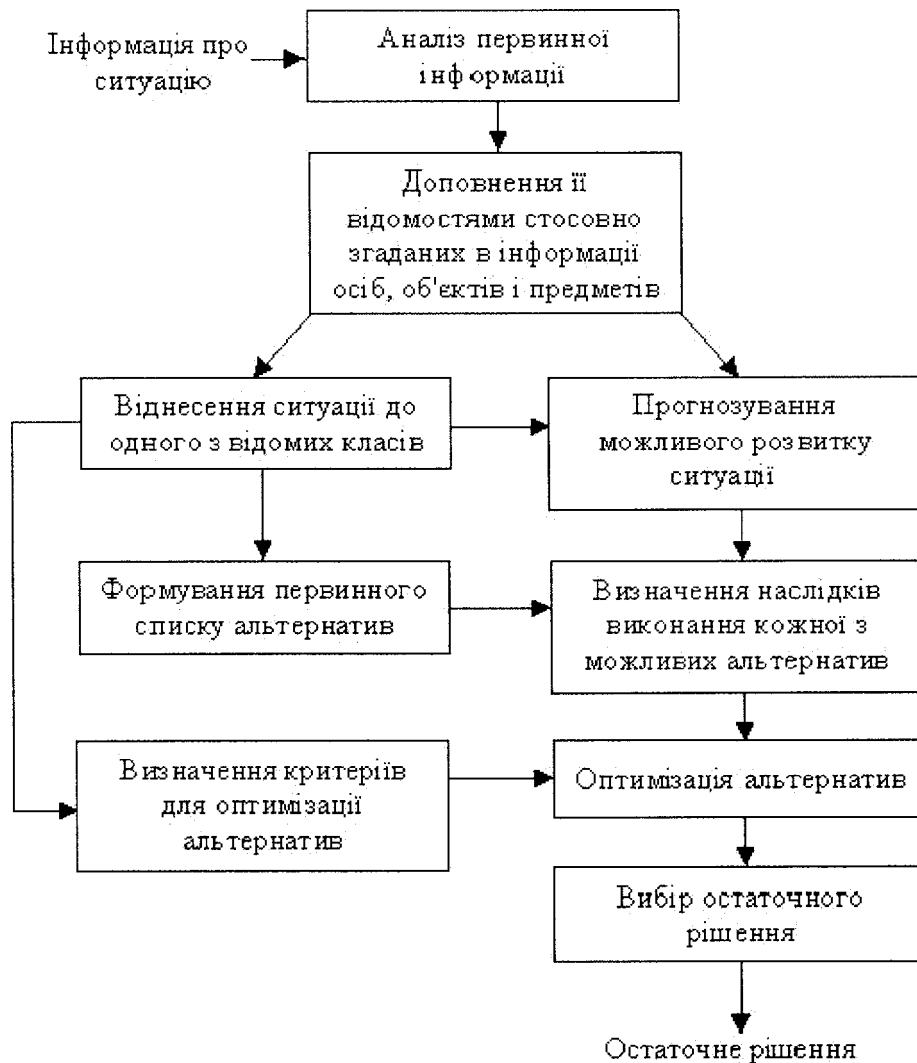


Рис. 1. Деталізація процесу прийняття рішень оперативним черговим

Більшість відомих систем підтримки прийняття рішень не виконували усіх функцій, які покладені на СППР ОЧС, а тому не могли бути використані [5].

Тому, для забезпечення можливості використання оперативно-черговою службою системи підтримки прийняття рішень та вирішення вищесказаних проблем було розроблено СППР ОЧС.

**Система підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб**

Зазначена система складається з наступних підсистем: діалогової, обробки первинної інформації, прийняття первинних рішень, прогнозування розвитку ситуації, оцінювання ефективності рішень [5]. Структура СППР та схема взаємодії підсистем представлені на рис. 2. Стрілки визначають напрямок потоків даних і означають надання відповідної інформації.

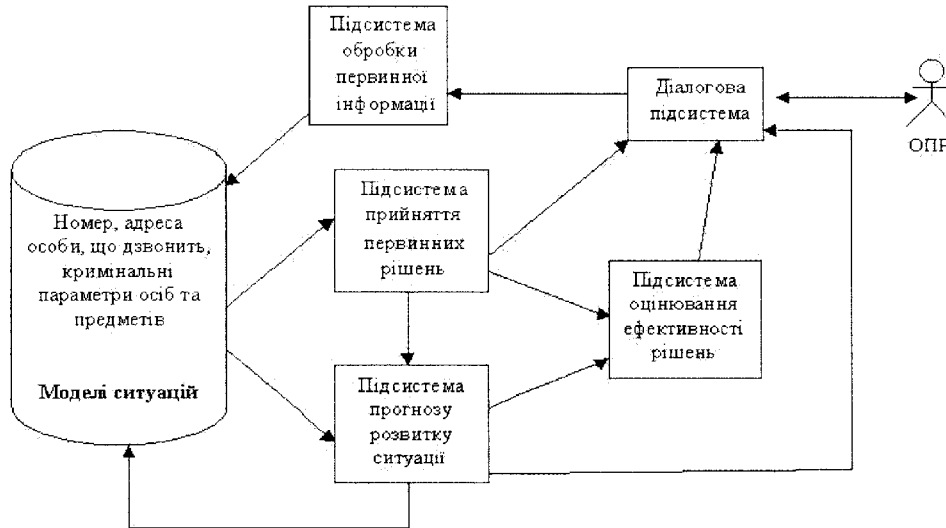


Рис. 2. Схема взаємодії підсистем СППР ОЧС

**Диалогова підсистема.** Диалогова підсистема являє собою інтерфейс користувача для зручності спілкування із системою [5].

Після активізації системи користувачем на екрані з'являється вікно (рис.3).

При натисканні на кнопку "Довідка" користувач отримує інформацію по користуванню системою і про її можливості.

При натисканні кнопки "Робочий режим" користувач перейде до нового вікна, в якому він матиме змогу вводити інформацію про ситуації за допомогою спадаючих меню. Також в цьому вікні є

три кнопки: "Перегляд альтернатив", "Розвиток ситуації" та "Остаточне рішення", за допомогою яких користувач має змогу отримати необхідну йому інформацію.

Вікно "Навчального режиму" аналогічно "Робочому режиму", але при роботі в цьому режимі користувач має змогу зберігати отримані результати та поповнювати на основі них базу моделей СППР ОЧС.

Диалогову підсистему та взаємодію і обмін даними між підсистемами СППР ОЧС було реалізовано за допомогою програмного продукту *C++ Builder 6.0*.

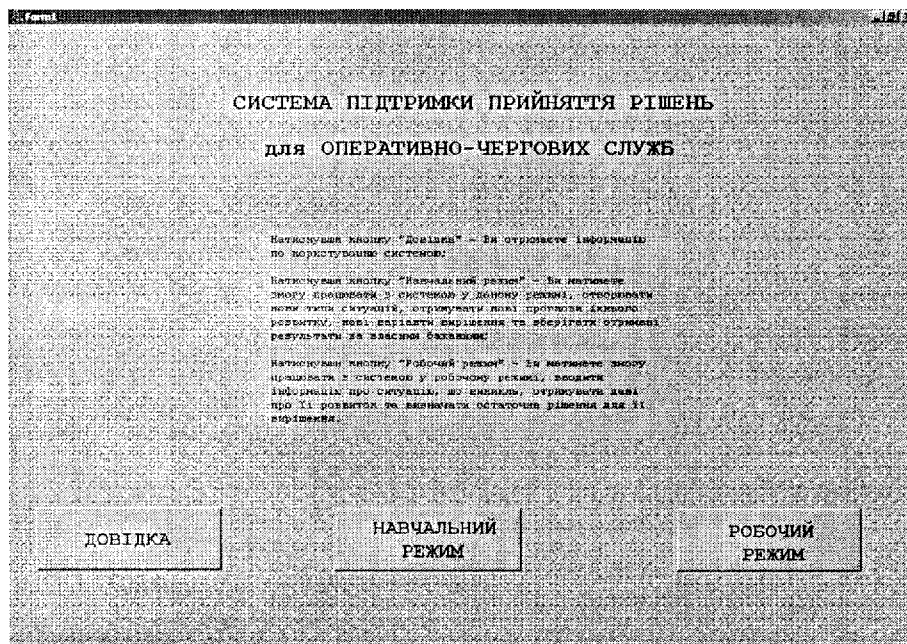


Рис.3. Перше діалогове вікно СППР ОЧС

**Підсистема обробки первинної інформації.** Підсистема обробки первинної

інформації виконує аналіз інформації, що надходить від ОПР та доповнює її відомо-

стями, пов'язаними зі згаданими в інформації особами, об'єктами і предметами. Для цього СППР ОЧС інтегрує бази даних, накопичені в УВС по особах, речах, автотранспорту, паспортах, адресах, з базами даних інших державних органів: телефонної служби, адресної служби і т.д. [5]. Зазначені бази даних було реалізовано за допомогою програмного продукту MySQL.

**Підсистема прийняття первинних рішень.** Підсистема прийняття первинних рішень розпізнає поточну ситуацію та пропонує набір можливих альтернатив поведінки та набір критеріїв для подальшого оцінювання ефективності альтернатив. При цьому ситуація є нарощуваною в плані додавання в неї нових варіантів дій. Нарощення проходить через поповнення бази даних створенням нових типів ситуацій та прогнозами, набутими в процесі роботи "Підсистеми прогнозування розвитку ситуації". Інформація стосовно можливих альтернатив та критеріїв

демонструється "Діалоговою підсистемою" за запитом оперативного чергового [5].

Для створення підсистеми прийняття первинних рішень було використано нечітку неймережу.

Вибір неймережного підходу мотивований тим, що задача розпізнавання ситуації та визначення наслідків первинних рішень, вирішення якої покладено на зазначену підсистему, належить до важкоформалізованих задач, їй притаманна велика кількість можливих рішень, а її вхідні дані можуть бути неточними, помилковими або суперечливими [6].

Нечітка нейронна мережа була обрана у відповідності до математичної моделі вирішуваної задачі, яка являє собою набір умов [6].

Структура неймережі для створення підсистеми прийняття первинних рішень зображена на рис. 4.

Вона складається з трьох шарів нейронів.

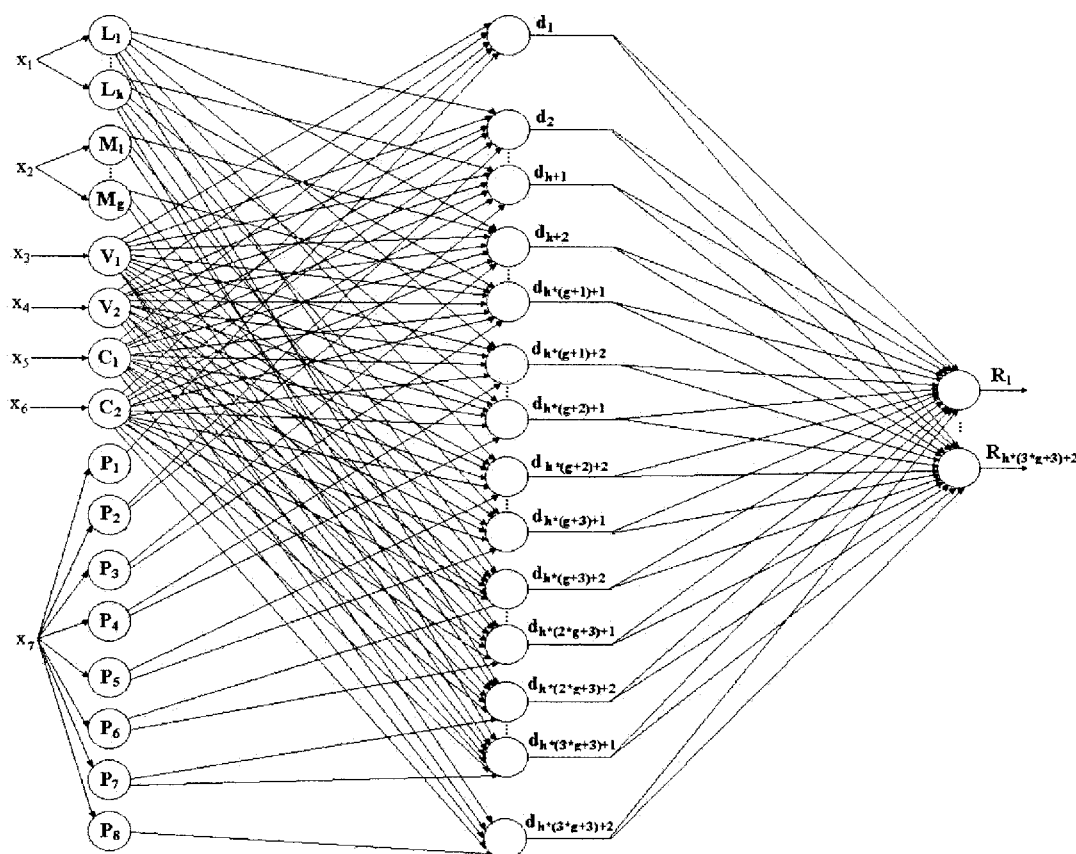


Рис. 4. Структура неймережі для створення підсистеми прийняття первинних рішень

**Шар 1.** Виходи нейронів даного шару визначають ступінь належності вхід-

них змінних  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$  до відповідних множин за трапецеїдальною функцією приналежності.

**Шап 2.** Виходами цих нейронів є ступені істинності для кожного з наступних правил бази знань системи. Усі нейрони шару позначені буквою  $S$  та реалізують визначену у правилах операцію "АБО".

**Шап 3.** Нейрони цього шару є звичайними нейронами, які виконують зважене додавання.

Вектор вхідних даних  $\bar{X}$  містить 7 елементів. Тобто, нейромережа має 7 входів:  $x_1$  – географічне місце ситуації для загонів патрульно-постових служб (ППС),  $x_2$  – географічне місце ситуації для загонів дорожньо-патрульних служб (ДПС),  $x_3$  – людність місця ситуації,  $x_4$  – небезпечність місця ситуації,  $x_5$  – абсолютний час ситуації,  $x_6$  – відносний час ситуації,  $x_7$  – події ситуації.

Вектор вихідних сигналів  $\bar{Y}$  складається з кількості елементів, які відповідають кількості можливих варіантів рішень для даної дільниці,  $\bar{Y} = [y_1 \dots y_f]$ ,  $f = 1, h * (3 * g + 3) + 2$ , де  $h$  – кількість загонів ППС на даній дільниці,  $g$  – кількість загонів ДПС.

Нечітка модель підсистеми прийняття первинних рішень СППР ОЧС була побудована при використанні прикладного пакету *Fuzzy Logic Toolbox* програми *Matlab*.

Для побудови нечіткого висновку був обраний алгоритм *Sugeno* [7], як такий, що найбільш задовольняє задачі розпізнавання ситуації та прийняття первинних рішень.

Блок нечіткого висновку складається з наступних правил:

**П1.** If ( $x_3$  is  $V_1$ ) or ( $x_4$  is  $V_2$ ) or ( $x_5$  is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is not  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_1$ ) then ( $y$  is  $R_1$ );

**П2.** If ( $x_1$  is  $L_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_2$ ) then ( $y$  is  $R_2$ );

**П3.** If ( $x_1$  is  $L_2$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_2$ ) then ( $y$  is  $R_3$ );

**П4.** If ( $x_1$  is  $L_3$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_2$ ) then ( $y$  is  $R_4$ );

**П5.** If ( $x_1$  is  $L_4$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_2$ ) then ( $y$  is  $R_5$ );

**П6.** If ( $x_1$  is  $L_1$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_3$ ) then ( $y$  is  $R_6$ );

**П7.** If ( $x_1$  is  $L_2$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_3$ ) then ( $y$  is  $R_7$ );

**П8.** If ( $x_1$  is  $L_3$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_3$ ) then ( $y$  is  $R_8$ );

**П9.** If ( $x_1$  is  $L_4$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_3$ ) then ( $y$  is  $R_9$ );

**П10.** If ( $x_1$  is  $L_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_4$ ) then ( $y$  is  $R_{10}$ );

**П11.** If ( $x_1$  is  $L_2$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_4$ ) then ( $y$  is  $R_{11}$ );

**П12.** If ( $x_1$  is  $L_3$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_4$ ) then ( $y$  is  $R_{12}$ );

**П13.** If ( $x_1$  is  $L_4$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_4$ ) then ( $y$  is  $R_{13}$ );

**П14.** If ( $x_1$  is  $L_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_5$ ) then ( $y$  is  $R_{14}$ );

**П15.** If ( $x_1$  is  $L_2$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_5$ ) then ( $y$  is  $R_{15}$ );

**П16.** If ( $x_1$  is  $L_3$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_5$ ) then ( $y$  is  $R_{16}$ );

**П17.** If ( $x_1$  is  $L_4$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_5$ ) then ( $y$  is  $R_{17}$ );

**П18.** If ( $x_1$  is  $L_1$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_6$ ) then ( $y$  is  $R_{18}$ );

**П19.** If ( $x_1$  is  $L_2$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_6$ ) then ( $y$  is  $R_{19}$ );

**П20.** If ( $x_1$  is  $L_3$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_6$ ) then ( $y$  is  $R_{20}$ );

**П21.** If ( $x_1$  is  $L_4$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_6$ ) then ( $y$  is  $R_{21}$ );

**П22.** If ( $x_1$  is  $L_1$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_7$ ) then ( $y$  is  $R_{22}$ );

**П23.** If ( $x_1$  is  $L_2$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_7$ ) then ( $y$  is  $R_{23}$ );

**П24.** If ( $x_1$  is  $L_3$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_7$ ) then ( $y$  is  $R_{24}$ );

**П25.** If ( $x_1$  is  $L_4$ ) or ( $x_2$  is  $M_1$ ) or ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  not is  $V_2$ ) or ( $x_5$  not is  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_7$ ) then ( $y$  is  $R_{25}$ );

**П26.** If ( $x_3$  is not  $V_1$ ) or ( $x_4$  is not  $V_2$ ) or ( $x_5$  is not  $C_1$ ) or ( $x_6$  is  $C_2$ ) or ( $x_7$  is  $P_8$ ) then ( $y$  is  $R_{26}$ ).

З результатів навчання та тестування мережі, слідує, що найкраща точність за найменший час досягається при використанні гібридного алгоритму навчання [7]. Для створення підсистеми прийняття первинних рішень було використано нейромережу, навчену саме за таким алгоритмом.

**Підсистема прогнозування розвитку ситуації.** Підсистема прогнозування розвитку ситуації прогнозує розвиток оперативної обстановки у часі та визначає наслідки альтернатив, запропонованих "Підсистемою прийняття первинних рішень". Ця інформація використовується для демонстрації розвитку ситуації "Діалоговою підсистемою" за запитом чергового. Визначені наслідки можливих альтернатив використовуються "Підсистемою оцінювання ефективності рішень" для оптимізації вищевказаних альтернатив [5].

Для вирішення задачі прогнозування розвитку ситуації і визначення наслідків первинних рішень та створення підсистеми прогнозування розвитку ситуації було використано неповнозв'язну прямонапрявлену нейромережу. Аргументацією для цього стали особливості, притаманні вищевказаній задачі [8]. Нейромережа, графічна модель якої зображена на рис. 5 складається з трьох шарів нейронів.

Нейрони усіх шарів виконують зважене додавання. В якості активаційної

функції для нейронів першого та другого шарів обрана функція гіперболічного тангенсу 'tansig'. Активаційною функцією нейронів третього шару є лінійна функція 'purelin'. Аргументацією для її вибору стали лінійні залежності між вхідними даними та умовами задачі прогнозування розвитку ситуації та визначення наслідків прийнятих рішень, прогнозованими подіями та місцем ситуації та наслідками прийнятих рішень [8].

**Шар 1.** На нейрони цього шару надходять вхідні дані, необхідні для прогнозування зміни подій та місця ситуації, та визначення наслідків первинних рішень.

**Шар 2.** Нейрони цього шару визначають прогнозовані події та прогнозоване місце ситуації з точки зору загонів ППС та ДПС. Ці дані передаються, як на третій шар нейромережі, так і зчитуються у масив, з якого вони, за запитом ОЧ, можуть бути подані на входи нейромережі в якості вхідних даних.

**Шар 3.** Нейрони даного шару визначають наслідки для кожного первинного рішення.

На входи нейромережі подаються 8 вхідних векторів:  $x_1$  – географічне місце ситуації для загонів ППС,  $x_1 = [x_{1,1} \dots x_{1,h}]$ , де  $h$  – максимальна кількість загонів ППС на дільниці;  $x_2$  – географічне місце ситуації для загонів ДПС, вектор  $x_2 = [x_{2,1} \dots x_{2,g}]$ , де  $g$  – максимальна кількість загонів ДПС;  $x_3$  – події місця ситуації,  $x_3 = [x_{3,1} \dots x_{3,8}]$ ,  $x_4$  – людність місця ситуації;  $x_5$  – небезпечність місця ситуації;  $x_6$  – абсолютний час ситуації,  $x_7$  – відносний час ситуації;  $x_8$  – первинне рішення, для якого визначаються наслідки,  $x_8 = [x_{8,1} \dots x_{8,z}]$ , де  $z$  – кількість можливих рішень про залучення тих чи інших сил та засобів для окремої дільниці,  $z = 1, h * (3 * g + 3) + 2$ .

З виходів нейромережі зчитуються два вихідні вектори, перший – з нейронів другого шару, другий – з нейронів третього шару. Розмірність першого вектору у дорівнює  $h+g+8$  елементів, де 8 – кількість основних видів подій, які харак-

теризують ситуацію. Вектор  $p$  складається з 9

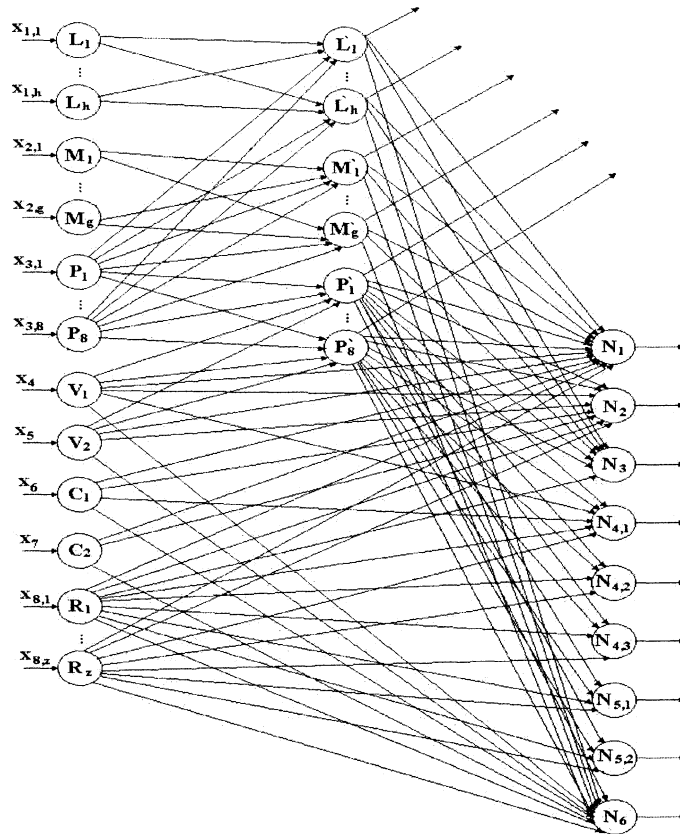


Рис.5. Структура нейромережі для створення підсистеми прогнозування розвитку ситуації

елементів, які відповідають кількості наслідків для кожного рішення,  $n = [n_1..n_9]$ .

Неповнозв'язну прямонапрявлену нейронну мережу для підсистеми прогнозування розвитку ситуації СППР ОЧС побудовано у пакеті *Matlab*. Оператор *gensim(net)* дав змогу одержати модель в пакеті *Simulink* (рис.6).

Для вибору алгоритму навчання ШНМ була навчена за допомогою 9 різних алгоритмів: градієнтного спуску *'traingd'*, градієнтного спуску з параметром швидкості настроювання *'traingda'*, градієнтного спуску зі збуренням *'traingdm'*, градієнтного спуску Полака-Рибейри *'traincgp'*, градієнтного спуску Моллера *'trainscg'*, оберненого поширення помилки *'trainrp'*, Флетчера-Рівса *'traincgf'*, методу січної *OSS 'trainoss'* та Левенберга-Марквардта *'trainlm'*. В якості навчальної вибірки використовувалась вибірка розмірністю 2000 елементів. З результатів навчання та тестування слідує, що навчання нейромережі за алгоритмом оберненого поширення помилки *'trainrp'* дозволяє досягнути найкращої точності за

найменший час. Тому, для створення підсистеми прогнозування розвитку ситуації СППР ОЧС було використано неповнозв'язну прямонапрявлену нейромережу, навчену саме за таким алгоритмом.

**Підсистема оцінювання ефективності рішень.** Підсистема оцінювання ефективності рішень проводить оцінювання визначених "Підсистемою прогнозування розвитку ситуації" наслідків альтернатив поведінки за наданими "Підсистемою прийняття первинних рішень" критеріями. Отримана у результаті оцінювання краща альтернатива – остаточне рішення, демонструється оперативному черговому за допомогою "Діалогової підсистеми" [5].

Реалізація методу оцінювання ефективності рішень для СППР ОЧС базується на організації пошуку рішення за відібраними критеріями, тобто вирішенні задачі багатокритеріальної оптимізації [9]. Усі дані розмістимо у три матриці. В першу (А) заносяться дані відношень критеріїв, які обраховуються за допомогою попарних порівнянь. В другу матрицю (В) і третю (С) заносяться значення

наслідків можливих рішень за кожним обраним критерієм. Далі дані в матриці В нормуються таким чином, щоб сума значень в кожному стовпчику дорівнювала одиниці, а дані матриці С діляться на нормуючий дільник, яким є максимальне/мінімальне значення у відповідному стовпчику.

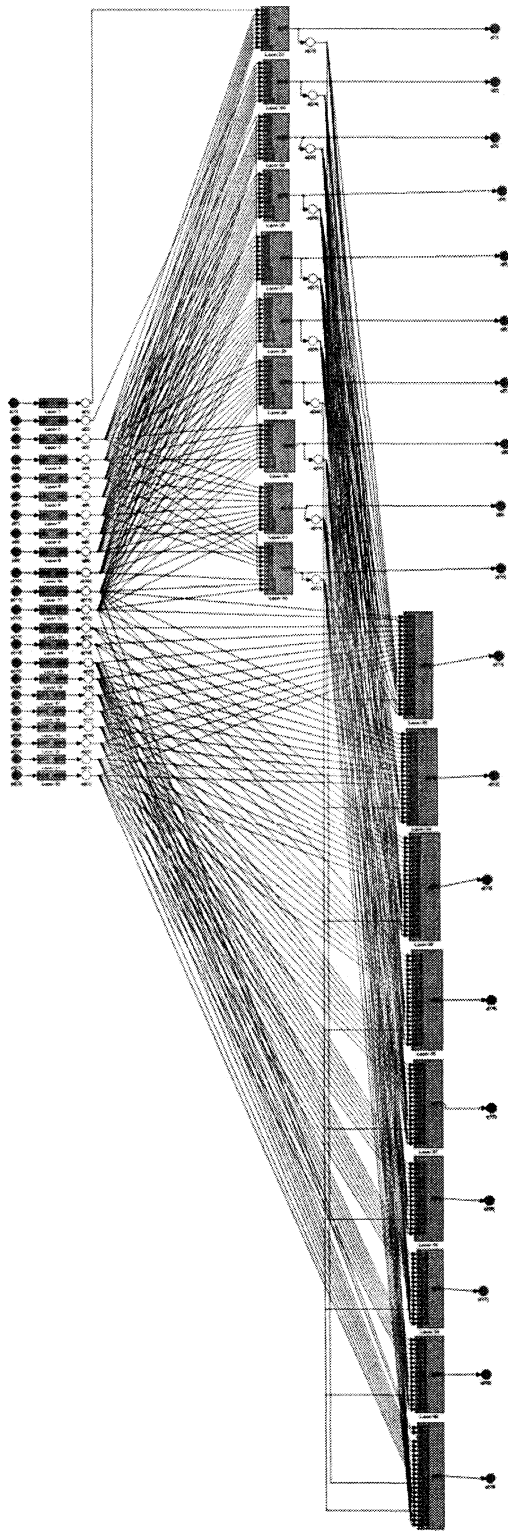


Рис. 6. Структурна схема шарів ШНМ в пакеті *Simulink*

Після формування усіх матриць для кожного рішення обчислюється його ефективність за формулою:

$$r_i = \sum_{j=1}^p k_j * n_{ij} * n_{ij}^o, \quad (1)$$

де  $k_j$  – ваговий коефіцієнт критерію;  $n_{ij}$  – нормоване значення наслідків для кожного рішення  $r_i$  за кожним критерієм  $k_i$ ;  $n_{ij}^o$  – відношення значення наслідків за кожним критерієм до нормуючого дільника. Більш ефективним вважається рішення для якого результат (1) є максимальним.

### Оцінювання ефективності СППР ОЧС

Оцінювання ефективності СППР ОЧС обчислювалося за формулою:

$$E = P_q * P_t, \quad (2)$$

де  $P_q$  – показник правильності прийнятих рішень,  $P_t$  – показник вчасності прийнятих рішень.

У якості тестування трьом оперативним черговим ОЧС з різним стажем служби було запропоновано вирішити однакову кількість ситуацій. Правильність прийнятого рішення оцінював начальник чергової зміни в залежності від його відповідності існуючим планам дій. На вирішення усіх ситуацій надавалося 25 хв.

Результати тестування знаходяться у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати вирішення оперативними черговими ситуацій власними силами.

	ОЧ <sub>1</sub>	ОЧ <sub>2</sub>	ОЧ <sub>3</sub>
Відсоток прав. рішень	72%	88%	76%
Затрачений час, хв.	9 хв. 10 сек	13 хв. 15 сек.	14 хв. 50 сек.

Показник ефективності кожного чергового обраховувався за формулою (2). Для цього  $P_t$  визначався, як відношення  $t_{max}/t$ , де  $t_{max}=25$  хв., а  $P_q = N$ , де  $N$  – відсоток правильних рішень. Таким чином було визначено, що  $E_{ОЧ1}=1,94$ ;  $E_{ОЧ2}=1,66$ ;  $E_{ОЧ3}=1,48$ .

Після зазначеного тестування кожному ОЧ було запропоновано вирішити ті ж самі ситуації за допомогою СППР ОЧС.



Результати другого тестування знаходяться у таблиці 2.

Таблиця 2. Результати вирішення оперативними черговими ситуацій за допомогою СППР ОЧС.

	ОЧ <sub>1</sub>	ОЧ <sub>2</sub>	ОЧ <sub>3</sub>
Відсоток прав. рішень	96%	96%	96%
Затрачений час, хв.	12 хв. 10 сек	12 хв. 15 сек	12 хв. 10 сек

Виходячи з отриманих результатів:  $E_{ОЧ1} = 1,97$ ;  $E_{ОЧ2} = 1,95$ ;  $E_{ОЧ3} = 1,97$ .

Таким чином, з даних навчання і тестування отримуємо, що застосування СППР ОЧС у діяльності ОЧ дозволяє підвищити ефективність прийнятих ним рішень від 5 до 33% за рахунок збільшення відсотку правильних рішень.

### Висновки

Інформаційно-аналітичну підтримку прийняття рішень ОЧ було реалізовано шляхом деталізації та розмежування задач оперативного чергового та перенесення виконання більшої їх частини на СППР ОЧС, а саме:

- аналізу інформації про виникнення ситуації, доповнення її відомостями з інших баз даних, пов'язаними зі згаданими в інформації особами, об'єктами і предметами;
- розпізнавання ситуації, формування первинного списку альтернатив та набору критеріїв для подальшого оцінювання ефективності цих альтернатив;
- прогнозування подальшого розвитку ситуації та визначення наслідків виконання кожної з альтернатив;
- оцінювання наслідків кожної з запропонованих альтернатив за відібраними критеріями та вибір кращої з них.

Зазначений підхід дозволив підвищити ефективність прийнятих оперативним черговим рішень на 5-33% за рахунок створення СППР ОЧС.

### Список літератури

1. Байда Н.Н., Месюра В.И., Роик А.М., Самообучающиеся анализаторы производственных дефектов РЭА. – М.: Радио и связь, 1991. – 256 с.

2. Синюк В.Г. Котельников А.П. Системы поддержки принятия решений: основные понятия и вопросы применения. – Белград: БелГТАСМ, 1998. – 254 с.

3. Герасимов Б.М., Локазюк В.М., Оксіюк О.Г., Поморова О.В. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений. Навч. пос. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2007. – 335 с.

4. Мельник М.І. Хавронюк М.І. Правоохоронні органи та правоохоронна діяльність. Навч. посіб. – К.: Атика, 2002. – 574 с.

5. Тітова В.Ю. Інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень оперативним черговим оперативно-черговою служби // Искусственный интеллект. Донецьк: Інститут проблем штучного інтелекту. – 2006. – №4. – С. 504 – 509.

6. Тітова В.Ю. Модель процесу розпізнавання ситуації та прийняття первинних рішень оперативним черговим оперативно-черговою служби // Радиоелектронні та комп'ютерні системи. Харків: ХАІ. – 2007. – №6. – С. 188 – 193.

7. Круглов В. В. Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Физматлит. – 2001. – 224 с.

8. Тітова В.Ю. Математична модель опису процесу прогнозування розвитку ситуації при охороні суспільного порядку органами внутрішніх справ // Вісник Хмельницького Національного університету. Хмельницький: ХНУ. – 2007. – №2, Т.1. – С. 140 – 145.

9. Локазюк В.М., Тітова В.Ю. Метод оцінювання ефективності рішень в системах підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб // Наука і молодь. К.: НАУ. – 2006 р. – №6. – С. 85 – 90.