

УДК 004.891: 004.82

О.В. ПОМОРОВА<sup>1</sup> О.Я. ОЛАР<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Хмельницький національний університет, Україна

<sup>2</sup>Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Україна

## УЗАГАЛЬНЕНА ФОРМАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ

Розроблено формальну модель процесу інтелектуального діагностування мікропроцесорних пристроїв, котра забезпечує можливість формування унікальних масивів діагностичних знань, що призначені для реалізації процесу діагностування різними інтелектуальними системами діагностування з підключенням сховищ знань.

**інтелектуальне діагностування, формальна модель, процес підтримки прийняття рішень, контекст, обґрунтування**

### Вступ

Інтелектуальним діагностуванням (ІД) мікропроцесорних пристроїв та систем (МПП та С) називають процес визначення їх технічного стану з використанням систем технічного діагностування, що задіюють комплекс компонентів штучного інтелекту [1]. При цьому під системою технічного діагностування розуміється сукупність засобів діагностування, об'єкту діагностування та виконавців, необхідна для проведення діагностування [2].

Для реалізації процесу ІД МПП та С використовують інтелектуальні системи діагностування (ІСД) [1], або системи діагностування, що базуються на окремих компонентах штучного інтелекту [3, 4]. 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 інтелектуального діагностування (діагностичні знання). Ефективність інтелектуального діагностування МПП та С у великій мірі визначається складом та повнотою знань про об'єкти діагностування, особливості процесу діагностування, методи та алгоритми діагностування, і т.і.

*Визначення 1. Управління діагностичними знаннями предметної області "інтелектуальне діагностування мікропроцесорних пристроїв та систем"*

називають процеси створення, розповсюдження, опрацювання та використання діагностичних знань, необхідних для ІД МПП та С.

Вважатимемо, що управління діагностичними знаннями складається з етапів:

- 1) пошуку та відбору діагностичної інформації для організації процесу діагностування;
- 2) здобуття діагностичних знань з накопиченої діагностичної інформації;
- 3) структурування діагностичних знань з можливістю подальшого доповнення та внесення змін;
- 4) формалізації діагностичних знань у формі, прийнятній для різних інтелектуальних систем діагностування;
- 5) обслуговування, котре передбачає можливість коригування, видалення та фільтрування діагностичних знань відповідно до вимог систем інтелектуального діагностування та користувачів.

У [5] представлено структурну схему етапів розроблення ІСД, у яких управління діагностичними знаннями здійснюється на базі сховищ знань. Доповнивши цю схему елементами, що представляють джерела діагностичних знань, одержимо структурну модель розподіленого управління діагностичними знаннями на базі сховищ знань (рис. 1). Знання поміщаються у сховище безвідносно до того, якою

ІСД вони будуть використовуватися.

Різні ІСД МПП та С реалізують процес діагностування за різними методами та алгоритмами, тому їм необхідні, відповідно, різні за об'ємом та змістом масиви діагностичних знань. Формування таких масивів знань здійснюється на етапі обслуговування.

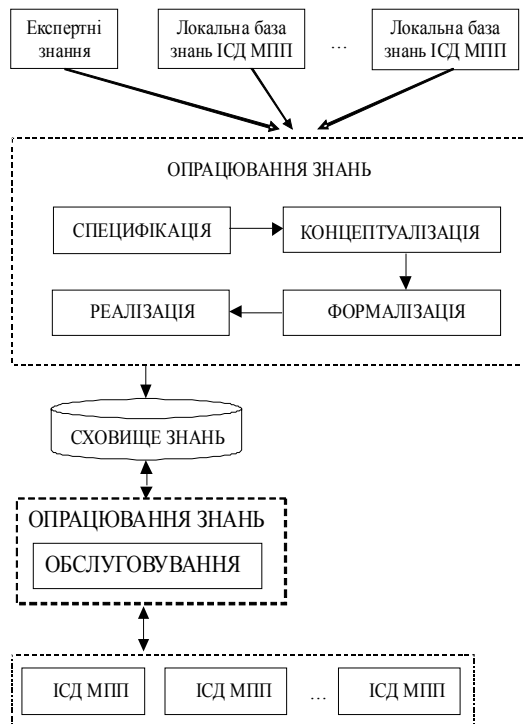


Рис. 1. Структурна модель розподіленого управління діагностичними знаннями

На сьогодні питання реалізації етапу обслуговування залишаються невирішеними через відсутність такого узагальненого представлення процесу діагностування МПП різними ІСД, котре дало б можливість відібрати релевантні цьому процесу діагностичні знання.

Основою для формування масивів діагностичних знань є модель процесу інтелектуального діагностування, котрий реалізується тією ІСД, що робить запит до сховища діагностичних знань.

Ціллю статті є розроблення універсальної формальної моделі процесу інтелектуального діагностування МПП та С, котра забезпечить реалізацію етапу обслуговування діагностичними знаннями для різних ІСД.

## Контекст та обґрунтування процесу інтелектуального діагностування МПП

Визначимо множину об'єктів діагностування (ОД)  $OD = \{od_i\}_{i=1}^p$ , де  $od_i$  – МПП як об'єкт діагностування,  $p$  – кількість ОД, та множину задач діагностування для цих ОД:  $OT = \{ot_j(od_i)\}_{j=1}^s$ , де  $ot_j$  – окрема задача діагностування об'єкта  $od_i$ ,  $s$  – кількість усіх задач діагностування для усіх ОД.

Для розроблення універсальної формальної моделі процесу ІД введемо поняття контексту цього процесу.

*Визначення 2.* Контекстом процесу інтелектуального діагностування МПП та С називають усю інформацію, котра використовується для характеристики цього процесу у кожен момент часу.

Контекст представимо у вигляді множини  $K = \{k_i\}_{i=1}^n$ , де  $k_i$  – елемент контексту,  $n$  – кількість усіх елементів контексту.

У загальному випадку до складу контексту процесу ІД включатимемо: об'єкт діагностування, засоби діагностування, взаємозв'язки підзадач процесу діагностування, методи, способи, керівництва, інструкції, а також учасників процесу діагностування і їх ролі. Кожен, окремо взятий, процес діагностування має свій контекст. Модель реалізації процесу ІД базується на його контексті, при цьому для одного і того ж процесу ІД може існувати декілька різних реалізацій, а відповідно і декілька різних моделей.

*Поле знань* предметної області "інтелектуальне діагностування мікропроцесорних пристроїв та систем" називають умовний неформальний опис основних понять предметної області і їх взаємозв'язків, виявлених із системи знань експерта [6].

Для обґрунтування тієї чи іншої моделі процесу інтелектуального діагностування МПП та С і його поля знань розглядатимемо його як процес прийняття рішення [7].

Тоді обґрунтування контексту містить етапи:

1) визначення цілей процесу інтелектуального діагностування, котрий передбачає відповіді на питання загального характеру – для чого потрібне діагностування, у якій формі повинен представлятися результат, як цього досягти;

2) аргументації – які засоби, методи, алгоритми, обладнання, спеціалісти потрібні для реалізації процесу ІД, орієнтовна вартість діагностування;

3) пропозицій і вибору рішення, котрий передбачає аналіз різних варіантів реалізації процесу діагностування та вибір оптимального варіанту;

4) підбору учасників процесу діагностування та опису ролі кожного з них, що дозволяє пов'язати етапи аргументації та пропозицій. Кожен учасник має набір характеристик – компетентність, внесок (%) в успіх діагностування, і. т.і.

Визначимо обґрунтування як множину  $B = \{b_j\}_{j=1}^l$ , де  $b_j$  - дії (відношення) по обґрунтуванню реалізації процесу діагностування МПП на базі визначеного контексту  $K$ .

У результаті дослідження контексту процесу реалізації ІД та обґрунтування моделі процесу ІД було розроблено графічну модель їх взаємозв'язку (рис.2).

Суть моделі полягає у наступному: задача ІД  $ot_j$  породжує набір підзадач  $ot_{jz}$  ( $z$  - кількість підзадач), рішення яких визначаються пропозиціями. Пропозиції обираються на основі критеріїв оптимальності, аргументація яких або підтримує пропозицію, або відхиляє її. При цьому підзадача може спрощуватись шляхом розділення її на більш прості підзадачі.

У результаті аналізу пропозицій отримуємо множину альтернативних реалізацій процесу інтелектуального діагностування МПП та С у визначеному контексті:  $R_K = \{r_{K_i}\}_{i=1}^h$ ,  $h$  - кількість альтернативних варіантів.

Описана частина моделі взаємозв'язку контексту та обґрунтування властива як традиційному (неінте-

лектуальному), так і інтелектуальному діагностуванню МПП. При традиційному діагностуванні кількість підзадач вказується апріорі, етап пропозицій визначається кількістю передбачених у алгоритмі варіантів реалізації процесу діагностування. Аргументацію визначають вхідні дані, критеріями є умови, за яких буде реалізовано той чи інший алгоритм діагностування.

Учасники з їх обов'язками та ролями практично відсутні у моделі контексту неінтелектуального процесу діагностування МПП та С, оскільки у автоматичних системах діагностування їх взагалі немає, а у автоматизованих системах їх функції обмежуються виконанням рутинних процедур, котрі не передбачають прийняття рішень, наприклад, можливості внесення нових моделей реалізації процесу діагностування чи доповнення формальної постановки задачі діагностування.

Учасники (експерти-діагности) з їх обов'язками мають значну вагу при реалізації процесу ІД. Їх представництво здійснюється як шляхом безпосередньої присутності під час реалізації процесу діагностування з можливістю зміни його ходу, так і шляхом наповнення баз знань ІСД знаннями експертів.

Для кожного етапу обґрунтування визначено відповідну йому множину діагностичних знань.

При інтелектуальному діагностуванні усі вказані етапи реалізуються з використанням евристичних процедур, а вибір цих процедур може здійснюватись динамічно при формуванні моделі процесу ІД.

Деталізація запропонованої моделі дає змогу відобразити різні варіанти реалізації процесу діагностування різними ІСД та визначити відповідну їм множину діагностичних знань. Наприклад, деталізація етапу "пропозицій" визначає набір можливих методів, алгоритмів чи засобів діагностування, за умови, що вони відповідають заданому набору критеріїв при виконанні умов аргументації – наявності засобів, доступності їх за вартістю т.і.

Взаємозв'язки етапів обґрунтування відображаються за допомогою відношень з множини  $B$ , що входять до складу контексту процесу ІД.

Представлена графічна модель взаємозв'язку

контексту та обґрунтування процесу ІД є основою для побудови узагальненої формальної моделі процесу інтелектуального діагностування.

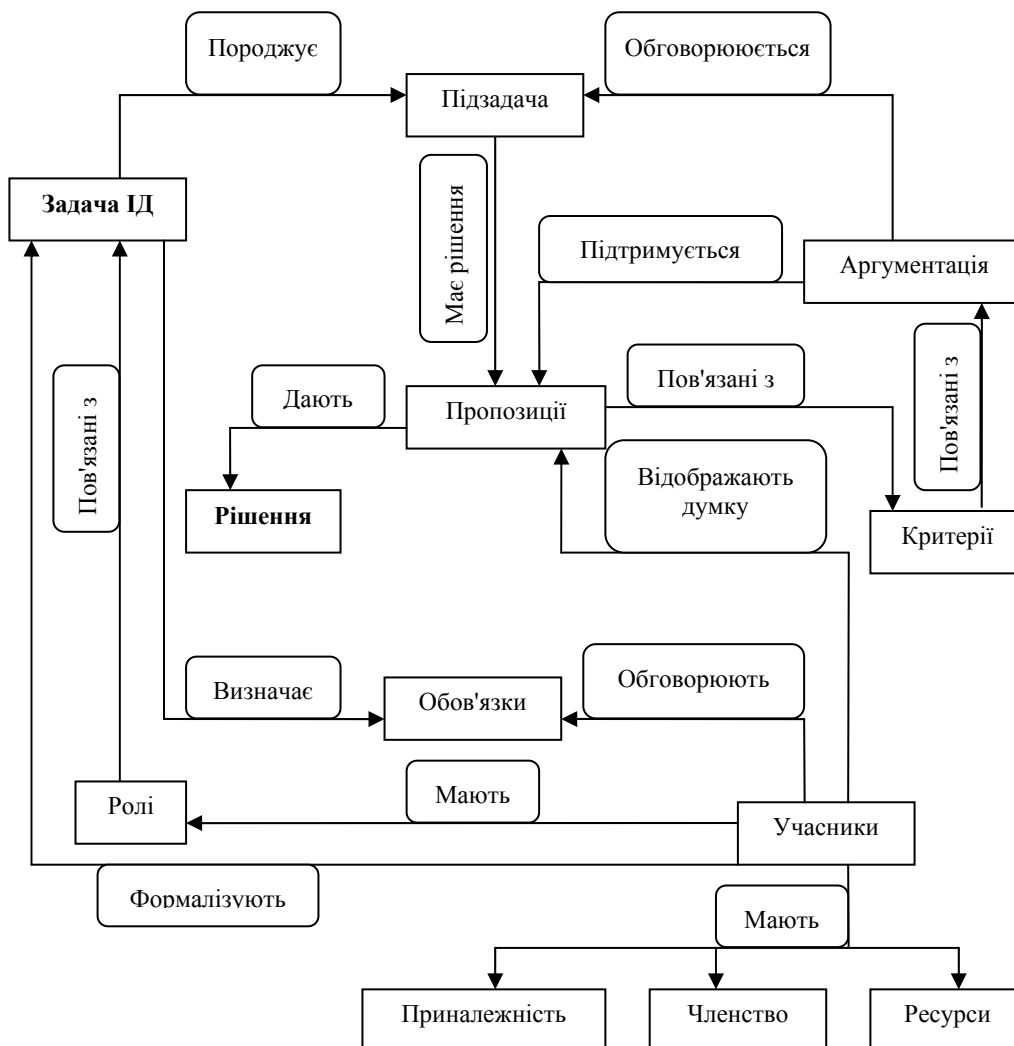


Рис. 2. Модель взаємозв'язку контексту та обґрунтування процесу інтелектуального діагностування

### Узагальнена формальна модель процесу ІД МПП та С

*Визначення 3.* Узагальненою формальною моделлю процесу ІД МПП та С називатимемо набір

$$M = \langle OD, OT, K, B, R(K, B) \rangle,$$

що визначає реалізацію процесу діагностування у деякому визначеному контексті.

Для опису формальної моделі процесу ІД сформуємо словники предметної області, котрі містять:

- змінні, що представляють композицію об'єктів предметної області (ролі, вимоги, ресурси);
- константи, що представляють значення змінних предметної області;
- предикати, які відображають взаємозв'язки між об'єктами предметної області;
- логічні дужки та зв'язувачі.

Опис ситуації складається з двох кроків:

- 1) формалізація концептуального представлення, що використовується на етапі моделювання

процесу ІД для виділення ситуацій (з допомогою змінних, констант та їх відношень);

2) генерація множини представлень опису ситуацій (з врахуванням потреб користувача).

Наприклад, перший крок для представлення ситуації "учасники формалізують задачі" базується на використанні змінних "учасник", "задача" та відношення "формалізують" (рис. 3.):

Формалізують (учасник, задача).

Повнота представлення усіх можливих варіантів цієї ситуації визначається переліком учасників та задач.

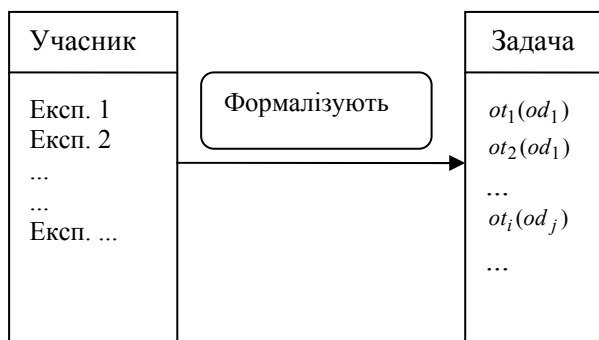


Рис. 3. Опис ситуації "учасники формалізують задачі"

На етапі формалізації бажано спростити модель взаємозв'язку контексту та обґрунтування, знехтувавши або відділивши окремо несуттєві чи не взаємопов'язані складові процесу ІД.

Наприклад, якщо знання учасників представлені у процедурній формі (у вигляді алгоритмів) і активізуються за чітко визначеними критеріями, то з моделі, представленій на рис. 2, можна виключити учасників з їх ролями і обов'язками.

У такому випадку отримуємо модель реалізації процесу ІД МПП та С автоматичною системою діагностування. Після спрощення вона набуває вигляду, який наведено на рис. 4.

Формальне представлення цієї моделі наступне:

Обговорюється (задача, аргументація);

Підтримується (аргументація, пропозиції);

Пов'язані з (аргументація, критерії);

Пов'язані з (пропозиції, критерії);

Дають (пропозиції, рішення).

Після наповнення контексту і його обґрунтування шляхом опису усіх визначених контекстом ситуацій на основі поля знань, отримуємо множину альтернативних моделей реалізації процесу ІД МПП:

$$M' = \{m_i(R_K)\}_{i=1}^g,$$

де  $g$  – кількість альтернативних моделей процесу ІД,  $M' \subset M$ .

Кожна з альтернативних моделей оцінюється за критерієм наявності необхідних для її реалізації масивів діагностичних знань у сховищі [1]. Далі здійснюється вибір моделі, котра буде реалізовуватись.

На основі цієї моделі здійснюється обслуговування ІСД МПП діагностичними знаннями, а саме відбір діагностичних знань зі сховища знань і надання їх у розпорядження ІСД.

Отже, запропонована узагальнена формальна модель процесу інтелектуального діагностування МПП забезпечує можливість формування множини альтернативних моделей реалізації процесу ІД МПП, котрі, в свою чергу, є основою для визначення масивів діагностичних знань, що відбиратимуться зі сховища знань для різних ІСД.

Таким чином, модель є основою для організації етапу обслуговування при розподіленому управлінні діагностичними знаннями у сховищах знань.

Перевагами узагальненої формальної моделі процесу інтелектуального діагностування МПП є:

- універсальність представлення процесу інтелектуального діагностування для різних типів ОД;
- можливість зміни рівня деталізації представлення об'єктів діагностування;
- гнучкість формального представлення по відношенню до різних ІСД МПП;
- можливість нарощення та модифікації моделі;
- "розуміння" процесу діагностування та ролі усіх його учасників.

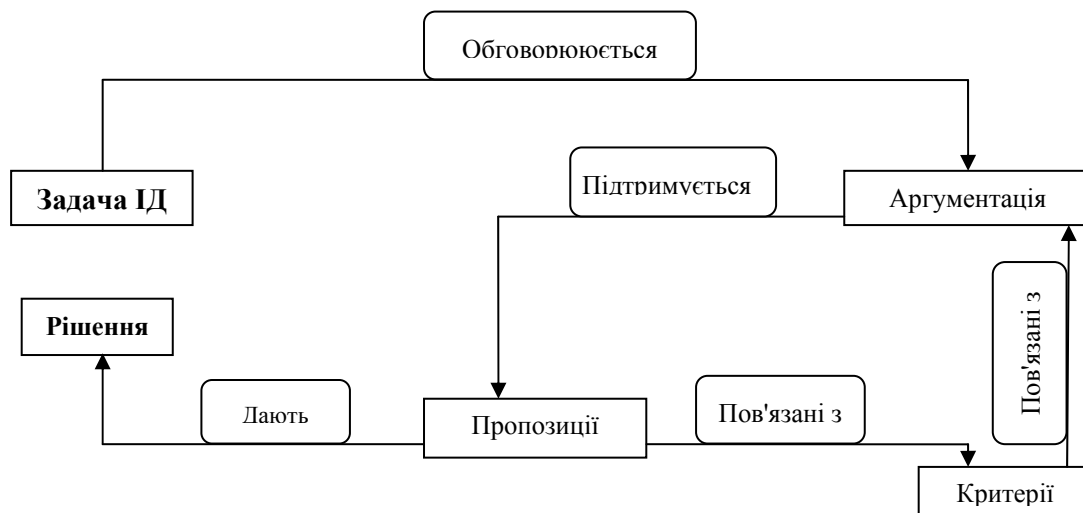


Рис. 4. Спрощене представлення моделі взаємозв'язку контексту та обґрунтування процесу інтелектуального діагностування

### Висновки

Дослідження процесу управління діагностичними знаннями, а саме етапу обслуговування запитів ІСД МПП до сховищ знань, показало, що цей етап ускладнюється різноманітністю та багатоваріантністю процесів діагностування, що реалізуються різними ІСД.

Деталізація моделі взаємозв'язку контексту та обґрунтування процесу ІД МПП та С забезпечила можливість побудови узагальненої формальної моделі процесу ІД МПП та генерації множини альтернативних моделей реалізації процесу ІД шляхом формального представлення опису ситуацій на базі словників предметної області.

Узагальнена формальна модель процесу ІД МПП та С є основою для організації етапу обслуговування при розподіленому управлінні діагностичними знаннями у сховищах знань. Обслуговування ІСД діагностичними знаннями пропонується здійснювати шляхом відбору масивів діагностичних знань, визначених однією з альтернативних моделей.

### Література

1. Поморова О.В. Теоретичні основи, методи та засоби інтелектуального діагностування комп'ютерних систем: Монографія. – Хмельницький: ТОВ «Тріада-М», 2007. – 253 с.

2. ДСТУ 2389-94. Технічне діагностування та контроль технічного стану. – Держстандарт України. – К., 1994. – 24 с.

3. Локазюк В.М., Поморова О.В., Домінов А.О. Інтелектуальне діагностування мікропроцесорних пристроїв та систем: Навч. посібник для вузів. – К.: Такі справи, 2001. – 286 с.

4. Скобцов Ю.А., Скобцов В.Ю. Логическое моделирование и тестирование цифровых устройств. – Донецк: ИПММ НАН України, ДонНТУ, 2005. – 436 с.

5. 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.

6. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер, 2000. – 384 с.

7. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: Навч. посібник. / Б.М. Герасимов, В.М. Локазюк, О.Г. Оксіюк, О.В. Поморова. – К.: Вид-во Європ.ун-ту, 2007. – 355 с.

*Надійшла до редакції 8.02.2008*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.О. Скобцов, Донецький національний технічний університет, Донецьк.