

МОДЕЛЬ ПОШУКУ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРИСТРОЇВ

Розроблена нова архітектура інформаційно-пошукової системи для тестування комп'ютерних пристроїв. До складу системи введені такі інтелектуальні компоненти, як база знань та модуль штучної нейронної мережі. Нейромережові моделі пошуку діагностичної інформації для тестування комп'ютерних пристроїв дають можливість інтелектуалізувати процес пошуку діагностичної інформації.

The developed new architecture of the informative-searching system for testing of computer devices. In composition of the system the entered such intellectual components, how a knowledge base and module of artificial neuron network is. The neuron networks models of diagnostic information retrieval for testing of computer devices enable do intellectual process of diagnostic information retrieval.

Актуальність теми

Сучасні комп'ютерні пристрої (КП) – складні апаратно-програмні засоби, які одночасно є складовими комп'ютерних систем, зокрема персональних комп'ютерів і комп'ютерних мереж. Сьогодні без них важко уявити сучасне виробництво та управління.

Надійність функціонування є однією з найважливіших властивостей комп'ютерних пристроїв. Забезпечення надійності КП протягом життєвого циклу здійснюється різними заходами, зокрема: відновленням, інформаційною надлишковістю, резервуванням. При реалізації цих підходів важливо дати відповідь, чи є пристрій справним, яку можна отримати шляхом здійснення контролю працездатності КП. У разі отримання негативної відповіді переходять до організації й проведення діагностики з метою виявлення місця й причини появи несправності.

Постановка задачі

Діагностика (тестування) комп'ютерних пристроїв – складна технологічна операція. Для її реалізації потрібно знання методів та наявність засобів діагностики. Ряд корисної й необхідної інформації щодо реалізації процесу діагностики можна знайти у фаховій технічній літературі.

Відома велика кількість діагностичних програм різного призначення, особливо для персональних комп'ютерів та їх складових [1]. Серед них ряд тестових програм можна використати не тільки для ПК, а й для інших комп'ютерних пристроїв та систем, наприклад для мікропроце-

сорів спеціалізованих комп'ютерних систем тощо. Більшість тестових програм можна знайти на *web*-сайтах *Internet* фірм-виробників або придбавши відповідні компакт-диски.

У розмаїтті діагностичної інформації (ДІ) досить важко орієнтуватись навіть досвідченим експертам-діагностам, не кажучи вже про спеціалістів-початківців. Пошук потрібної інформації може зайняти значний відсоток часу із загального часу діагностики КП і тим самим зменшити ефективність їх використання, а в певних випадках унеможливує вчасне відновлення їх працездатності.

Різноманітна інформація про методи й засоби діагностики КП є, як правило, надлишковою й слабо структурованою. Тому задача інформаційного пошуку діагностичної інформації відомими методами і способами не завжди задовольняє діагностів, особливо кваліфікованих. Не задовольняють їх ні бібліографічний пошук "за каталогом", ні тематичний пошук "за текстом", ні інші відомі методи [2].

Розроблені раніше методи пошуку інформації застосовуються також і при пошуку інформації в мережі *Internet*. Але ні гіпертекстова модель *WWW*, ні ієрархічна модель *Gopher*, як і інші, не вирішують проблеми пошуку інформації, зокрема і діагностичної, у великих обсягах документів. У них неможливий якісний пертинентний пошук за довжиною у 2-3 слова.

Архітектура сучасних інформаційно-пошукових систем (ІПС) діагностики не відповідає сучасним

вимогам щодо пошуку діагностичної інформації. Тому для поліпшення ефективності процесу пошуку діагностичної інформації щодо тестування КП необхідно розв'язати такі завдання:

- 1) розробити концептуальну модель пошуку діагностичної інформації для реалізації тестування КП;
- 2) інтелектуалізувати процес пошуку діагностичної інформації на основі застосування мотивованих компонентів теорії штучного інтелекту;
- 3) уточнити відомі та розробити нові моделі пошуку діагностичної інформації для тестування КП;
- 4) на основі запропонованих моделей і методів пошуку діагностичної інформації розробити нову архітектуру інформаційно-пошукової системи тестування комп'ютерних пристроїв.

Розгляд і аналіз запропонованої моделі

Для розробки концепції пошуку діагностичної інформації уточнимо її зміст.

Визначення 1. Діагностичною вважатимемо таку інформацію, яка надає можливість розпізнати технічний стан об'єкта діагностики (ОД).

Аналогічно дамо визначення діагностичної інформації для тестування КП.

Визначення 2. Діагностичною інформацією для тестування комп'ютерних пристроїв вважатимемо таку інформацію, яка надає можливість розпізнавати технічний стан комп'ютерних пристроїв як об'єктів діагностики.

В основу пошуку діагностичної інформації за допомогою інформаційно-пошукової системи діагностики покладено принцип усунення невизначеності щодо діагностичної інформації для тестування конкретних комп'ютерних пристроїв.

Діагностична інформація, як і інші види інформації, подається у різній формі: у вигляді тексту, зображень, цифрових даних тощо. Загалом діагностична інформація складається з певних повідомлень, які, у свою чергу, складаються з елементарних повідомлень – знаків або сигналів.

Методи і алгоритми діагностичного забезпечення ґрунтуються на діагностичних моделях ОД. Діагностична модель – це формалізований опис об'єкта, необхідний для вирішення завдань діагностики. Такий опис може бути поданий в аналітичній, табличній, графічній та інших формах.

До засобів діагностики відносять апаратуру і програми, за допомогою яких здійснюється діагностика.

Під діагностичною програмою розуміють про-

граму, призначену для виявлення, локалізації та опису пошкоджень технічного устаткування або помилок програм [3].

Сукупність засобів, об'єкта та виконавців, необхідна для проведення діагностики за правилами, встановленими технічною документацією, складає систему діагностики.

Діагностичною інформацією для тестування комп'ютерних пристроїв вважають:

- а) алгоритми функціонування та діагностики КП;
- б) описи діагностичних моделей ОД;
- в) правила, зокрема основні принципи діагностики КП;
- г) описи методів і способів діагностики КП;
- д) діагностичні програми для тестування КП;
- е) описи апаратних засобів, за допомогою яких здійснюється діагностика КП;
- є) описи системного програмного забезпечення апаратних засобів діагностики КП;
- ж) описи та технічна документація систем діагностики.

Крім того, до діагностичної інформації будемо відносити технічну документацію на комп'ютерні пристрої, що є об'єктами діагностики, а також навчальну й наукову літературу, наукові збірники та методичні посібники, в яких розглядаються питання діагностики КП. До діагностичної інформації слід відносити також інформаційне та діагностичне програмне забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР) комп'ютерних пристроїв. Діагностичною інформацією вважатимемо також іншу, не зазначену вище, інформацію, яка може бути корисною при розв'язанні основних завдань технічної діагностики.

Визначення 3. Джерелом діагностичної інформації для тестування КП вважатимемо літературні та електронні джерела, які містять ДІ для визначення технічного стану КП. Структура джерел діагностичної інформації наведена на рис. 1.

Опишемо формально взаємозв'язок ДІ з її джерелами. Для цього введемо поняття ознаки діагностичної інформації.

Визначення 4. Ознакою діагностичної інформації для тестування КП вважатимемо наявність у відомостях про КП повідомлень, що дають можливість визначити їх технічний стан або сприяють його визначенню.

Множина ознак діагностичної інформації така:

$$M_q = \{q_1, q_2, \dots, q_i, \dots, q_l\},$$

де q_i – ознака ДІ, l – кількість ознак ДІ.

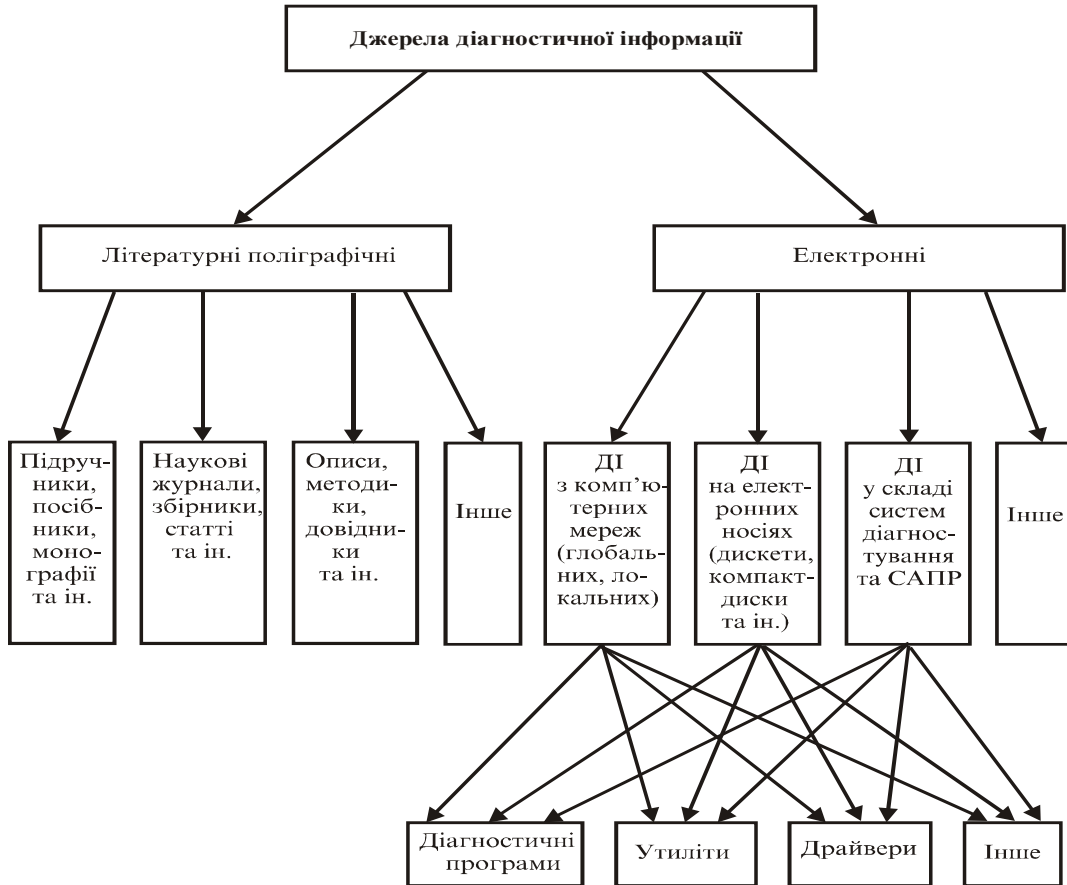


Рис. 1. Структура джерел діагностичної інформації

До ознак ДІ як такі належать перераховані раніше види ДІ: алгоритми, моделі, правила, методи і способи діагностики, діагностичні програми, описи апаратних засобів тестування КП, технічна документація систем діагностики, технічна документація на КП як об'єкта діагностики, діагностичне програмне забезпечення САПР тощо.

Ознака ДІ, на відміну від загального поняття діагностичної інформації, повинна містити якісний і кількісний показники. Множину джерел діагностичної інформації визначимо як

$$M_d = \{d_1, d_2, \dots, d_j, \dots, d_m\},$$

де d_j – джерело ДІ, m – кількість джерел ДІ.

З наведених раніше визначень $M_q \subseteq M_d$, де $M_q \neq \emptyset, M_d \neq \emptyset$.

Наведені вирази описують пошук ДІ (ознак ДІ) з відомих джерел ДІ. При цьому слід мати на увазі, що саме пошук здійснюється відомими методами [2] за розглянутими вище ознаками.

На сучасному етапі розвитку комп'ютерної техніки є досить велика кількість джерел ДІ (тисячі й десятки тисяч). Можливо, кожне з них може містити велику кількість корисної інформації

для тестування конкретного КП. Така інформація з певної кількості джерел ДІ може бути достатньою або недостатньою для визначення технічного стану ОД (КП) і, в разі його несправності, визначення місця прояву цієї несправності. Отже, необхідно ввести показники, які б характеризували згадані критерії ДІ.

Визначення 5. Як критерій корисності ДІ будемо вважати умовний ступінь наявності ДІ, що необхідний для реалізації тестування КП. Загальна корисність джерела ДІ

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_S\},$$

де k_i – корисність (ступінь корисності) ознаки ДІ джерела, що розглядається, S – кількість ознак ДІ джерела. Ступінь корисності i -ї ознаки ДІ може встановлюватись експертним шляхом.

Визначення 6. Як критерій достатності ДІ вважатимемо умовний ступінь достатності ДІ для повної реалізації процесу тестування КП

$$D = \{p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_m\},$$

де p_i – достатність (ступінь достатності) джерела ДІ для реалізації процесу тестування КП, m – кількість джерел ДІ. Наразі p_i визначиться як сума достатностей ознак ДІ

$$P_i = \sum_{i=1}^l p_{q_i},$$

де p_{q_i} – достатність ознаки ДІ, l – кількість ознак ДІ.

За ступенем корисності спочатку визначаються джерела, з котрих буде взята ДІ для тестування КП, а потім сукупність цих джерел аналізується на достатність. Якщо в процесі аналізу певної кількості із сукупності корисних джерел ступінь достатності D дорівнює або перевищує заданий D_3 , то пошук на цьому етапі скорочується. Відшукана ДІ застосовується для реалізації процесу тестування КП. У разі успішної реалізації процесу тестування вважаємо, що пошук ДІ здійснено успішно. Якщо тестування КП не дало необхідних позитивних результатів, то виникає потреба продовжити пошук ДІ, збільшивши ступінь достатності D_3 шляхом відшукування нових корисних джерел і збільшення типів і кількості ознак.

Загальний алгоритм пошуку ДІ для реалізації процесу тестування КП має таку послідовність:

1. Початок.
2. Пошук корисної ДІ (відомими методами).
3. Аналіз джерела корисної ДІ на наявність ознак ДІ для тестування КП.
4. Якщо ознака є, то п. 5, інакше – п. 2.
5. Відшукування ознаки ДІ наступного типу.
6. Якщо відшукані ознаки всіх типів, то п. 7, інакше – п. 5.
7. Визначення ступеня достатності ДІ для тестування КП.
8. $D \geq D_3$.
9. Реалізація процесу тестування КП.
10. Якщо процес тестування реалізувався успішно, то п. 12, інакше – п. 11.
11. Введення нового (збільшеного) значення D_3 . Далі п. 8.
12. Кінець.

Для визначення достатності ДІ для тестування КП та ідентифікації джерел ДІ можна використати апарат штучних нейронних мереж (ШНМ). Це мотивовано тим, що нейромережові системи керування належать до класу нелінійних динамічних систем. У складі таких систем ШНМ може виконувати різноманітні функції, зокрема діагностику технічного (у тому числі й комп'ютерного) обладнання, оцінку стану й моніторинг обладнання та ряд інших задач [4, 5].

ПС для тестування КП (рис. 2), згідно з поставленими завданнями і з метою досягнення відпо-

відних цілей, має у своєму складі модуль ШНМ. Його узагальнена структура наведена на рис. 2.

До складу модуля ШНМ входять блок формування кодів ознак (БКО), блок формування вагових коефіцієнтів корисності ознак (ББК), блок формування кодів інформації (БКІ), блок визначення цільових функцій (БЦФ). Запропонована на рис. 3 структура модуля ШНМ відображається штучною нейронною сіткою, яка моделює процес пошуку ДІ та визначення цільових функціоналів її достатності із заданою кількістю ознак ДІ.

Розглянемо процес моделювання пошуку ДІ у разі визначеної сталої кількості ознак ДІ. Він відображений ШНМ, яка наведена на рис. 3.

Сітка є двошаровим прямонапрямленим перцептроном. Вхід сітки – задана множина ознак діагностичної інформації $Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_l\}$. Нейрони першого шару $I = \{I_1, I_2, \dots, I_k, \dots, I_n\}$ відповідають джерелам інформації взагалі, а нейрони другого шару $DI = \{DI_1, DI_2, \dots, DI_k, \dots, DI_m\}$ – джерелам діагностичної інформації для тестування КП. Сітка на рис. 3 працює так. На l входів ШНМ з броузерів поступають певні сигнали $q = \{q_i; i=1, \dots, l\}$, що відповідають ознакам ДІ, які проходять по синапсах на нейрони першого шару ШНМ. Ваги синапсів відповідають корисності ознак і задаються множиною $K = \{k_i; i=1, \dots, S\}$. На виходах нейронів створюються сигнали

$$y_i = f_1 \left[\sum_{i=1}^l q_i k_{ij} \right], \text{ де } j=n.$$

Як активаційну функцію вважатимемо двійкову активаційну функцію, яка може набувати таких значень:

$$f(q) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } q > 0, \\ 0, & \text{якщо } q \leq 0. \end{cases}$$

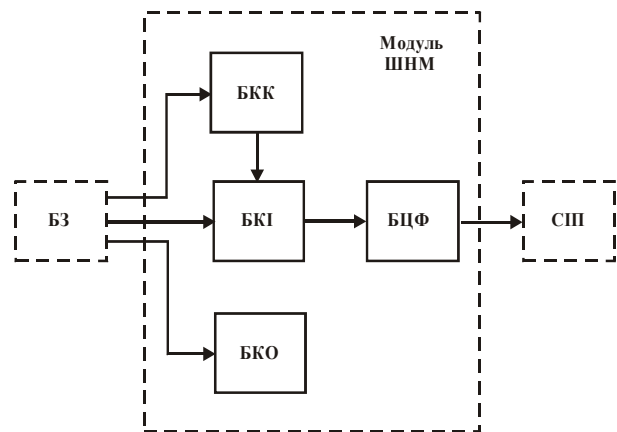


Рис. 2. Структурна схема модуля ШНМ

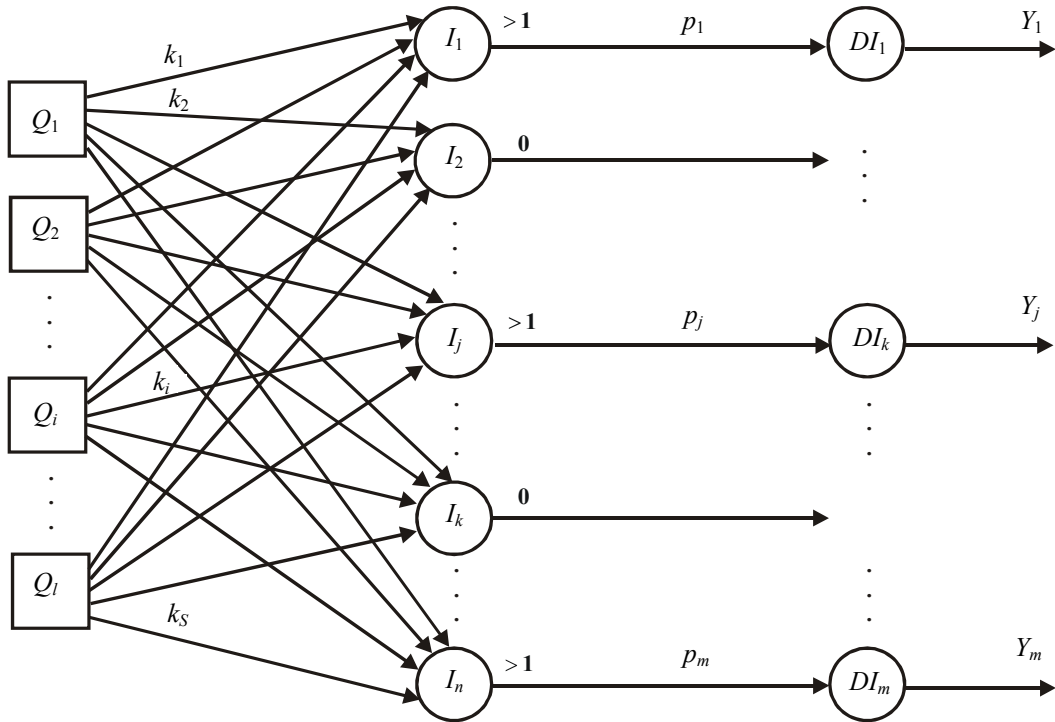


Рис. 3. ШНМ, що моделює процес пошуку ДІ та визначення цільових функціоналів її достатності зі заданою кількістю ознак ДІ

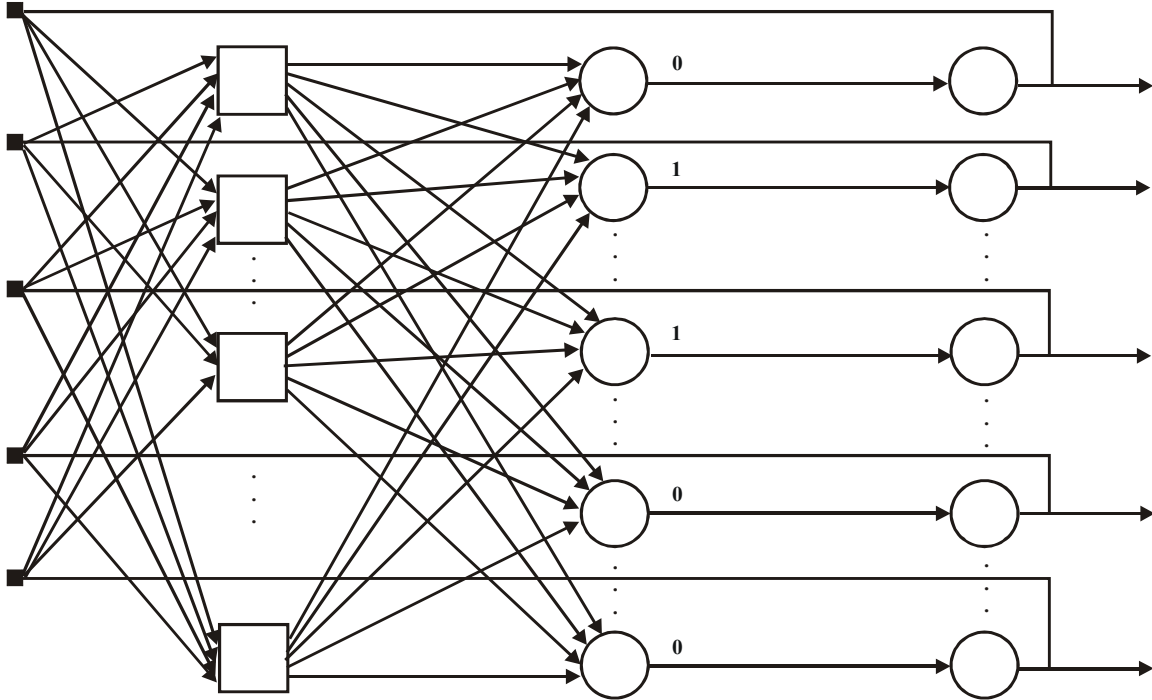


Рис. 4. ШНМ, що моделює процес пошуку ДІ та визначення цільових функціоналів її достатності із зміною кількості ознак ДІ

Це відповідатиме тому, що, якщо в елементі множини I_k виявлена ознака ДІ, то нейрон I_k буде активованим, і значення сигналу буде більше нуля. Якщо ж в I_k елементі множини не виявлена ознака ДІ, то нейрон не буде активований, і значення сигналу на його виході дорівнюватиме

нулеві.

Другий шар сітки складається з нейронів $DI = \{D_j; j=1, \dots, m\}$, що відповідають діагностичній інформації, яка корисна для тестування КП. Цільові функціонали $Y = \{Y_k; k=1, \dots, m\}$ визначаються за формулою

$$Y_k = f_2 \left[f_1 \left(\sum_{i=1}^l q_i k_{ij} \right) \cdot p_{jk} \right],$$

при цьому нехай $f_2=1$. Тоді для нашого випадку $f_2=f_1$. Тому активаційні функції можна позначити $f=f_1=f_2$, а $\sum_{i=1}^l q_i k_{ij} = \overline{net_1}$. Отже, попередня формула набуде вигляду:

$$Y_k = f[f(\overline{net_1}) \cdot p_{jk}].$$

Навчання мережі здійснюється методом зворотного поширення помилки чи градієнтного спуску (*Backpropagation*), згідно з парадигмою навчання "з учителем". У разі недостатності ДІ, що відшукувалася за сталою кількістю ознак ДІ, виникає необхідність їх збільшення (уточнення). Кількість ознак ДІ при цьому буде змінюватись. Змоделюємо цей процес на базі ШНМ.

Архітектура мережі, що моделює процес пошуку ДІ та визначення цільових функціоналів її достатності зі зміною кількості ознак ДІ, наведена на рис. 4. Ця ШНМ є, по суті, мережею структури ДАП. Вона відрізняється від попередньо розглянутого перцептрона тим, що вихідні сигнали за допомогою зворотних зв'язків подаються на її входи.

Функціонування мережі (рис. 4) на першому етапі не відрізняється від попередньо розглянутої (рис. 3). На наступному етапі вихідні сигнали подаються на входи ШНМ. Ці два етапи складають цикл роботи мережі. При реалізації кількох таких циклів (ітерацій) з кожним із них вектори сигналів на виходах обох шарів ШНМ наближаються до зразкових.

У разі недосягнення достатності ДІ для тестування КП (значення цільових функціоналів не відповідають заданим) з бази знань додається певна кількість ознак, і в такий спосіб кількість входів ШНМ змінюється шляхом задіяння нових ознак. Мережа перенавчається щодо зміненої кількості входів і починає функціонувати з реалізацією тієї кількості ітерацій, за якої вихідні функціонали найбільше наближаються до зразкових. У разі задовільного результату процес зміни (уточнення) кількості ознак завершується. Якщо результат негативний, зміна кількості ознак продовжується аж до одержання позитивного результату. Зазначимо, що під процесом зміни кількості ознак розуміється не тільки збільшення кількості ознак, а й заміна одних ознак іншими.

Відмінність розглянутої мережі від попередньої полягає також і в тому, що в попередньо

розглянутій ШНМ нейрони, які відповідали джерелам інформації, де не було виявлено ДІ для тестування КП, не були з'єднані своїми виходами з нейронами вихідного шару ШНМ (шар ДІ). Водночас у мережі, що розглядається, вони пов'язані з вихідним шаром. Це зумовлено тим, що додатково введені ознаки ДІ можуть виявитись у вищезгаданих джерелах інформації, і це збільшить значення вихідних функціоналів.

Розглянута ШНМ, що моделює процес пошуку ДІ зі змінною кількістю ознак, передбачає визначення цільових функцій кожного нейрона вихідного шару, тобто кожного джерела ДІ окремо. Але, як правило, одне джерело ДІ не має інформації, достатньої для тестування КП. Тоді постає завдання оцінити достатність ДІ кількох джерел та визначити множини джерел, достатніх для тестування КП з ідентифікацією її елементів, тобто конкретизацією джерел ДІ. Розв'язок цієї задачі саме моделює ШНМ, наведену на рис. 4.

Порівняно з попередньою ШНМ (рис. 3) вона має ще один шар, який складається з одного нейрона. Цей шар – вихідний. Він, включаючи входи $Y_1, \dots, Y_j, \dots, Y_k, \dots, Y_m$, є перцептроном Розенблата, де зміщення $\theta=0$. Для спрощення моделювання активаційна функція f прийнята як лінійна.

ШНМ працює ідентично до попередньо розглянутої з тими відмінностями, що функціонали, отримані на виходах нейронів шару ДІ, сумуються з нейронами D , і з його виходу ми отримуємо загальний (просумований) функціонал достатності ДІ для тестування КП. Для отримання бажаного результату з виходу нейрона D утворено зворотний зв'язок, по якому загальний сигнал подається на входи ШНМ для зміни або уточнення кількості ознак ДІ для тестування КП.

Отже, запропонований варіант ШНМ надає можливість оцінити загалом достатність ДІ, одержаної із заданої кількості джерел, і в разі її недостатності змінити кількість ознак і, відповідно, кількість джерел інформації, де відшукється ДІ, а в підсумку одержати бажаний результат.

Висновки

1. Для розв'язання важко формалізованої задачі пошуку діагностичної інформації розроблена нова архітектура інформаційно-пошукової системи для тестування комп'ютерних пристроїв, де до складу системи введені такі інтелектуальні компоненти, як база знань та модуль штучної

нейронної мережі, що надає можливість інтелектуалізувати процес пошуку діагностичної інформації, визначати її достатність для тестування комп'ютерних пристроїв і цим самим уникнути повного аналізу всіх відомих джерел інформації.

2. Розроблені нейромережові моделі пошуку діагностичної інформації для тестування комп'ютерних пристроїв, які містять елементи парадигм прямонапрявленого перцептрона, мережі двонапрявленої асоціативної пам'яті, перцептрона Розенблата, але зворотні зв'язки заводяться не на вхідний шар нейронів, а на входи ШНМ, що дає можливість змінювати або уточнювати множину ознак діагностичної інформації з метою вибору таких джерел інформації, які були б достатні для реалізації процесу тестування конкретного комп'ютерного пристрою.

СПИСОК ЛТЕРАТУРИ

1. *Локазюк В.М., Савченко Ю.Г.* Надійність, контроль, діагностика і модернізація ПК: Навчальний посібник для вузів / За ред. В.М. Локазюка. – Київ: Академія (Альма-матер), 2004.
2. *Когаловский М.Р.* Перспективные технологии информационных систем. – М.: ДМК Пресс, Компания АйТи, 2003.
3. ДСТУ 2873-94. Системи оброблення інформації. Програмування. Терміни та визначення.
4. *Локазюк В.М., Поморова О.В., Домінов А.О.* Інтелектуальне діагностування мікропроцесорних пристроїв та систем: Навч. посібник для вузів. – Київ: Такі справи, 2001.
5. *Архангельский В.И., Богаенко И.Н., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А.* Нейронные сети в системах автоматизации. – Київ: Техніка, 1999.