

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський національний політехнічний університет

МАКОВЕЦЬКИЙ ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

УДК 004.9

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ БАЗ ЗНАНЬ
ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

05.13.06 - Інформаційні технології

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса - 2015

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Одеському національному політехнічному університеті
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

кандидат фіз.-мат. наук, доцент **Тішин Петро Метталінович**, Одеський національний політехнічний університет, доцент кафедри комп'ютерних інтелектуальних систем і мереж

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Березький Олег Миколайович**, Тернопільський національний економічний університет Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

доктор технічних наук, професор **Субботін Сергій Олександрович**, Запорізький національний технічний університет Міністерства освіти і науки України, професор кафедри програмних засобів

Захист відбудеться 03 грудня 2015 р. О 13:30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.052.01 в Одеському національному політехнічному університеті за адресою: 65044, м. Одеса, пр. Шевченка, 1, ауд. 400А.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеського національного політехнічного університету за адресою: 65044, м. Одеса, пр. Шевченка, 1

Автореферат розісланий "03" листопада 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О.Є. Колесніков

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Розподілена інформаційна система (РІС) - це складна система, в середовищі якої функціонує низка інформаційних сервісів. Відмінною особливістю таких систем є висока трудомісткість забезпечення необхідного рівня їх функціональності, продуктивності й надійності.

Діагностичні служби є одним з найважливіших компонентів систем обслуговування РІС. Діагностичні послуги використовуються для виявлення, ідентифікації та локалізації несправностей, а також для пошуку можливих причин їх виникнення. Висока складність сучасних РІС призводить до істотного збільшення часу, який витрачає експерт на її діагностування.

Найбільш результативним способом скорочення часових витрат на виконання процедур діагностування сучасних РІС, без втрати достовірності, є розробка автоматизованих систем, які могли б накопичувати і зберігати знання висококваліфікованих експертів і використовувати їх при вирішенні задач діагностики. Такі системи будуються з використанням баз знань, які дозволяють зберігати й обробляти знання багатьох експертів про можливі причини несправностей при вирішенні задач діагностики РІС.

У сучасних системах діагностування РІС, що базуються на знаннях, присутні дві актуальні задачі, які вимагають свого рішення. Перша - пов'язана з тим, що частина параметрів функціонування РІС не можуть бути задані у вигляді конкретних значень, а задаються у вигляді нечітких даних. Друга - велика різноманітність і постійна зміна апаратних і програмних компонентів РІС призводить до суттєвих труднощів при підтримці актуальності її бази знань. Аналіз сучасних моделей і технологій побудови баз знань РІС показав, що, з одного боку, вони не дозволяють працювати з нечітко заданими параметрами, з іншого боку, для внесення змін вимагають залучення і експерта по базах знань, і експерта з РІС.

Таким чином, розробка нових моделей та інформаційної технології створення баз знань для автоматизованих систем діагностування РІС, які дозволяють оперативно враховувати в базі всі зміни, що відбуваються в РІС і дозволяють проводити діагностування на основі нечітких діагностичних даних, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Робота виконана у відповідності до пріоритетних напрямків науково-дослідних робіт Одеського національного політехнічного університету (ОНПУ), згідно з координаційними планами Міністерства освіти і науки України, зокрема, в рамках наукових досліджень за держбюджетними науково-дослідними роботами 700-145 "Моделі, методи та інструментальні засоби підтримки прийняття рішень з підвищення ефективності гідродинамічних процесів у діючому енергетичному обладнанні".

Роль автора у зазначених проектах, в яких він був безпосереднім виконавцем, полягає в розробці моделей баз знань для діагностування

розподілених інформаційних систем.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розробка моделей та інформаційної технології побудови баз знань автоматизованих систем діагностування РС, використання яких дозволяє скоротити час на виконання діагностування та час, що витрачається на підтримку актуальності бази знань.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі вирішені наступні **основні науково-технічні задачі:**

1. Проведено аналіз існуючих систем діагностування РС, що базуються на знаннях, та методів і моделей їх побудови. Виявлено їх обмеження і недоліки та можливі шляхи подолання.

2. Розроблено структуру бази знань для систем діагностування РС.

3. Удосконалено узагальнену модель діагностики РС яка, із застосуванням апарату нечітких множин, дозволяє використовувати для діагностування РС експертні знання про нечітко задані параметри.

4. Розроблено онтологічні моделі розширеного опису елементів і залежностей в РС, а також онтологічну модель опису діагностичних тестів у форматі OWL з використанням дескриптивної логіки.

5. Розроблено онтологічну модель опису знань про штатні та нештатні ситуації на основі багатосортної мови прикладної логіки.

6. Розвинуто метод діагностування РС, який може бути застосований в рамках розробленої моделі бази знань діагностики РС, та може проводити ранжування діагнозів за ступенем вірогідності.

7. Розроблено інформаційну технологію побудови баз знань для систем діагностування РС, яка дозволяє скоротити часові витрати на виконання діагностування та підтримку актуальності бази знань РС.

Об'єктом дослідження є процес діагностування РС.

Предметом дослідження є інформаційна технологія створення баз знань систем діагностування РС.

Методи дослідження. Методи математичного моделювання систем і основні положення теорії нечітких множин для опису узагальненої моделі діагностики РС; основні положення дескриптивної логіки, теорії графів та апарату онтологічного виводу при побудові залежностей між сервісами РС, множинами діагностичних параметрів і їх джерелами; основи прикладної багатосортної логіки для опису моделі онтології штатних і нештатних ситуацій.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- удосконалено узагальнену модель діагностики РС, яка, на відміну від існуючих, завдяки застосуванню апарату нечітких множин та лінгвістичних змінних, дозволяє скоротити витрати часу на підтримку актуальності бази знань діагностичних ситуацій в РС;

- вперше розроблені онтологічні моделі розширеного опису елементів і залежностей в РС, а також онтологічна модель опису діагностичних тестів, у форматі OWL з використанням дескриптивної логіки, які дозволяють скоротити час, що витрачається експертами-користувачами на підтримку актуальності бази знань структурних та функціональних залежностей між елементами РС в

умовах високої динаміки розвитку РІС;

- вперше розроблено онтологічну модель опису знань про штатні і нештатні ситуації на основі багатосортної мови прикладної логіки, що дозволяє скоротити витрати часу експерта-користувача на підтримку актуальності бази знань діагностичних ситуацій в РІС та їх причин;

- отримав подальший розвиток метод діагностування РІС для використання в рамках розробленої моделі бази знань діагностики РІС, який, на відміну від існуючих, за рахунок використання знань про нечіткі значення діагностичних параметрів, дає змогу ранжувати діагнози за ступенем вірогідності, що дозволяє діагносту-користувачу скоротити час на діагностування несправності в РІС.

Практичне значення одержаних результатів:

- вперше розроблено інформаційну технологію побудови баз знань для діагностування нечітких ситуацій в РІС, що базуються на експертних знаннях.

- на основі розробленої інформаційної технології були створені експериментальна база знань і діагностична система РІС. Їх застосування в розподіленій інформаційній системі забезпечило скорочення часу на діагностування кожної з несправностей, описаних у базі знань, в 5-10 разів, залежно від несправності, без втрати достовірності, при цьому коефіцієнт простою системи зменшився на 7%, порівняно з коефіцієнтом простою без використання бази знань. Крім того, скоротився час на підтримку актуальності бази знань в цілому в 2,5 рази.

- результати роботи були задіяні у науково-промисловому підприємстві “ДІСКРЕТ” у якості системи діагностування інформаційних мереж (акт про впровадження від 27.05.15), та впроваджені в навчальний процес Одеського національного політехнічного університету, кафедри комп'ютерних інтелектуальних систем і мереж в курси дисциплін: «Дослідження в галузі штучного інтелекту», «Комп'ютерні мережі», «Аналіз та проектування комп'ютерних систем».

Особистий внесок здобувача.

Основні положення і результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, були отримані автором особисто. У роботах, написаних у співавторстві, внесок дисертанта полягає в наступному: розроблено формалізовану онтологічну модель опису діагностичних тестів з використанням дескриптивної логіки [1, 10]; розроблено онтологічну модель для опису знань про штатні і нештатні ситуації при діагностиці РІС на основі багатосортної мови прикладної логіки [2, 8-9]; розроблено методику розрахунку подібності між поточною ситуацією і ситуаціями, які описані в базі знань [3]; розроблено новий підхід із застосуванням нечітких множин для виявлення несправностей в розподілених інформаційних системах [4, 11]; розроблено онтологічну модель опису закономірностей при діагностиці розподілених інформаційних систем [5-7, 12].

Апробація результатів дисертації. Наукові положення, які виносяться на захист, висновки та рекомендації дисертації належать автору. Основна частина отриманих в дисертації результатів доповідалися автором особисто на

міжнародних науково-технічних конференціях. Матеріали дисертації пройшли апробацію на п'яти наукових конференціях і семінарах різного рівня, а саме:

- X Всеукраїнська НТК студентів та аспірантів "Інформаційні системи і технології" - ОГАХ, Одеса, 2010 р;
- XIII і XIV Міжнародні НТК «Сучасні інформаційні та електронні технології», Одеса, Україна, 2012 - 2013 рр;
- III Українсько-німецька конференція «Інформатика. Культура. Техніка», Одеса, 2015 р;
- XXIII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я», Харків, 2015 р.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 12 робіт, у тому числі 6 статей у наукових журналах з переліку фахових видань України, 5 з яких внесені до міжнародних наукометричних баз (BASE, Index Copernicus, DOAJ та ін.), а також 6 тез доповідей у працях міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Структура дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 112 найменувань і 3 додатків. Повний обсяг дисертації становить 137 сторінок; робота містить 18 рисунків і 5 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі сформульовано мету, завдання і використовувані методи дослідження. Викладена наукова новизна і практичне значення отриманих результатів. Наведено дані про публікації та апробації роботи, охарактеризований особистий внесок здобувача.

У першому розділі проведено аналіз існуючих систем діагностування РІС, методів і моделей створення систем, що базуються на знаннях, для діагностування РІС.

За підсумками аналізу був зроблений висновок про те, що існуючі методи і моделі створення систем, які базуються на знаннях, для діагностування РІС можна умовно розділити на декілька класів: ті, що базуються на моделях (MBR), ті, що базуються на правилах (RBR) і ті, що базуються на прецедентах (CBR). Оскільки RBR- і MBR-системи, при змінах в модельованому середовищі, вимагають частого оновлення правил або моделей висококваліфікованими експертами, а ефективність CBR-систем повністю залежить від наповненості бази прецедентів, чого складно досягти в умовах інтенсивної динаміки розвитку РІС, останнім часом, стали активно використовуватися гібридні архітектури бази знань. Їх застосування обумовлено тим, що кожен із методів окремо має недоліки при його застосуванні до РІС, а об'єднання RBR- і CBR-методів дозволяє їх уникнути.

Тим не менше, існуючі реалізації мають ряд обмежень:

- параметри функціонування РІС задаються у вигляді конкретних значень (явних значень);
- не визначаються пріоритети можливих причин несправності.

- не розвинені онтологічні моделі опису знань про компоненти складних ієрархічних систем, якими є РІС.

Другий розділ присвячений розробці структури бази знань і узагальненої моделі діагностики РІС.

Аналіз існуючих підходів опису знань показав, що тільки онтологічний підхід дозволяє описувати знання на різних рівнях абстракції, що істотно спрощує процес модифікації знань в базах знань, побудованих на їх термінологічній базі. Тим самим дозволяє відмовитися від залучення експерта із баз знань при підтримці її актуальності в умовах високої динаміки розвитку РІС. У зв'язку з цим, було прийнято рішення застосувати онтологічний підхід при розробці модулів моделі бази знань.

Онтологічні моделі становлять найбільш загальні концептуальні поняття модельованої області, які повністю абстраговані від конкретних моделей подання знань та практичної реалізації. Застосування онтологічних моделей при формалізації базових категорій предметної області має низку переваг, серед яких основними є універсальність, застосовність на різних рівнях деталізації та ін.

Таким чином, онтологічна модель являє собою систему логічних смислових співвідношень, з якими згодні експерти, а вся система становить явний опис предметної області. Така модель предметної області є основою багаторівневої інформаційної моделі.

Структура бази знань будувалася у вигляді ієрархії модулів, які описують різні аспекти діагностики РІС на різних рівнях абстракції. Запропонована структура бази знань передбачає 4 модулі, при цьому на верхньому рівні використовується модуль узагальненої моделі діагностики РІС, а на середньому і нижньому рівні - модулі, представлені онтологічними моделями за принципом ступеня абстракції їх опису.

Розроблена структура бази знань представлена на рисунку 1.

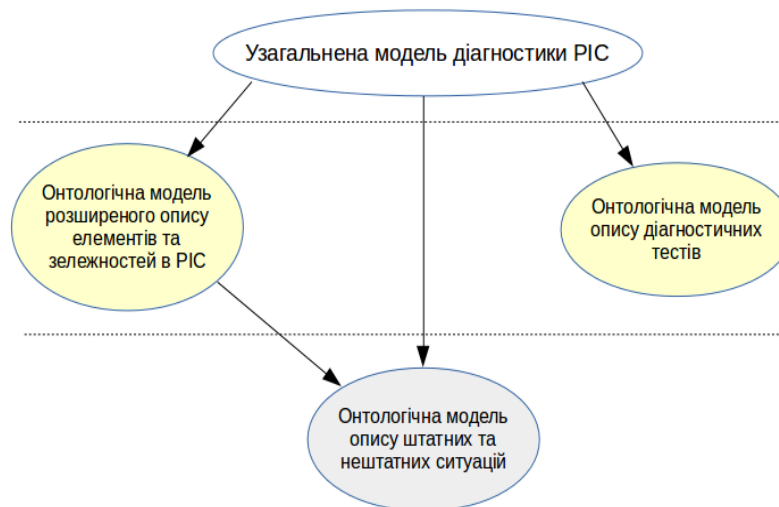


Рисунок 1 - Структура бази знань для діагностики РІС

На верхньому рівні абстракції діагностичні аспекти РІС описує узагальнена модель діагностики РІС. Вона вводить основні поняття для опису діагностики РІС. Ці поняття використовуються для побудови моделей нижчого рівня. Застосування апарату нечітких множин в цій моделі дозволяє використовувати для діагностування системи експертні знання про нечітко задані параметри та зменшити час на опис можливих діагностичних ситуацій.

На другому рівні абстракції розташовуються онтологічні моделі розширеного опису елементів і залежностей в РІС та онтологічна модель опису діагностичних тестів. Вони розширюють узагальнену модель діагностики РІС, вводячи додаткові терміни і залежності. Онтологічна модель розширеного опису елементів і залежностей в РІС надає більш виразні засоби для опису залежностей між сервісами РІС і множинами діагностичних параметрів і зменшує, таким чином, час, що витрачають експерти на підтримку актуальності бази знань в умовах високої динаміки розвитку РІС. Введені поняття використовуються в онтологічних моделях більш низького рівня абстракції.

Онтологічна модель опису діагностичних тестів вводить основні поняття для опису діагностичних тестів як джерел діагностичних даних у випадку, якщо початковий набір діагностичних даних недостатній для діагнозу.

На третьому рівні абстракції розташовується онтологічна модель опису знань про штатні і нештатні ситуації. Дана модель вводить базові терміни, які використовуються для опису знань предметної області, а також обмежень на їх значення. Вона дозволяє описувати знання про штатні ситуації, які будуть використовуватися для визначення нормального стану функціонування сервісів, а також знання про варіанти нештатних ситуацій та їх можливі причини для визначення списку найбільш вірогідних причин несправності, якщо фіксується нештатна ситуація.

У рамках другого розділу також була удосконалена узагальнена модель діагностики РІС із застосуванням апарату нечітких множин, яка дозволяє використовувати для діагностування системи експертні знання про нечітко задані параметри предметної області.

Перед розробкою удосконаленої узагальненої моделі діагностики був проведений аналіз засобів опису діагностичних параметрів. Він показав переваги Internet Information Model, що пропонує широкий вибір МІВ-змінних, організованих в дерево, які використовуються для керування пристроями за допомогою протоколу SNMP.

Оскільки основними об'єктами діагностування, в даній роботі, виступають сервіси, то в основу удосконаленої узагальненої моделі діагностики РІС лягли такі поняття як «сервіс», «діагностичні параметри», які потрібно враховувати при діагностиці стану цього сервісу, і джерела значень цих діагностичних параметрів. Під сервісом, в даній роботі, розуміються взаємодіючі за допомогою мережі програмні послуги, які можуть виконуватися в окремих апаратно-програмних оточеннях.

В рамках моделі, сукупність сервісів подаються у вигляді множини

$$S = \{s_l\}_{l=1}^L, \quad (1)$$

де L - загальна кількість сервісів.

Сукупність джерел діагностичної інформації, яка присутня в РІС, подається у вигляді множини

$$A = \{a_i\}_{i=1}^I, \quad (2)$$

де I - загальна кількість джерел діагностичної інформації в розглянутій РІС. Передбачається, що кожне джерело підтримується однією МІВ і може реалізувати описані в ній SNMP-об'єкти управління у вигляді змінних, які містять поточні значення відповідних параметрів. Сукупність діагностичних параметрів деякого джерела діагностичної інформації представляється у вигляді

$$P(a) = \{p_j(a)\}_{j=1}^{J(a)}, \quad (3)$$

де $J(a)$ - загальна кількість діагностичних параметрів джерела діагностичної інформації $a \in A$.

Відповідно до розглянутої діагностичної моделі у процесі функціонування РІС з множини $P(a)$ формуються множини діагностичних параметрів $\{B(s_l)\}_{l=1}^L$, значення яких в подальшому необхідно враховувати в процесі ідентифікації стану деякого сервісу $s_l, l=1, \dots, L$. Сукупність діагностичних параметрів $B(s)$ ($s \in S$) подається у вигляді

$$B(s) = \{b_m(s)\}_{m=1}^{M(s)}, \quad (4)$$

де $M(s)$ - загальна кількість діагностичних параметрів сервісу $s \in S$.

Вся множина значень $D(b)$ параметра b розбивається на кінцеве число підмножин

$$D(b) = \bigcup_{k=1}^{K(b)} D_k(b), \quad (5)$$

де $K(b)$ - загальна кількість підмножин для параметра b . Причому, кожна підмножина $D_k(b)$ включає значення параметра b , які він приймає при одному і тому ж стані сервісу $s_l \in S(b)$.

Для використання лінгвістичного опису значень параметра b побудовано повні ортогональні семантичні простори (ПОСП), які слугують областями лінгвістичних значень кожного з параметрів.

Для побудови ПОСП параметра b відповідно до формули (5) визначені множини нечітких значень $\overline{D(b)} = \{\bar{b}^k\}_{k=1..K(b)}$, де $K(b)$ - кількість нечітких значень, прийнятих параметром, у вигляді нечітких чисел з трапецеїдальною функцією належності μ^k , яка позитивно визначена на деякому інтервалі $(p_b^k(b), p_e^k(b))$, що

залежать від $D_k(b)$.

Для формалізованого використання параметрів системи, для них визначені лінгвістичні змінні:

$$p_m^l = \langle n_m^l, \{\bar{b}_m^k(s_l)\}_{k=1, \dots, K(b_m(s_l))}, D(b_m(s_l)) \rangle, \quad (6)$$

де $n_m^l, \{\bar{b}_m^k(s_l)\}_{k=1, \dots, K(b_m(s_l))}, D(b_m(s_l))$ – відповідно ім'я, терм-множина та базова множина m -го параметру l -ого сервісу.

Якщо припустити, що для деякого діагностичного параметра служби $s_l \in S(b)$, можна задати розбиття у вигляді

$$D(b_m) = D_l^0(b_m) \cup D_l^1(b_m), \quad (7)$$

де значення з $D_l^0(b)$ відповідають працездатному стану сервісу $s_l \in S(b)$, а значення з $D_l^1(b)$ - непрацездатному стану сервісу, то таке розбиття дозволяє ввести наступне поняття характеристичної лінгвістичної змінної сервісу $s_l \in S(b)$:

Характеристичною лінгвістичною змінною сервісу $s_l \in S(b_m)$ називається така змінна p_m^l з множини (6), що:

1. базова множина m -го параметра l -ого сервісу задовольняє (7);
2. терм-множина лінгвістичної змінної p_m^l може бути представлена у вигляді $p_m^l(N) \cup p_m^l(S)$, де $p_m^l(N)$ - терм-множина лінгвістичної змінної p_m^l , яка складається з термів відповідних працездатному стану сервісу, а $p_m^l(S)$ - терм-множина лінгвістичної змінної p_m^l , яка складається з термів, відповідних непрацездатному стану сервісу.

Також вводиться поняття нечіткої ситуації. Нечіткою ситуацією називається нечітка множина другого рівня:

$$\Theta = \left\{ \frac{\mu(p_m^l)}{p_m^l} \right\}$$

$$\mu(p_m^l) = \left\{ \frac{\mu(\overline{b_m^k(s_l)})}{\overline{b_m^k(s_l)}} \right\}$$

де $\mu(\overline{b_m^k(s_l)})$ – значення функції належності ознаки до певного терму $\overline{b_m^k(s_l)}$ для конкретного значення діагностичного параметру.

Оцінити ступінь схожості між поточною нечіткою ситуацією $\Theta(t)$ і тими, що спостерігалися раніше $\Theta(t_0)$, можна за допомогою ступеня нечіткої рівності або ступеня нечіткої спільності. Розрахунок ступеня нечіткої рівності застосовується в тому випадку, коли в обох порівнюваних нечітких ситуаціях $\Theta(t)$ і $\Theta(t_0)$ всі набори лінгвістичних змінних, що спостерігаються, збігаються. Якщо в ситуації $\Theta(t)$ відбулися деякі події, які в ситуації $\Theta(t_0)$ не відбувалися, або в

ситуації $\Theta(t)$ не враховуються або не відбуваються ті події, які спостерігалися в ситуації $\Theta(t_0)$, то слід розраховувати ступінь нечіткої спільності, яка є більш загальним показником, ніж ступінь нечіткої рівності ситуацій.

Через $k(\Theta(t), \Theta(t_0))$ позначається ступінь схожості розглянутих ситуацій $\Theta(t)$ і $\Theta(t_0)$, що буде дорівнювати нечіткому ступеню рівності або нечіткому ступеню спільності цих ситуацій, залежно від того, чи збігаються набори спостережуваних лінгвістичних змінних чи ні відповідно. Коефіцієнт $k(\Theta(t), \Theta(t_0))$ приймає значення з відрізка $[0,1]$, причому, чим більше значення коефіцієнта, тим ситуації більш схожі.

Для формалізації експертних знань про нечіткі значення діагностичних параметрів вводяться поняття штатної і нештатної ситуації.

Штатною ситуацією для сервісу $s_l \in S(b)$ і набору характеристичних лінгвістичних змінних p_m^l на заданому часовому інтервалі T_p називається ситуація, при якій терми лінгвістичних змінних p_m^l , що описують значення діагностичних параметрів $b_m(s_l)$ на заданому часовому інтервалі T_p , приймають значення з терм-множин $p_m^l(N)$.

Нештатною ситуацією для сервісу $s_l \in S(b)$ і набору характеристичних лінгвістичних змінних p_m^l на заданому часовому інтервалі T_p називається ситуація, при якій існує лінгвістична змінна p_m^l , що описує значення діагностичного параметра $b_m(s_l)$ на заданому часовому інтервалі T_p , яка приймає значення з терм-множини $p_m^l(S)$.

Таким чином, використовуючи введені поняття і ступінь схожості нечітких ситуацій $k(\Theta(t), \Theta(t_0))$, можна отримати множину варіантів нечітких ситуацій для сервісу $s_l \in S(b)$, у вигляді співвідношень:

$$\begin{aligned}\tilde{C}^l &= \tilde{C}_{шт}^l \cup \tilde{C}_{не}^l, \\ \tilde{C}_{шт}^l &= \left\{ \Theta_{шт,s}^l \right\}_{s=1}^{N_{шт}(l)}, \\ \tilde{C}_{не}^l &= \left\{ \Theta_{не,s}^l \right\}_{s=1}^{N_{не}(l)}.\end{aligned}$$

де $N_{шт}(l)$ – кількість варіантів нечітких ситуацій, що описують штатний режим функціонування l -ого сервісу, а $N_{не}(l)$ – кількість варіантів нечітких ситуацій, що описують нештатний режим функціонування l -ого сервісу.

Удосконалення узагальненої моделі діагностики РІС дозволило спростити процес модифікації знань про діагностичні ситуації за рахунок використання нечіткого опису значень діагностичних параметрів. Так, наприклад, порівняльний аналіз витрат часу експертів-користувачів різної кваліфікації на підтримку актуальності бази знань діагностичних ситуацій на основі розробленої моделі та на основі моделі, що базується на чітко заданих параметрах, показало зменшення витрат, в середньому, на 57%.

У **третьому розділі** наведена розробка онтологічних моделей другого і третього рівня абстракції структури бази знань, а саме: онтологічні моделі розширеного опису елементів і залежностей в РІС, онтологічна модель опису діагностичних тестів і онтологічна модель опису знань про штатні і нештатні ситуації. Ключовою особливістю розроблених моделей є застосування онтологічного підходу.

Для опису елементів і залежностей в РІС використовувалися моделі сімейства Common Information Model (CIM). Для опису сервісів, на додаток до CIM-моделей, була використана сервісна модель MNM, а для опису діагностичних тестів - Common Diagnostic Model (CDM), також з сімейства CIM.

Однак, всі вибрані CIM-моделі являють собою опис предметної області тільки у вигляді UML-моделей, що не дозволяє представити їх у базах знань.

Для опису онтологічних моделей на другому рівні абстракції був вибраний один з найпоширеніших в даний час стандартів опису онтологій OWL, який дозволяє не тільки виразно описувати моделі онтологій, але і володіє потужними засобами логічного висновку. Крім того, даний формат є привабливим, оскільки він дозволяє описувати непересічні класи понять і вводити узагальнені поняття.

Онтологічні моделі розширеного опису елементів РІС і їх залежностей включають 4 моделі (базова модель та 3 додаткові), що ґрунтуються на сервісній моделі MNM. Їх опис був виконаний з використанням дескриптивної логіки у форматі OWL.

Мета розширення – спростити модифікацію знань в умовах високої динаміки розвитку РІС за рахунок забезпечення різної глибини моделювання для параметрів якості сервісів (QoS), залежностей між сервісами, ресурсами і точками доступу до сервісів (SAP). Параметри QoS можуть бути визначені для сервісу в цілому (наприклад, доступність сервісу) або спеціально для функцій сервісу (наприклад, тимчасові умови для виконання транзакції). Таким чином, залежності можуть бути змодельовані для сервісу в цілому або для його функцій. Моделювання дає можливість мати різні SAP-и, які можуть бути прив'язані до сервісу (якщо вся функціональність сервісу може бути доступна через цей SAP).

Базова сервісна модель MNM містить основні класи, які необхідні для моделювання діагностики сервісу. Центральним елементом базової моделі є клас сервісу (*Service*), який асоційований з класами, що описують функціональність (*ServiceFunctionality*) і параметри якості сервісів (*QoSParameter*). Ці два класи мають важливе значення для сервісу, тому що при описі сервісу необхідно описати функціональність, яку він надає, а параметри якості сервісу характеризують особливості сервісу.

Клас ресурс (*Resources*) визначається разом з класом QoR. Термін «якість ресурсу (QoR)» прийнятий від терміна параметра "якість пристрою" і описує особливості ресурсу, які можуть мати значення для параметра QoS. Такі, наприклад, параметри «завантаження процесора» і «споживання пам'яті

пристрою» при посиланні на них.

В рамках онтологічної моделі використовуються два суперкласи. Клас *ManagedServiceElement* як суперклас сервісів і ресурсів. Клас *Dependency* позначає суперклас конкретних залежностей.

На рис. 2 представлено базову онтологічну модель у форматі OWL, яка описує основні класи сервісної моделі MNM.

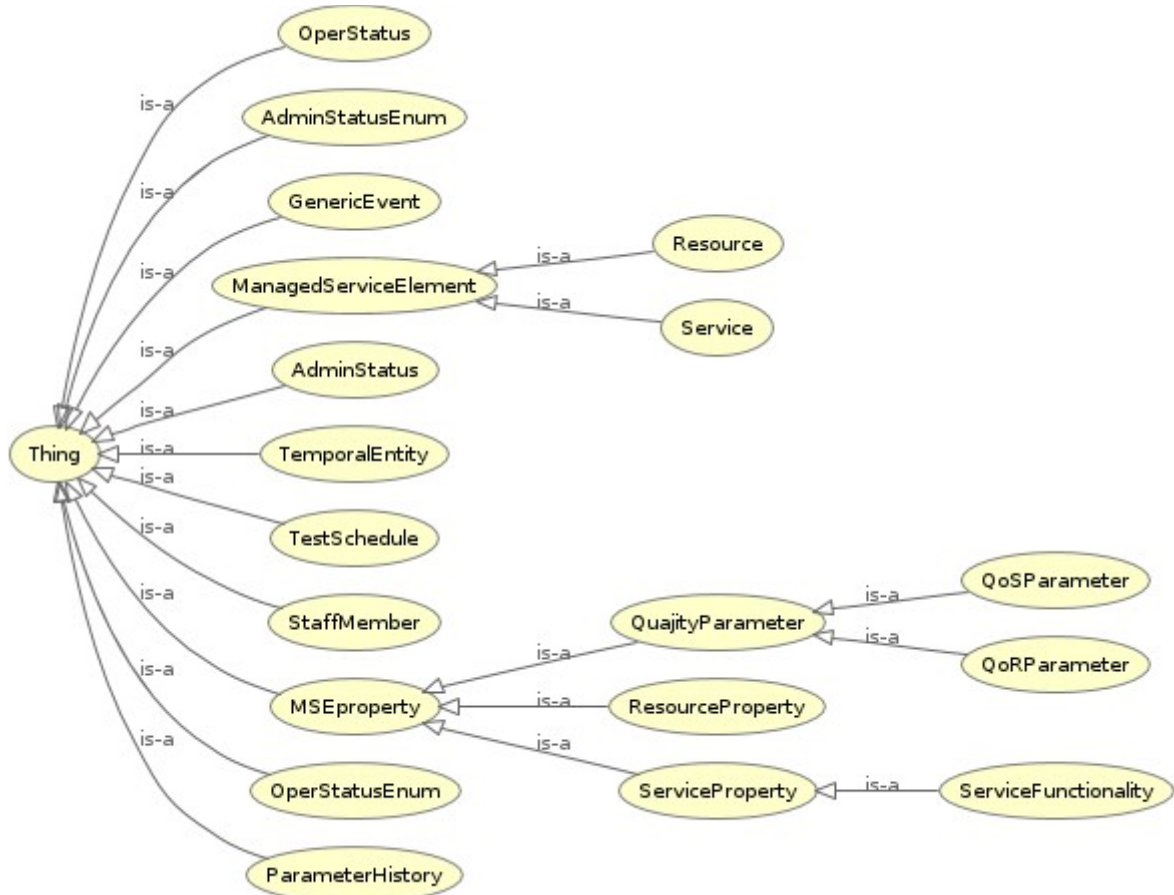


Рисунок 2 – Онтологічна модель у форматі OWL сервісної моделі MNM.

За аналогією з базовою онтологічною моделлю сервісної моделі MNM, в даному розділі розроблені додаткові онтологічні моделі:

- онтологічна модель опису основних залежностей, що визначають взаємозв'язок сервісу з SAP і функціональністю сервісу;
- онтологічна модель опису подій у PIC;
- онтологічна модель опису залежностей між керованими елементами.

За основу онтологічної моделі опису діагностичних тестів була взята інформаційна модель CDM з сімейства CIM. Центральним елементом CDM-моделі є клас діагностичного тесту (*DiagnosticTest*), який асоційований з класами, що описують елементи системи, які діагностуються (*ManagedElement*), конкретні задачі, що входять до складу тесту (*ConcreteJob*), комп'ютерні системи, на яких розташовані діагностичні системи (*ComputerSystem*), параметри діагностичних тестів (*DiagnosticSettingData*), журнали звітів про виконання діагностичних тестів, та інші. Введені поняття дозволяють описувати діагностичні тести та їх

зв'язок з елементами РІС, що діагностуються, та програмними реалізаціями.

Оскільки для опису онтологічної моделі діагностичних тестів також використовується формат OWL, її подання подібне до подання онтологічної моделі сервісної моделі MNM.

Використання розроблених онтологічних моделей при побудові бази знань структурних та функціональних залежностей між елементами РІС, показало зменшення часу на підтримку її актуальності під час експлуатації, в середньому, на 39%, порівняно з базами знань, що будувалися без використання онтологічного підходу.

У третьому розділі також наводиться розробка онтологічної моделі опису штатних і нештатних ситуацій, яка розташовується на третьому рівні абстракції узагальненої структури моделі бази знань діагностики РІС.

Ця модель, як і попередні, базується на онтологічному підході, але будується на основі базових термінів багатосортної мови прикладної логіки, які використовуються для опису знань предметної області, а також обмежень на їх значення. Даний підхід був застосований, оскільки основним недоліком підходу на основі OWL є те, що дескриптивна логіка є монотонною логікою. Це не дозволяє описувати в рамках OWL ситуації, при яких значення параметрів змінюються в часі. Для подолання цих обмежень використовувалася прикладна логічна теорія.

Опис предметної області представлено у вигляді чотирьох модулів:

- Базові поняття та домовленості, що описують параметри онтологічної моделі;
- Базові поняття та домовленості, що описують невідомі онтологічної моделі;
- Терміни знань, що описують штатні ситуації (ШС), і онтологічні домовленості про відповідність між ними;
- Терміни знань, що описують нештатні ситуації (НШС), і онтологічні домовленості про відповідність між ними.

При цьому, знання про нештатні ситуації («ЗНШС») подаються у вигляді множин структурних значень з атрибутами «причина» (*по*), «період розвитку», «слідствие», «варіанти», «фактори», «необхідне умові» (*ну*), «модальність» (*мод*), кожне з яких описує знання про конкретну нештатну ситуацію. Значенням причини є ім'я причини відхилення, значенням періоду розвитку - номер періоду розвитку причини, значенням наслідку - ім'я параметра, значенням варіантів - множина варіантів нештатних ситуацій, значенням факторів - множина особливостей, значенням необхідної умови - множина умов, значенням модальності - пріоритети. В рамках багатосортної мови прикладної логіки даний термін описується таким чином:

$$\begin{aligned} \text{ЗНШС} \equiv & (\text{по} \rightarrow \text{причини отклонения,} \\ & \text{період розвитку} \rightarrow \text{I}[1, \text{чпр}(\text{по})], \\ & \text{слідствие} \rightarrow \text{хлп, варіанти} \rightarrow \{ \} \text{варіанти ншс,} \\ & \text{фактори} \rightarrow \{ \} \text{особенности, ну} \rightarrow \text{умовия, мод} \rightarrow \text{пріоритеты}) \end{aligned}$$

Аналогічні вирази описують термін «*варіанти НШС*» та інші терміни, що входять в модуль знань, який описує нештатні ситуації.

Застосування онтологічної моделі опису штатних і нештатних ситуацій при побудові бази знань діагностичних ситуацій та їх причин виникнення, в порівнянні з формалізованими моделями, що не використовують онтологічний підхід, показало зменшення часу, який витрачає експерт-користувач на підтримку актуальності бази знань під час експлуатації, в середньому, на 21%.

Для застосування розроблених моделей у діагностуванні отримав подальший розвиток метод діагностування РІС. Ключовою відмінністю розвинутого методу є використання нечітких знань для ранжування визначених можливих діагнозів.

У рамках розробленого методу, задача діагностики полягає у визначенні множини можливих альтернативних діагнозів на основі знань предметної області та даних спостережень. У кожен діагноз можуть входити кілька причин відхилень, що протікають одночасно або послідовно. Вважається, що всі спостереження протікають на певному часовому відрізку, який називають періодом спостереження, на якому моменти часу вимірюються цілими невід'ємними числами.

У термінах використовуваної онтологічної моделі, для вирішення задачі діагностики необхідно мати:

- знання, які задовольняють обмеженням цілісності знань;
- знання про спостереження і їх можливі значення;
- знання про причини відхилень і тривалість їх періодів розвитку;
- знання про значення параметрів в штатних і нештатних ситуаціях.

результати спостережень:

- особливості, які спостерігалися і результати їх спостереження (значення);
- параметри, які спостерігалися, моменти їх спостереження і їх значення в ці моменти.

Пошук можливих несправностей (відхилень) проводиться за наступним алгоритмом:

1. Перевірити гіпотезу про те, що спостерігається ШС.
2. Якщо гіпотеза про те, що спостерігається ШС, підтвердилася, то перейти до кроку 3, інакше – до кроку 5.
3. Вважати результатом те, що відхилення відсутні і спостерігається ШС.
4. Завершити роботу, видавши результат.
5. Перебрати всі причини відхилень з бази знань, причому для кожної:
 - 5.1 Перевірити виконання необхідної умови для цієї причини відхилень. Якщо умови виконані, перейти до наступного кроку, інакше – перевірити наступну причину відхилень.
 - 5.2 Перевірити гіпотезу про те, що спостерігається НШС, яка викликана цим відхиленням. Якщо гіпотеза підтвердилася, перейти до наступного кроку, інакше – перевірити наступну гіпотезу про те, що

спостерігається НШС, яка викликана цим відхиленням.

5.3 Вирахувати ступінь подібності НШС до ситуації, що спостерігається, та додати її, разом з відхиленням, до множини рішень.

6. Завершити роботу, видавши отримані результати проранжованими за ступенем вірогідності.

Розвинутий метод діагностування РІС, на відміну від існуючих, що базуються на моделях з чітко заданими значеннями діагностичних параметрів, дозволяє експерту-користувачу автоматизовано отримувати проранжовану множину можливих альтернативних діагнозів. Порівняльний аналіз показав, що ранжування діагнозів дозволяє скоротити час на проведення діагностування кожної несправності, що була описана у базі знань, в 5-10 разів, в залежності від несправності та кваліфікації експерта-користувача, без втрати достовірності, та зменшити коефіцієнт простою, таким чином, на 7%.

У **четвертому розділі** розглядається інформаційна технологія побудови баз знань для діагностування РІС, а також наводиться опис її застосування для розробки бази знань автоматизованої системи діагностування реального сегмента РІС.

Розроблена інформаційна технологія представлена на рисунку 3.

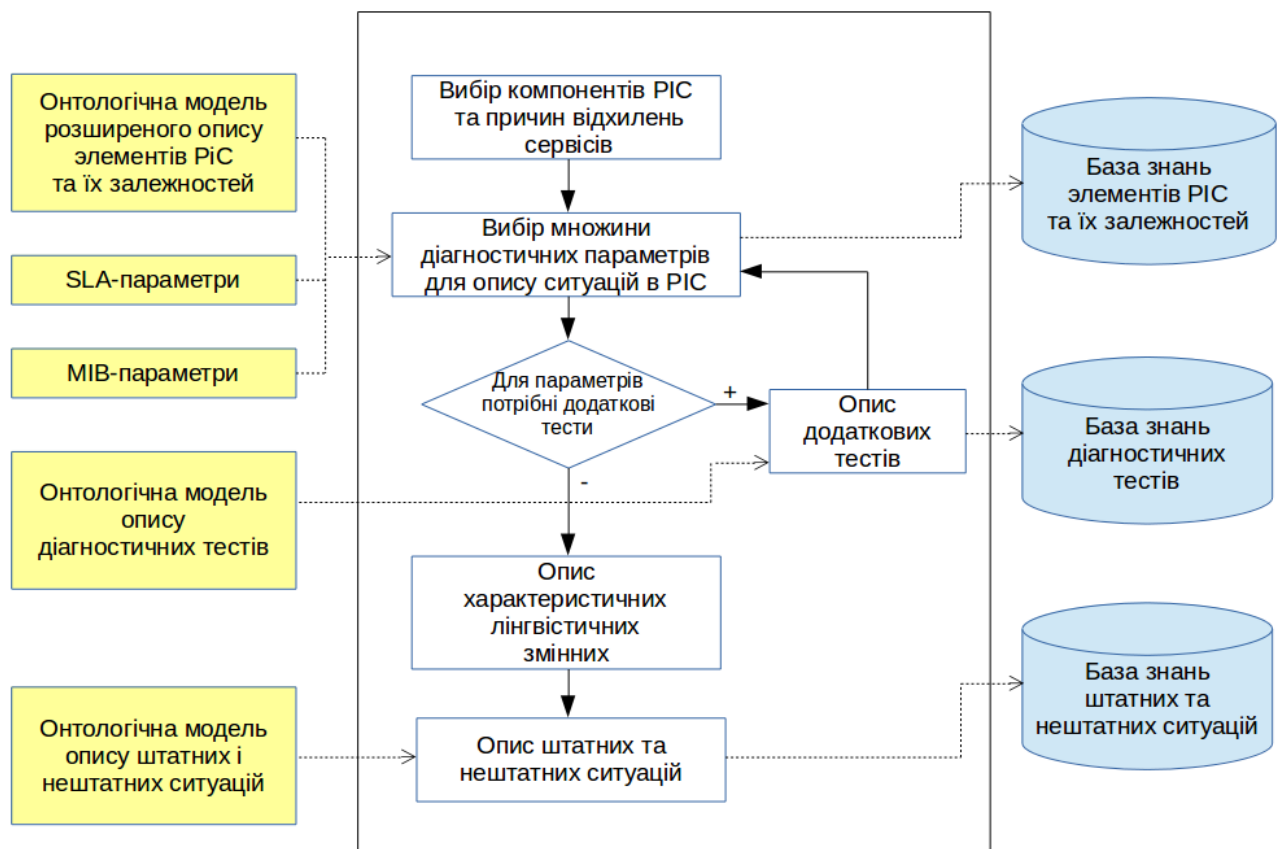


Рисунок 3 — Інформаційна технологія побудови баз знань для діагностування РІС

Інформаційна технологія передбачає ряд етапів побудови бази знань, що виконуються групою експертів в галузі діагностики РІС з використанням розроблених та представлених у другому та третьому розділі моделях.

На першому етапі визначаються множини діагностичних параметрів, що відповідають сервісам, які, в даний час, є критичними для РІС.

На другому етапі визначені відповідності діагностичних параметрів та сервісів, з використанням SLA-параметрів та МІВ-параметрів, згідно онтологічної моделі розширеного опису елементів РІС, формують базу знань елементів РІС та їх залежностей.

Якщо для отримання деяких діагностичних параметрів необхідне виконання додаткових діагностичних тестів, на третьому етапі проводиться опис необхідних додаткових тестів, згідно з онтологічною моделлю опису діагностичних тестів. На цьому етапі формується база знань діагностичних тестів.

На четвертому етапі відбувається формалізація нечітких експертних знань. Для описаних, на другому етапі, діагностичних параметрів проводиться побудова постортгонального семантичного простору та вводяться терми для нечіткого опису характеристичних лінгвістичних змінних.

На заключному п'ятому етапі, згідно з онтологічною моделлю опису штатних і нештатних ситуацій та використовуючи характеристичні лінгвістичні змінні, описані на попередньому етапі, описується набір штатних ситуацій і варіанти нештатних ситуацій, з фіксацією причин відхилень, які призводять до нештатних ситуацій, для кожного сервісу, описаного на другому етапі. Дані про штатні і нештатні ситуації формують базу знань про штатні і нештатні ситуації.

Згідно з описаною інформаційною технологією, була створена експериментальна база знань, а також діагностична система на її основі. Об'єктом діагностування обрана РІС, яка представляє собою клієнт-серверний додаток на основі СУБД «Oracle». Як джерело діагностичної інформації використовувалися засоби моніторингу, застосовані в РІС до цього. База знань наповнена адміністратором системи. Описані:

- знання про елементи системи і залежності між ними на основі понять, введених в онтологічній моделі розширеного опису елементів РІС і їх залежностей;
- знання про доступні діагностичних тестах на основі понять, введених в онтологічній моделі опису діагностичних тестів;
- знання про діагностичні параметри і їх можливі значення, а також їх подання у вигляді лінгвістичних змінних та їх значення, на основі понять, введених в узагальненій моделі діагностики РІС;
- знання про штатні і позаштатні ситуації на основі онтологічної моделі опису знань про штатні і нештатні ситуації.

Для застосування створеної бази знань розроблена спеціальна діагностична система на її основі. В рамках порівняльного аналізу проводилися виміри часу, що витрачається адміністратором на виконання діагностування випробуваної системи з використанням розробленої діагностичної системи і з

використанням існуючих засобів, що базуються на порогових методах. Порівняння часових витрат показало скорочення часу на діагностування кожної з несправностей, описаних у базі знань, в 5-10 разів, залежно від несправності та кваліфікації експертів-користувачів, без втрати достовірності. При цьому, використання бази знань призвело до зменшення коефіцієнта простою на 7%.

В рамках порівняльного аналізу також проводилися виміри часу, що витрачається адміністратором на модифікацію бази знань діагностичної системи, з метою підтримки її у актуальному стані по відношенню до системи, що діагностується. Заміри часу проводилися окремо при обслуговуванні бази знань, що побудована за моделями, які передбачають використання чітко заданих значень діагностичних параметрів і не використовують онтологічний підхід, та окремо для бази знань, побудованої згідно з розробленою інформаційною технологією. Порівняння часових витрат показало скорочення загального часу на обслуговування бази знань, побудованої згідно з розробленою технологією, на 24%.

Таким чином, в розділі чотири була описана інформаційна технологія побудови баз знань для діагностування РІС, яка передбачає застосування онтологічних моделей, описаних у попередніх розділах. Крім цього, в розділі також описано застосування цієї інформаційної технології з метою порівняльної оцінки часових витрат при діагностиці із застосуванням нового підходу і без нього. Отримані результати показали перевагу використання розробленої інформаційної технології побудови баз знань на основі побудованих онтологічних моделей при діагностиці РІС.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота містить раніше незахищені наукові положення та отримані автором нові науково обґрунтовані результати, які полягають у розробці моделей та інформаційної технології побудови баз знань для автоматизованого діагностування розподілених інформаційних систем, із застосуванням апарату теорії нечітких множин та онтологічного підходу. Це дало можливість значно скоротити часові витрати на діагностування розподілених інформаційних систем без втрати достовірності.

1. Проведено аналіз існуючих систем діагностування РІС, що базуються на знаннях, та методів і моделей їх побудови показав недоліки існуючих систем діагностування. На підставі результатів аналізу були сформульовані і обґрунтовані мета і завдання, проблеми та шляхи їх вирішення.

2. Опираючись на існуючі підходи та моделі представлення знань про діагностичні аспекти РІС, було розроблено й обґрунтовано структуру бази знань для систем діагностування РІС.

3. Для зменшення витрат часу на підтримку актуальності бази знань діагностичних ситуацій удосконалено узагальнену модель діагностики РІС. Застосування апарату нечітких множин, дозволило зменшити витрати часу

експертів -користувачів різної кваліфікації, в середньому, на 57%.

4. Розроблено онтологічні моделі розширеного опису елементів і залежностей в РІС, а також онтологічна модель опису діагностичних тестів у форматі OWL, яка дозволила скоротити час на підтримку актуальності бази знань структурних та функціональних залежностей між елементами РІС, в середньому, на 39%.

5. Розроблено онтологічну модель опису знань про штатні і нештатні ситуації на основі багатосортної мови прикладної логіки для опису експертних знань про нечіткі значення параметрів РІС у ситуаціях, що діагностуються, яка дозволила зменшити витрати часу на підтримку актуальності бази знань діагностичних ситуацій та їх причин, в середньому, на 21%.

6. Для використання в рамках розробленої моделі бази знань отримав подальший розвиток метод діагностування РІС який, на відміну від існуючих, дозволяє вирішувати задачу діагностики РІС з використанням знань про нечіткі значення діагностичних параметрів, за рахунок чого, зменшити витрати часу на проведення діагностування в 5-10 разів, без втрати достовірності, та зменшити коефіцієнт простою на 7%.

7. Розроблено інформаційну технологію побудови баз знань для систем діагностування РІС, застосування якої дозволяє скоротити часові витрати на діагностування РІС без втрати достовірності, та зменшити витрати часу діагноста-користувача на підтримку актуальності бази знань.

8. Експериментальна оцінка часових працевитрат на діагностування заданої РІС із застосуванням бази знань, побудованої на основі розроблених моделей та інформаційної технології, показало скорочення часу на діагностування кожної з несправностей, описаних у базі знань, в 5-10 разів, залежно від несправності та кваліфікації експерта-користувача, без втрати достовірності, що призвело до зменшення коефіцієнта простою системи в цілому, на 7%, а також зменшення витрат часу на підтримку актуальності бази знань на 24%.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Нестеренко, С. А. Разработка формализованного языка диагностики состояний на основе дескрипционной логики [Текст] / С. А. Нестеренко, П. М. Тишин, **А. С. Маковецкий**, // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи – Харків, 2012 №6 (58) – С. 178–183.

Видання включено до наукометричних баз даних: eLIBRARY, Index Copernicus, INSPEC IDEAS, Google Scholar.

2. Нестеренко, С. А. Разработка модели онтологии диагностики сервис-ориентированных сетевых структур на основе многосортного языка прикладной логики [Текст] / С. А. Нестеренко, П. М. Тишин, **А. С. Маковецкий**, //

Электротехнические и компьютерные системы – «Техника», 2012 №7 (83) – С. 102–108.

Видання включено до наукометричних баз даних: Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, Electronic Journals Library, РИНЦ, ВИНІТИ, Google Scholar.

3. Нестеренко, С. А. Модель онтологии априорного подхода прогнозирования проблемных ситуаций в сложных вычислительных системах [Текст] / С. А. Нестеренко, П. М. Тишин, **А. С. Маковецкий**, // Электротехнические и компьютерные системы – «Техника», 2013 №10 (86) – С. 111–119.

Видання включено до наукометричних баз даних: Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, Electronic Journals Library, РИНЦ, ВИНІТИ, Google Scholar.

4. Тишин, П. М. Применение нечётких множеств для выявления неполадок в распределенных информационных системах [Текст] / П. М. Тишин, **А. С. Маковецкий**, // Электротехнические и компьютерные системы – «Техника», 2015 №18 (94) – С. 7–11.

Видання включено до наукометричних баз даних: Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, Electronic Journals Library, РИНЦ, ВИНІТИ, Google Scholar.

5. Тишин, П. М. Описание закономерностей при диагностике распределенных информационных систем, с применением многосортного языка прикладной логики [Текст] / П. М. Тишин, **А. С. Маковецкий**, // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво – Луцьк, 2015 №19 – С. 156–162.

6. Тишин, П. М. Разработка модели онтологии диагностики распределенных информационных систем на основе многосортного языка прикладной логики [Текст] / П. М. Тишин, **А. С. Маковецкий**, // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – Харьков, 2015 №2 (74) – С. 21–26.

Видання включено до наукометричних баз даних: Ulrich's Periodicals Directory, DRIVER, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Index Copernicus, WorldCat, РИНЦ, Directory of Open Access Journals (DOAJ), EBSCO, ResearchBib, Directory Indexing of International Research Journals, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), CrossRef.

Наукові праці апробаційного характеру

7. Маковецкий, А. С. MASDK как среда разработки мультиагентных систем на основе онтологии NDL / А. С. Маковецкий, П. М. Тишин // Труды X Всеукраинской научно-технической конференции студентов и аспирантов “Информационные системы и технологии” - Одесса, ОГАХ – 2010. – С. 72-73.

8. Нестеренко, С. А. Решение задач диагностики, основанных на нетривиальной онтологии / С. А. Нестеренко, П. М. Тишин, **А. С. Маковецкий** //

Труды XIII международной научно-технической конференции «Современные информационные и электронные технологии» – Одесса, 2012. – С. 42.

9. Нестеренко, С. А. Разработка модели онтологии диагностики корпоративной сети на основе многосортного языка прикладной логики / С. А. Нестеренко, П. М. Тишин, А. С. Маковецкий // Труды XIII международной научно-технической конференции «Современные информационные и электронные технологии» – Одесса, 2012. – С. 85.

10. Нестеренко, С. А. Модель онтологии анализа тенденций для диагностики сложных вычислительных систем / С. А. Нестеренко, П. М. Тишин, А. С. Маковецкий // Труды XIV международной научно-технической конференции «Современные информационные и электронные технологии» – Одесса, 2013. – С. 119.

11. Тишин, П. М. Применение нечетких множеств для выявления неполадок в распределенных информационных системах / П. М. Тишин, А. С. Маковецкий, // Труды III Украинско-немецкой конференции «Информатика. Культура. Техніка» – Одесса, 2015. – С. 7-8.

12. Тишин, П. М. Применение многосортного языка прикладной логики для решения задач диагностики в распределенных информационных системах / П. М. Тишин, А. С. Маковецкий, // Труды XXIII Международной научно-практической конференции «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье» – Харьков, 2015. – С. 156.

АНОТАЦІЯ

Маковецький О. С. Моделі та інформаційна технологія побудови баз знань для діагностики розподілених інформаційних систем. - На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 - інформаційні технології - Одеський національний політехнічний університет МОН України, Одеса, 2015.

Дисертація присвячена створенню баз знань для діагностування розподілених інформаційних систем (РІС), які використовують апарат теорії нечітких множин та онтологічний підхід і дозволяє вирішити важливі науково-прикладні проблеми скорочення часових витрат на виконання діагностування та підтримку актуальності бази знань.

Практичне застосування бази знань і діагностичної системи на її основі, побудованих згідно розробленої інформаційної технології, дозволило скоротити час на діагностування кожної з несправностей, описаних у базі знань, в 5-10 разів, залежно від несправності, без втрати достовірності, що призвело до зменшення коефіцієнта простою системи в цілому, на 7%, а також зменшення витрат часу на підтримку актуальності бази знань на 24%.

Ключові слова: інформаційні технології, моделі предметної області, підтримка прийняття рішень, нечіткі множини, лінгвістичні змінні, онтології, дескриптивна логіка, розподілені інформаційні системи, системи діагностування, бази знань.

SUMMARY

Makovetskyi O. S. Models and information technology of building knowledge bases to diagnose the distributed information systems. - On the manuscript.

Thesis for scientific degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.06 - information technologies - Odessa National Polytechnic University of MES of Ukraine, Odessa, 2015.

Dissertation is devoted to the creation of knowledge bases to diagnose the distributed information systems (DIS) that use the apparatus of the theory of fuzzy sets and ontological approach and allows to solve important scientific and applied problems of time expenses reducing to perform diagnostics and support the relevance of the knowledge base.

Practical application of the knowledge base and diagnostic system on the basis of constructed according to developed information technology has reduced the time for diagnosing each of faults described in the knowledge base, in 5-10 times, depending on the failure, without losing credibility, which led to a reducing the coefficient of system downtime in general, by 7% and reducing the time required to supporting the relevance of the knowledge base by 24%.

Keywords: information technologies, domain models, decision support, fuzzy sets, linguistic variables, ontologies, a descriptive logic, distributed information systems, systems of diagnosing, knowledge bases.

АННОТАЦИЯ

Маковецкий А. С. Модели и информационная технология построения баз знаний для диагностики распределенных информационных систем. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии – Одесский национальный политехнический университет МОН Украины, Одесса, 2015.

Диссертация посвящена созданию баз знаний для диагностирования распределенных информационных систем (РИС), которые используют аппарат теории нечетких множеств и онтологический подход и позволяет решить важную научно-прикладную проблему сокращения временных затрат на выполнение диагностирования и поддержку актуальности базы знаний.

Разработана структура базы знаний для систем диагностирования распределенных информационных систем, а также обобщенная модель диагностики распределенных информационных систем, онтологические модели расширенного описания элементов и зависимостей в распределенных информационных системах и онтологическая модель описания знаний о штатных и нештатных ситуациях, как модули этой структуры. Создана информационная технология построения баз знаний для систем диагностирования распределенных информационных систем, основанная на разработанных

моделях описания знаний предметной области – диагностика распределенных информационных систем. Разработана база знаний и диагностическая система на её основе, практическое применение которой позволило существенно сократить время на диагностирование распределенной информационной системы.

Впервые разработана и обоснована структура базы знаний для систем диагностирования РИС, с учётом преимуществ и недостатков существующих подходов при создании баз знаний диагностики.

Усовершенствована обобщенная модель диагностики РИС, которая, с применением аппарата нечетких множеств, позволяет сократить временные затраты на поддержку актуальности базы знаний диагностических ситуаций в РИС.

Впервые разработаны онтологические модели расширенного описания элементов и зависимостей в РИС, а также онтологическая модель описания диагностических тестов в формате OWL с использованием дескриптивной логики, что позволило сократить время, которое затрачивается экспертами-пользователями на поддержку актуальности базы знаний структурных и функциональных зависимостей между элементами РИС в условиях высокой динамики развития РИС.

Впервые разработана онтологическая модель описания знаний о штатных и нештатных ситуациях на основе многосортного языка прикладной логики, что позволило сократить временные затраты эксперта-пользователя на поддержку актуальности базы знаний диагностических ситуаций в РИС и их причин.

Впервые разработана информационная технология построения баз знаний для систем диагностирования РИС, основанная на новых моделях базы знаний, с использованием онтологического подхода, аппарата теории нечетких множеств и моделей описания РИС семейства СИМ. Применение разработанной информационной системы позволяет существенно сократить временные затраты на диагностирование РИС и поддержку актуальности базы знаний диагностики РИС.

Проведена экспериментальная оценка временных затрат на диагностирование заданной РИС с применением базы знаний, построенной на основе разработанных моделей и информационной технологии, показало сокращение времени на диагностирование каждой из неисправностей, описанных в базе знаний, в 5-10 раз, в зависимости от неисправности, без потери достоверности, что привело к уменьшению коэффициента простоя системы в целом, на 7%, а также уменьшению затрат времени на поддержку актуальности базы знаний на 24%.

Ключевые слова: информационные технологии, модели предметной области, поддержка принятия решений, нечёткие множества, лингвистические переменные, онтологии, дескриптивная логика, распределённые информационные системы, системы диагностирования, базы знаний.