

## МЕТОД ЗДОБУТТЯ ЗНАНЬ ДЛЯ СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ

*У роботі запропоновано метод здобуття знань для систем інтелектуального діагностування мікропроцесорних систем. Метод забезпечує виявлення нових знань та усунення недовизначеностей у базах знань шляхом виявлення правил залежностей між підмножинами атрибутів, що відповідають властивостям об'єктів діагностування, та ієрархічних залежностей між самими прикладами.*

*In work is offered the method of receipt of knowledges for the systems of the microprocessor systems intellectual diagnosing. The method is provided by the exposure of new knowledges and removal of ambiguity in the bases of knowledges by the exposure of dependences rules between the subsets of attributes that answer properties of the objects diagnosing, and hierarchical dependences between examples.*

Ключові слова: мікропроцесорні системи, діагностування.

**Вступ.** Сучасні мікропроцесорні системи (МПС) є складними апаратно-програмними системами, для діагностування яких використовують інтелектуальні системи діагностування (ІСД) [1], або системи діагностування, що використовують окремі компоненти штучного інтелекту [2, 3].

Обов'язковою складовою таких систем є база знань (БЗ) чи інші модулі, починаючи з окремих файлів зі знаннями, і аж до сховищ знань, у яких зберігаються знання, необхідні для реалізації процесу інтелектуального діагностування (діагностичні знання). Ефективність інтелектуального діагностування МПС у великій мірі визначається складом та повнотою знань про об'єкти діагностування, особливостями процесу діагностування, методами та алгоритмами діагностування і т. і.

Машинне навчання дає можливість покращити якість функціонування систем діагностування та автоматизувати процес одержання нових знань шляхом аналізу результатів попередніх успішних чи невдалих сеансів діагностування.

Суттєвий вклад у розширення поля знань предметної галузі "інтелектуальне діагностування МПС" і наповнення його діагностичною інформацією для машинного навчання є приклади реалізації процесу діагностування МПС, здобуті з Web, e-mail, форумів та блогів. Такі приклади необхідно знаходити, перевіряти, узагальнювати та накопичувати їх у базах знань ІСД МПС.

*Метою статті* є розроблення методу здобуття знань для систем інтелектуального діагностування на основі прикладів реалізації процесу діагностування МПС.

**Огляд відомих рішень.** *Функціонування систем міркувань на основі прикладів (CBR систем)* базується на результатах попередніх рішень, які називають прикладами [4, 5]. Приклади рішень багаторазово використовуються у нових ситуаціях в адаптованому вигляді.

На сьогодні існує ряд реалізацій прикладних систем технічного діагностування, висновки яких базуються на попередніх прикладах розв'язання задач.

У [6] для представлення прикладів використовуються ідентифікаційний номер, частота, ознаки та дії щодо об'єктів діагностування. Для пошуку використовується метрика оцінки прикладів, що базується на їх подібності чи відмінності. Обговорюється проблема створення бази прикладів для нових задач і її розв'язання з використанням двох баз прикладів – загальної та спеціалізованої. Загальна база прикладів зберігає діагностичні правила, що створені на основі причинно-наслідкових зв'язків "ознака – несправність". Спеціалізована база формується на основі прикладів, характерних для конкретної задачі з врахуванням їх частот.

У [7] представлено нарощувану систему діагностування електронної апаратури, що базується на прикладах. Для початкового пошуку придатних прикладів використовується їх мінімальний опис. Множина підходящих прикладів перевіряється тестами, які запускає діагност. Результати тестів використовуються для визначення відмінностей та відбору придатних прикладів.

Систему діагностування цифрових схем на етапі виробництва після операції електронного монтажу описано у [8]. Діагностування проводиться у реальному часі. Спочатку виконується пошук підходящих прикладів та проводяться додаткові тести з використанням технологій динамічного програмування чи евристичного аналізу для оптимізації відібраної множини прикладів. База прикладів оновлюється після кожного сеансу діагностування з врахуванням нововиявлених типів несправностей. Після 5 тижнів експлуатації система виявляла 95 % несправностей.

Ряд баз знань будується на основі наявних баз даних та прикладів [9]. Такий підхід вирішує проблему надбання експертних знань та автоматичної їх генерації на основі вже існуючих ресурсів. Він використовується для тих областей, де вже є великі масиви даних, а для нових областей він не є корисним [10].

У [11] описано базу знань, що була створена на основі бази даних фірми General Motors. Використовувана база даних містила 300 тис. прикладів виявлення ознак несправностей та інформацію

щодо усунення несправностей. Для формування правил з цих даних використовувалися методи побудови дерев рішень на основі розширеної форми алгоритму ID3 [12]. Цей алгоритм використовував приклади з бази даних для генерації дерев рішень, які далі були основою для формування діагностичних правил. Розширення алгоритму полягало у наявності незавершених (неповних) наборів даних, що з'являлись тоді, коли використовувані множини прикладів були недостатніми для визначення єдиного заключного результату. Використання вже наявної інформації для автоматизації створення баз знань дало змогу значно прискорити процес їх створення та частково вирішити проблему надбання знань.

Однак цей підхід може бути використаний лише у тих областях, де вже створені великі бази даних. Він неприйнятний для створення систем діагностування нових моделей МПС [13].

Отже, ефективність CBR систем діагностування залежить від наявності даних для створення баз прикладів (часто використовуються статистичні або змодельовані дані), ефективності використовуваних методів пошуку, відбору та адаптування прикладів. Основним недоліком CBR систем є те, що результати та висновки системи діагностування не є очевидними і іноді їх важко логічно обґрунтувати.

**Діагностування МПС на основі прикладів розв'язання задачі діагностування.** Для забезпечення можливості повторного використання прикладів при реалізації процесу діагностування МПС необхідно:

- організувати представлення прикладів у системі діагностування;
- забезпечити пошук прикладів, адекватних ситуації, що склалася;
- налагодити повторне використання прикладів;
- періодично переглядати приклади та адаптувати їх;
- зберігати та досліджувати нові приклади.

Представлення прикладів містить рішення, що описує історію прикладу у відповідності до структури представлення змісту прикладу, і рішення, що відповідають схемі індексації прикладів, для організації ефективного пошуку у базі прикладів.

Пошук прикладів передбачає такі кроки, як ідентифікація ознак, що описують проблему чи ситуацію, використання ознак для пошуку подібних прикладів у пам'яті системи діагностування (вони оцінюються за ступенем схожості) та фінальне узгодження поточного прикладу за допомогою більш детального аналізу прикладів, відібраних на попередньому кроці. Таким чином обирається найбільш адекватний приклад [5].

Повторне використання прикладу полягає у визначенні відмінностей між попередньою та поточною ситуацією і пристосуванні попереднього прикладу до ситуації, що розглядається. Загальні форми адаптації включають заміну старих значень атрибутів прикладу новими та їх перетворення з використанням евристик.

Перегляд прикладу полягає у якісній оцінці рішень на основі прикладу, відібраного для повторного використання, і, при потребі, заміні тих частин рішень, що вносять неадекватність. Також здійснюється оцінка ефективності використання рішення у реальній ситуації, що дає змогу у подальшому підвищити адекватність використання прикладу.

Після кожного використання прикладу у базу знань додається інформація, що стосується ролі прикладу при вирішенні задачі. У базу знань вноситься інформація не тільки про вдалі приклади рішень, а й про ті, що призвели до помилкових результатів. Це потрібно для того, щоб не повторювати помилок, зроблених при розв'язанні попередніх задач діагностування.

Збереження результатів розв'язання задач діагностування здійснюється у вигляді доповнення існуючих прикладів або додавання нового прикладу у БЗ.

**Метод здобуття знань на основі прикладів діагностування МПС.** Частина діагностичних знань предметної галузі "інтелектуальне діагностування МПС" представлена у формі прикладів реалізації процесу діагностування. Називатимемо такі знання CBR базою знань. Для очищення і підвищення якості CBR бази знань використаємо метод аналізу формальних понять (АФП) [14].

Основою методу аналізу формальних понять є твердження, що за будь-яким бінарним відношенням можна однозначно побудувати повну решітку. АФП використовують для аналізу даних, представлення знань та управління інформацією. Діагностичну інформацію представимо за допомогою формального контексту – таблиці, рядками якої є приклади реалізації процесу діагностування  $G = \{g_i\}_{i=1}^p$ , а стовпцями –

атрибути  $M = \{m_j\}_{j=1}^q$ , що відповідають властивостям об'єкту діагностування, про який йде мова у прикладі. Якщо приклад має властивість, що представлена атрибутом, то на перетині стовпця і рядка стоїть "1", тобто визначено відображення  $I \subseteq G \times M : (g, m) \in I$ .

Використання прикладів ускладнюється їх різнотипністю та неформалізованістю опису, неточностями та дублюванням діагностичної інформації, тому перед занесенням прикладів у CBR базу знань їх необхідно попередньо опрацювати, привівши до загальної форми представлення прикладу. Приклади занесемо у таблицю, стовпці якої є переліком атрибутів (властивостей об'єктів діагностування), а стрічки є прикладами, що містяться у базі знань. Якщо атрибут присутній при описі прикладу, то на перетині стрічки прикладу та стовпця з атрибутом ставиться "1", інакше "0" (таблиця 1).

У результаті усі приклади описуються бінарними послідовностями довжини, рівної кількості атрибутів предметної галузі. Порівняння та аналіз цих бінарних послідовностей дає змогу виявити схожі приклади та узагальнити їх. Таке представлення відповідає представленню діагностичної інформації у

вигляді набору виду "приклад реалізації процесу діагностування – властивість об'єкту діагностування, що використовується у прикладі".

Таблиця 1

Табличне представлення прикладів розв'язання задач діагностування МПС та відповідних їм властивостей об'єктів діагностування

	$m_1$	$m_2$	...	$m_q$
Приклад 1	1	0	...	1
Приклад 2	1	0	...	0
Приклад 3	0	1	...	1
...	...	...	...	...
Приклад р	0	0	...	1

Формальним контекстом  $K$  називають трійку:  $K = (G, M, I)$ . Нехай  $\forall X \subseteq G$  існує множина їх спільних атрибутів:  $X' = \{m \mid m \in M, \forall g \in X : g I m\}$ , а для  $Y \subseteq M$  визначена множина  $Y' = \{g \mid g \in G, \forall m \in Y, g I m\}$ , елементами якої є приклади, яким відповідають усі атрибути з  $Y$ .

Пару  $(X, Y)$  називають *формальним поняттям* контексту  $K$ , якщо  $X = Y'$  і  $Y = X'$ ,  $X$  називають об'ємом, а  $Y$  – вмістом поняття  $(X, Y)$ . Множина  $B(K) = \{(X, Y)\}$  представляє множину усіх *понять* контексту  $K$ . Формальне поняття  $(X_1, Y_1)$  є підпоняттям поняття  $(X_2, Y_2)$ , якщо  $X_1 \subseteq X_2$  або  $Y_1 \supseteq Y_2$ . Тоді виконується умова, що  $(X_1, Y_1) \leq (X_2, Y_2)$ . Це відношення задає на множині усіх понять замкнуту решітку  $(B(K); \leq)$ , яку називають *решіткою понять*.

Відношення порядку на множині усіх понять формального контексту предметної галузі "Інтелектуальне діагностування МПС" визначає структуру узагальнюючих понять цієї предметної галузі і ієрархію прикладів, що описують результати розв'язання задач з цієї предметної галузі. Візуалізацію решіток понять здійснимо за допомогою ациклічних розмічених орграфів, котрі називають *діаграмами Хассе*.

Для відображення  $M$  побудуємо діаграму Хассе, що фактично є формалізованим представленням прикладів – контекстом процесу інтелектуального діагностування. Висхідні частини лінії сегменту представляють відношення – підпоняття-суперпоняття. Відповідно до [15] діаграма Хассе відображає ієрархію прикладів з механізмом відповідності їм атрибутів, а ієрархія прикладів, у свою чергу, відображає множинне наслідування атрибутів (рис. 1).

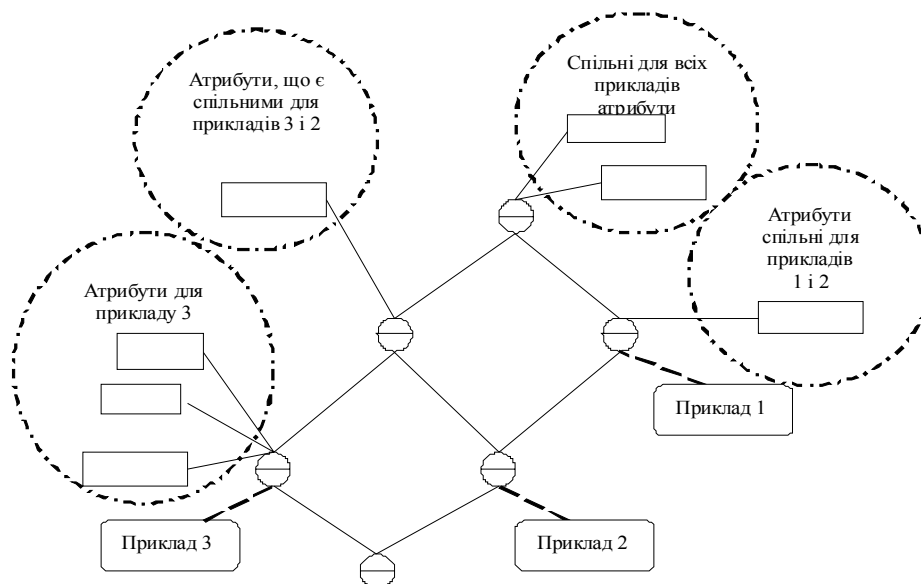


Рис. 1. Діаграма Хассе, що відображає ієрархію прикладів розв'язання задач діагностування МПС

Ієрархія прикладів, побудована на основі діаграми Хассе, має властивості:

- $(X, Y) \in B(K)$ ;
- приклад  $(X_2, Y_2, G_2)$  є більш загальним описом процесу розв'язання задачі діагностування ніж приклад  $(X_1, Y_1, G_1)$  якщо  $(X_1, Y_1) \leq (X_2, Y_2)$ ;

- множини відмінних ознак двох, будь-яких прикладів диз'юнктивні:  $G_1 \cap G_2 = \emptyset$ .

Діаграма дає можливість виявити правила залежностей між підмножинами атрибутів та ієрархічні залежності між прикладами. Виявлення таких залежностей дозволяє визначити релевантність прикладів ситуаціям чи запитам користувача. Залежності між прикладами представляються у формі правил залежностей атрибутів, що описують приклади.

Наприклад:

*Правило 1.* Атрибути, що стоять у нижчих вузлах, базуються на атрибутах, що знаходяться вище:  $M1 \rightarrow M2$ , де  $M1, M2 \subseteq M$ .

*Правило 2.* Атрибути, що знаходяться у одному вузлі, є співатрибути (характеристиками) усіх атрибутів для усіх випадків прикладу:  $\{M1 \rightarrow M2\} \text{ AND } \{M1 \rightarrow M2\}$ , де  $M1, M2 \subseteq M$ .

У результаті одержимо базу правил-продукцій, які описують усі відомі приклади, ієрархію відношень прикладів, а також залежності їх атрибутів.

Суть методу здобуття знань полягає в наступному:

- формується база прикладів розв'язання задачі діагностування МПС;
- складається перелік властивостей-атрибутів об'єктів діагностування, що згадуються у прикладах;
- будується табличне представлення прикладів розв'язання задач діагностування МПС та відповідних їм властивостей об'єктів діагностування;
- генеруються відповідні табличному представленню бінарні послідовності опису прикладів;
- будується діаграма Хассе, що відображає ієрархію прикладів розв'язання задач діагностування МПС з механізмом відповідності їм атрибутів;
- на основі діаграми генерується множина правил залежностей атрибутів, що описують приклади;
- правила переглядаються та коригуються експертами.

Якщо виявлено невірне правило, то експерт створює контрприклад, який руйнує невірний зв'язок прикладу та відповідних йому атрибутів. Коригуються табличне представлення прикладів та діаграма Хассе. Таким чином усуваються недовизначеності у базі прикладів, а відповідно підвищується і якість рішень задач діагностування на основі цих прикладів.

При вирішенні задач діагностування пошук прикладу у базі знань здійснюється наступним чином:

- запит користувача представляється у вигляді назви об'єкта діагностування та списку тих його атрибутів, що цікавлять користувача;
- запит перетворюється у бінарну послідовність;
- відбір прикладів, релевантних запиту, здійснюється на основі опрацювання отриманої від користувача бінарної послідовності та виявлення відповідних їй правил залежностей атрибутів, що описують приклади, з подальшим відбором адекватних запиту прикладів.

Процес пошуку прикладу (-ів), що відповідає запиту, представлено на рис. 2.

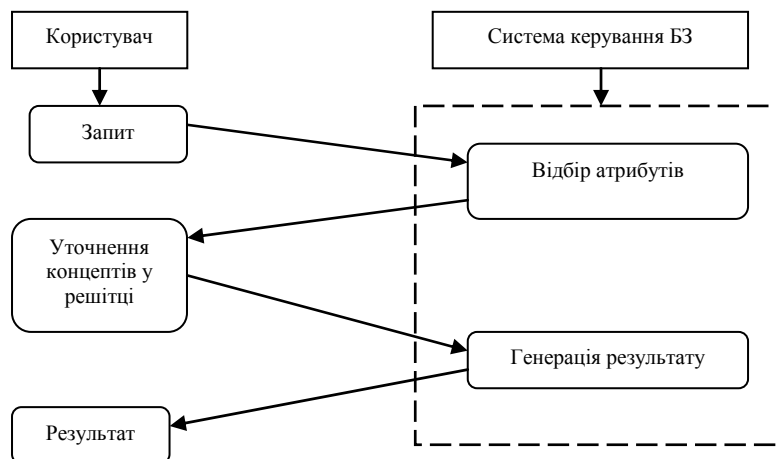


Рис. 2. Процес пошуку прикладів у базі знань, що релевантні запиту користувача

### Програмне забезпечення здобуття знань для інтелектуальних систем діагностування МПС.

Для створення БЗ предметної галузі "інтелектуальне діагностування МПС" необхідно автоматизувати представлений метод шляхом розроблення програмного забезпечення для:

- заповнення таблиць прикладів рішень;
- формування таксономії класів предметних галузей "діагностування МПС" та "штучний інтелект";
- побудови діаграми Хассе.

Для побудови БЗ предметної галузі "інтелектуальне діагностування МПС" використовувався перелік понять з предметних галузей: "діагностування МПС" та "штучний інтелект".

Заповнення словників та таблиць здійснювалося на основі діагностичних знань, отриманих

експертним шляхом та на основі прикладів рішень задачі діагностування МПС із врахуванням явних та прихованих рівнів діагностичної інформації.

Встановлення зв'язку між поняттями, котрі вносяться до таблиць БЗ здійснюється за принципом: якщо об'єкту належить відповідна властивість, то на перетині рядка і стовпця ставиться – «1», інакше – «0», якщо недостатньо діагностичної інформації, щоб визначити належність властивості об'єкту – «?».

Зовнішній вигляд словника предметної галузі "діагностування МПС" наведено на рис. 3.

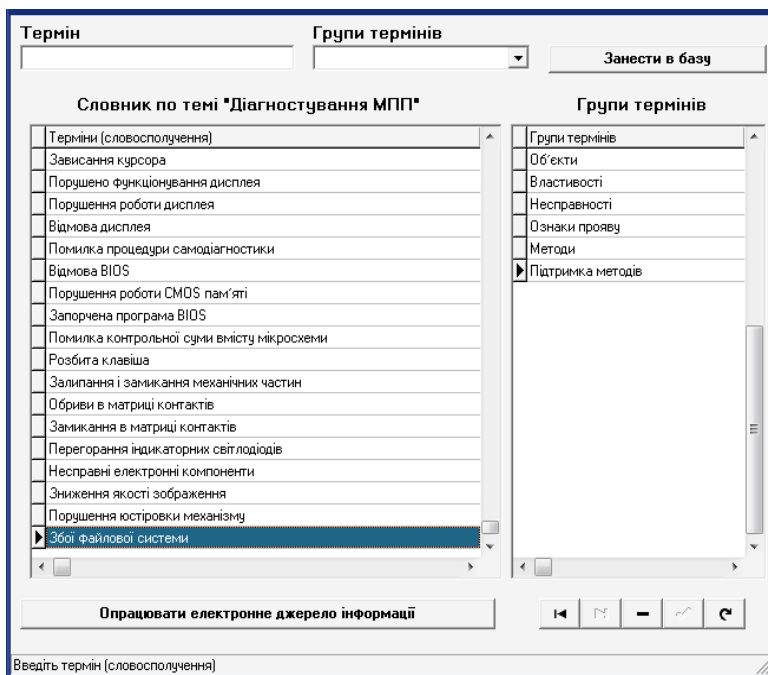


Рис. 3. Словник предметної галузі "діагностування МПС"

Предметну галузь "діагностування МПС" описано таблицями: "МПС та їх типові характеристики", "МПС та їх типові несправності", "типові несправності МПС та ознаки їх прояву", "типові несправності МПС та методи їх виявлення" і "методи виявлення несправностей та їх підтримка".

На рис. 4 наведено фрагмент таблиці "типові несправності МПС та їх ознаки прояву". Предметна галузь "штучний інтелект" описується аналогічно.

Аналіз відношень між об'єктами та їх властивостями забезпечується автоматичною генерацією таксономії класів, що розроблялася окремо для кожної предметної галузі.

Для побудови таксономії із загальної кількості записів, що містяться у таблицях виду "об'єкт – властивість" визначаємо кількість рівнів ієрархії, формуємо надклас з об'єктів та підкласи для кожного виявленого класу. Виявлення класів здійснюється на основі констатації факту наявності тих чи інших властивостей у окремого об'єкта. Наприклад, для предметної галузі "діагностування МПС", формуємо клас типових несправностей об'єкта в таксономії класів та, поки є ознаки прояву, формуємо підкласи для цього класу.

Приклад побудови таксономії класів для предметних галузей "діагностування МПС" та "штучний інтелект" наведено на рис. 5.

Типові несправності компонентів комп'ютерної системи та ознаки їх прояву																			
Зберегти виправлення    Додати термін до словника																			
Локалізувати за несправностями об'єкт :																			
Несправність	Суб'єктивні фактори	Вузко реалізовані базові функції	Некоректна величина чергування	Порушення герметизації	Збільшення кількості перешкод в лінії	Завищена напруга живлення	Підвищене для старіючих розрядів	Потуршення якості каналу зв'язку	Зависання віддаленого комп'ютера	Пом'якшення лінії зв'язку	Надвелький сигнальний провід	Зовнішні експлуатаційні фактори	Внутрішні експлуатаційні фактори	Переплади напруги в мережі	Встановлено некоректний драйвер	Подано заборонені комбінації сигналів	Невірний діапазон адрес	Неправильне розташування перемичок	Слабке використання ліній запису
Помилка файлової системи	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Неможливість встановлення ОС	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Довільна зміна розмірів програми	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Порушення цілісності роботи ОС	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Фатальна помилка	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0
Перепрів компонентів	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Зависання комп'ютера	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	?	1	1	1	1
Перехід в режим BSOD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Програмні збої в роботі	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	?	1	1	1	1	1
Відмова головок чит/запису	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Відмова контролера	0	0	0	0	?	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Помилка розцентровки	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	?	1	0	0	0	0	0	0	0
Помилка розташування термоблоку	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Відмова механіки	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 4. Фрагмент таблиці типові несправності МПС та ознаки їх прояву

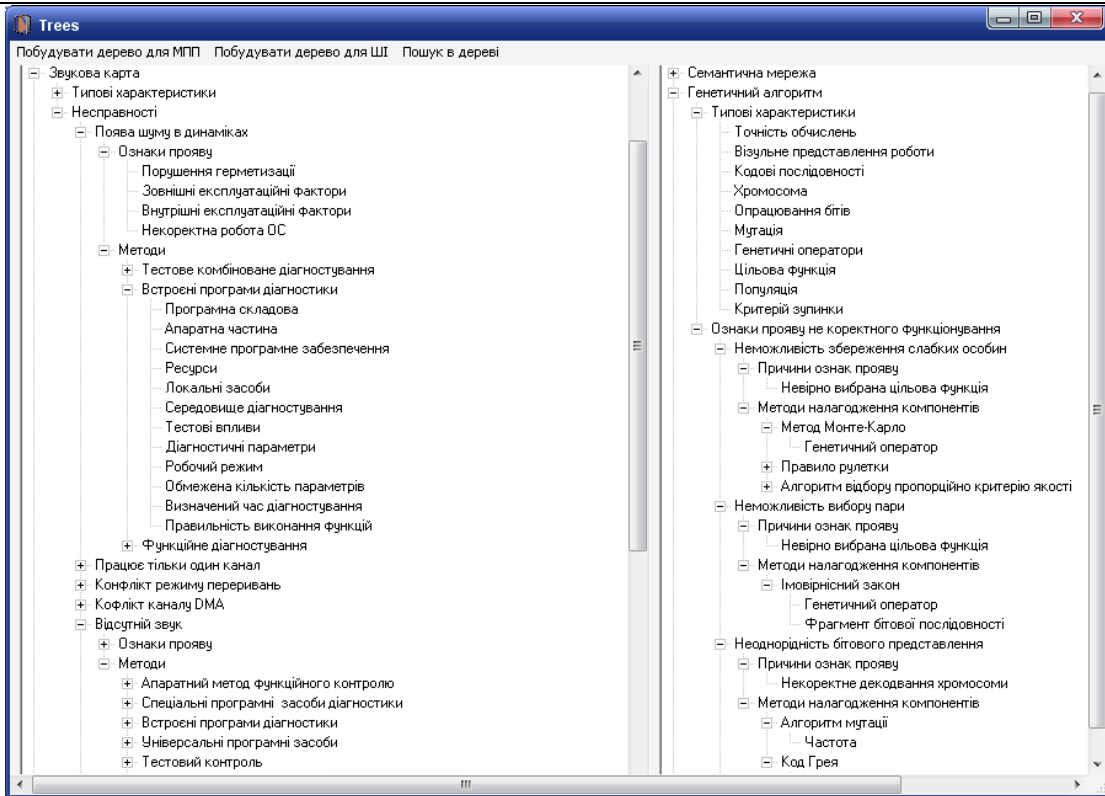


Рис. 5. Таксономія класів предметних галузей "діагностування МПС" та "штучний інтелект"

На основі таблиць, з яких складається БЗ предметної галузі "інтелектуальне діагностування МПС", здійснюється класифікація об'єктів цієї предметної галузі, агрегування об'єктів, тобто об'єднання їх у класи, та асоціювання об'єктів з врахуванням кількості різних властивостей для двох класів.

Розроблену базову таксономію класів об'єктів предметної галузі "інтелектуальне діагностування МПС" можна доповнювати при появі нової діагностичної інформації.

Візуалізація БЗ предметної галузі "інтелектуальне діагностування МПС" здійснюється за допомогою діаграми Хассе (рис. 6).

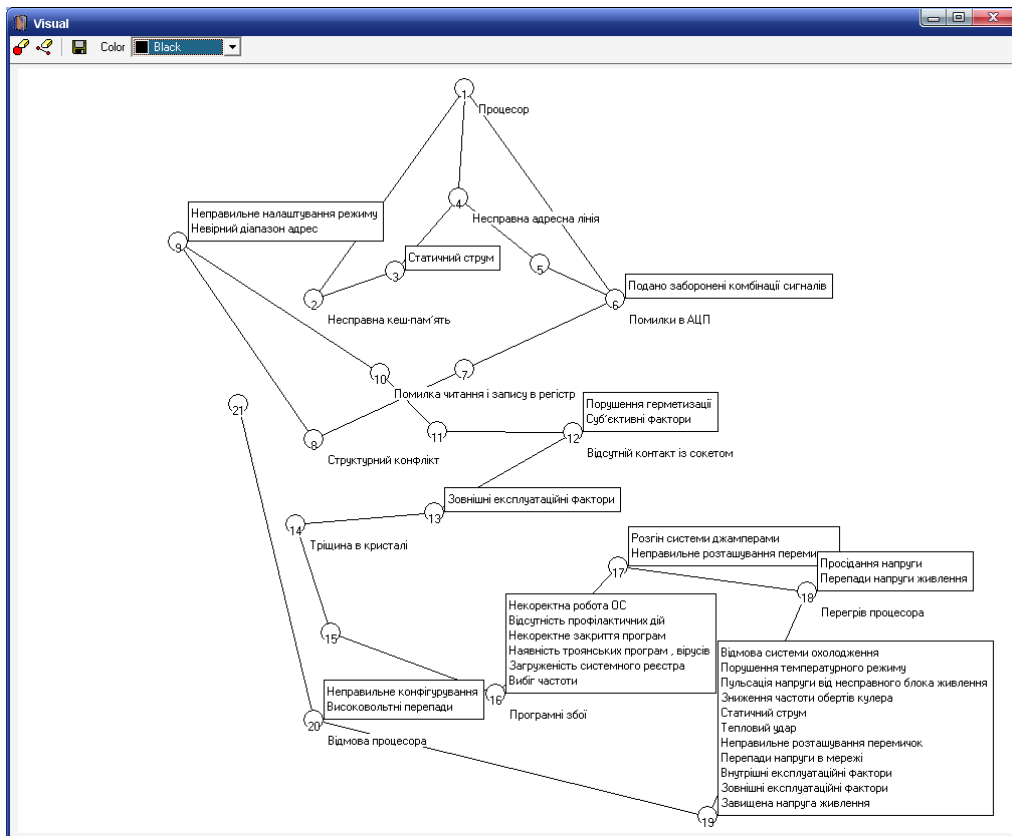


Рис. 6. Фрагмент діаграми Хассе для предметної галузі "діагностування МПС"

**Висновки.** Дослідження відомих інтелектуальних систем технічного діагностування показало, що одним із засобів покращення якості їх рішень та автоматизації процесу одержання нових знань є використання результатів попередніх успішних чи невдалих сеансів діагностування у вигляді прикладів розв'язання задач діагностування.

Розроблений метод здобуття діагностичних знань забезпечує усунення недовизначеностей у базах прикладів шляхом виявлення правил залежностей між підмножинами атрибутів, що відповідають властивостям об'єкту діагностування, та ієрархічних залежностей між самими прикладами.

Виявлення таких залежностей також дозволяє визначити релевантність прикладів ситуаціям чи запитам користувача, а відповідно, підвищити і якість рішень задач діагностування на основі цих прикладів.

Запропонований метод є основою для розроблення алгоритмів та програмного забезпечення для очищення, усунення протиріч та підвищення якості діагностичних знань у базах знань систем діагностування МПС.

*Роботу виконано за підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень (Міністерства освіти і науки України) в межах гранту Ф25.1/121 «Дослідження методів внесення апріорної діагностичної інформації в структуру штучних нейронних мереж для реалізації процесу діагностування комп'ютерних систем».*

### Література

1. Поморова О.В. Теоретичні основи, методи та засоби інтелектуального діагностування комп'ютерних систем: Монографія. – Хмельницький: ТОВ «Тріада-М», 2007. – 253 с.
2. Локазюк В.М., Поморова О.В., Домінов А.О. Інтелектуальне діагностування мікропроцесорних пристроїв та систем: Навч. посібник для вузів. – Київ: Такі справи, 2001. – 286 с.
3. Скобцов Ю.А., Скобцов В.Ю. Логическое моделирование и тестирование цифровых устройств. – Донецк: ИПММ НАН Украины, ДонНТУ, 2005. – 436 с.
4. Люгер Д. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – 4-е изд. – М. – : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
5. Stubblefield W.A., Luger G. F. Source selection for analogical reasoning: an empirical approach // Proc. Thirteenth National Conference on Artificial Intelligence, 1996.
6. Sugimatsu H. et al. A CBR application: Service productivity improvement by sharing experience // in Proc. IEEE Symp. Emerging Technol. Factory Automat. – 1994. – P. 132-141.
7. Cunningham P., Smyth B., Bonzano A. An incremental retrieval mechanism for case-based electronic fault diagnosis // Knowledge-Based Syst. – 1998. – vol. 11. – P. 239-248.
8. Balakrishnan A., Semmelbauer T. Circuit diagnosis support system for electronic assembly operations // Dec. Support Syst. – 1999. – vol. 25. – P. 251-269.
9. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: Навч. посібник / Герасимов Б.М., Локазюк В.М., Оксіюк О.Г., Поморова О.В.. – К.: Вид-во Європ.ун-ту, 2007. – 355 с.
10. Поморова О.В. Життєвий цикл інформації у системах інтелектуального діагностування обчислювальних засобів // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2003. – № 1. – С. 99- 101.
11. Uthurusamy R. et al., Extracting knowledge from diagnostic databases // IEEE Expert. – Dec., 1993. – P. 27-38.
12. Luger G. F., Stubblefield W. A. Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving. Reading, MA: Addison-Wesley, 1998.
13. Поморова О.В., Олар О.Я. Метод представлення знань у багатокомпонентних інтелектуальних системах діагностування мікропроцесорних пристроїв // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 6 (18). – С.110 – 114.
14. Diar-Agudo B., Gonzales-Calero P.A. Formal concept analysis as a support technique for CBR // Knowledge-based systems, 14 (3-4), Elsevier, 2001. – P.163-172.
15. Смирнов С.В. Онтологический анализ: определения и алгоритмы // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды III международной конф. Самара: СНЦ РАН. – 2001.

Надійшла 15.9.2009 р.