

РОЗДІЛ 10. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА, ЗАСНОВАНОЇ НА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ОБ'ЄКТНИХ МОДЕЛЯХ ТА ТЕХНОЛОГІЯХ

RESEARCH OF ADAPTIVE SYSTEM OF ECONOMIC SECURITY OF COMPANY BASED ON CALCULATING OBJECT MODELS AND TECHNOLOGIES

У статті розглянуто адаптивну систему, призначену для вирішення складних логічних завдань в умовах нечіткої невизначеності доменного простору економічної безпеки підприємства й обробки інформації в реальному масштабі часу. Зазначено, що ця система вирішує класичну задачу пошуку маршруту нечіткого логічного висновку. Розглянута адаптивна система економічної безпеки підприємства може працювати з повністю автономними системами. Вона автоматично обробляє вхідні значення якихось датчиків у реальному масштабі часу і на виході видає сигнали за заданими параметрами.

Ключові слова: адаптивна система, економічна безпека підприємства, семантико-онтологічна модель, семантичне ядро, система нечіткого висновку, система управління процесами.

В статье рассмотрена адаптивная система, которая предназначена для решения сложных логических задач в условиях нечеткой неопределенности доменного пространства экономической безопасности предприятия и обработки информации в реальном масштабе времени. Отмечено, что данная система решает классическую задачу поиска маршрута нечеткого логиче-

ского вывода. Рассмотренная адаптивная система экономической безопасности предприятия может работать с полностью автономными системами. Она автоматически обрабатывает входные значения каких-либо датчиков в реальном масштабе времени и на выходе выдает сигналы по заданным параметрам.

Ключевые слова: адаптивная система, экономическая безопасность предприятия, семантико-онтологическая модель, семантическое ядро, система нечеткого вывода, система управления процессами.

In the article the adaptive system is considered for solving complex logical problems in the conditions of fuzzy uncertainty of the domain space of enterprise economic security and processing of information in real time. It is noted that this system solves the classic problem of searching for a fuzzy logical conclusion. Considered adaptive system of economic security of the enterprise can work with fully autonomous systems. This system automatically processes the input values of some sensors in real time and outputs signals at given parameters.

Key words: adaptive system, enterprise economic security, semantic-ontological model, semantic core, fuzzy system, process control system.

УДК 658.14/17:338.24

Іванченко Н.О.

к.е.н., доцент, доцент кафедри економічної кібернетики

Національний авіаційний університет

Тюрменко В.В.

магістр

Національний авіаційний університет

Постановка проблеми. Адаптивна система (АС) економічної безпеки підприємства (ЕкБП) призначена для вирішення складних логічних завдань в умовах нечіткої невизначеності доменного простору (ДП) ЕкБП і обробки інформації в реальному масштабі часу та реалізує алгоритм на основі лінійної обчислювальної складності пошуку маршруту нечіткого логічного висновку. Цей метод базується на використанні семантико-онтологічних моделей (СОМ) нечітких логічних правил і дає змогу реалізувати активне навчання логічне виведення рішення задачі, кероване потоком вхідних даних.

Фактично АС ЕкБП вирішує класичну задачу пошуку маршруту нечіткого логічного висновку, але з такими перевагами перед аналогами:

- 1) обчислювальна складність – лінійна;
- 2) вирішує логічні, інтелектуальні і обчислювальні класи завдань обробки економічної інформації;
- 3) дає змогу виконувати керовану потоком даних активну обробку на адаптивній мережі првил і змінних (самонавчання);

4) адаптивний опис наочної сфери для забезпечення можливості еволюційного рішення задач, що є важливим під час створення експертної системи або системи підтримки ухвалення рішень для наочних сфер, що характеризуються динамічністю (мінливістю набору або змісту показників і т. ін.);

5) управління потоком вхідних даних і виконання оперативної діагностики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі описано велику кількість моделей подання знань, серед яких найбільш використовуваними є логічні, продукційні, мережеві, фреймові та алгоритмічні [1; 2]. Незважаючи на велику кількість досліджень семантичних моделей, моделювання знань і очевидні переваги таких систем, використання поки обмежене. Вагомою причиною є використання точних кількісних методів у складно структурованих і нечітких сферах [3; 4]. Математична модель подання знань ураховує семантичну невизначеність оцінювання експертом знань [5]. Але в зазначених роботах немає практичної реалізації.

Постановка завдання. Метою роботи є розроблення та дослідження адаптивної системи ЕкБП, яка заснована на обчислювальних об'єктних моделях та технологіях.

Виклад основного матеріалу дослідження. У статті пропонуються такі підходи до вирішення проблеми інтеграції адаптивної системи:

- розроблення такого способу представлення знань, який би забезпечив їх легку інтегрованість. Як указаний спосіб пропонується використовувати мову уніфікованого кодування онтолого-семантичних мереж;
- трактування АС обробки знань (вирішувача завдань) як багатоагентної системи, кожен агент якої здійснює певну цілеспрямовану зміну стану бази знань, що зберігається. Очевидно, що додавання у багатоагентну систему нового коректно працюючого агента не вимагає внесення яких-небудь змін в інші агенти. У цьому полягає найважливіша перевага багатоагентних систем;
- трактування призначеного для користувача інтерфейсу інтелектуальної системи як спеціалізованої інтелектуальної системи, що має свою базу знань і свою машину обробки знань (свій набір агентів).

Очевидно, що інтеграція цілих АС припускає інтеграцію баз знань цих систем;

- інтеграцію їх машин обробки знань (вирішувачів завдань);
- інтеграцію їх призначених для користувача інтерфейсів.

Адаптивна система СОМ ДП ЕкБП (рис. 1), що базується на моделях даних і знань, складається із семантико-онтологічного ядра (СОЯ), що забезпечує уявлення й зберігання інформації у вигляді

семантико-онтологічної мережі знань та даних, і підсистем, що відповідають:

- за розроблення, верифікацію і супровід системи знань АС ЕкБП;
- за розроблення і розвиток контенту АС ЕкБП;
- за представлення знань і даних кінцевому користувачу та іншим інформаційним агентам.

Систему нечіткого висновку і систему управління процесами, що входить у семантичне ядро АС ЕкБП, представляють у системі рівень зберігання фактів (даних). Вони забезпечують усі види взаємодії з об'єктно-орієнтованою семантичною мережею, що є основним сховищем даних у системі. Ці модулі є обов'язковими компонентами всіх АС ЕкБП, що розробляються у рамках даного підходу.

У СОЯ АС ЕкБП входять менеджер мережі, обслуговуючий сховище даних, і семантичний модуль, що надає весь набір операцій над мережею. Відмінність семантичного модуля від менеджера мережі полягає у тому, що він забезпечує роботу з мережею на рівні системи знань АС ЕкБП (у термінах класів і відносин онтології), а менеджер мережі – на рівні даних.

Багаторівнева онтологія ЕкБП покладена в основу розроблення АС ЕкБП – спеціалізованого комп'ютерного банку знань.

У банку знань СОЯ можна виділити дві частини: серверну і клієнтську. Серверна частина містить метаонтології (онтології третього рівня) різних розділів ЕкБП, онтології (другого рівня) і бази знань (онтології першого рівня) різних потенціалів ЕкБП, редактори метаонтологій, онтологій і знань, а також системи для вирішення завдань ЕкБП та системи введення початкових даних цих завдань. Клієнтська

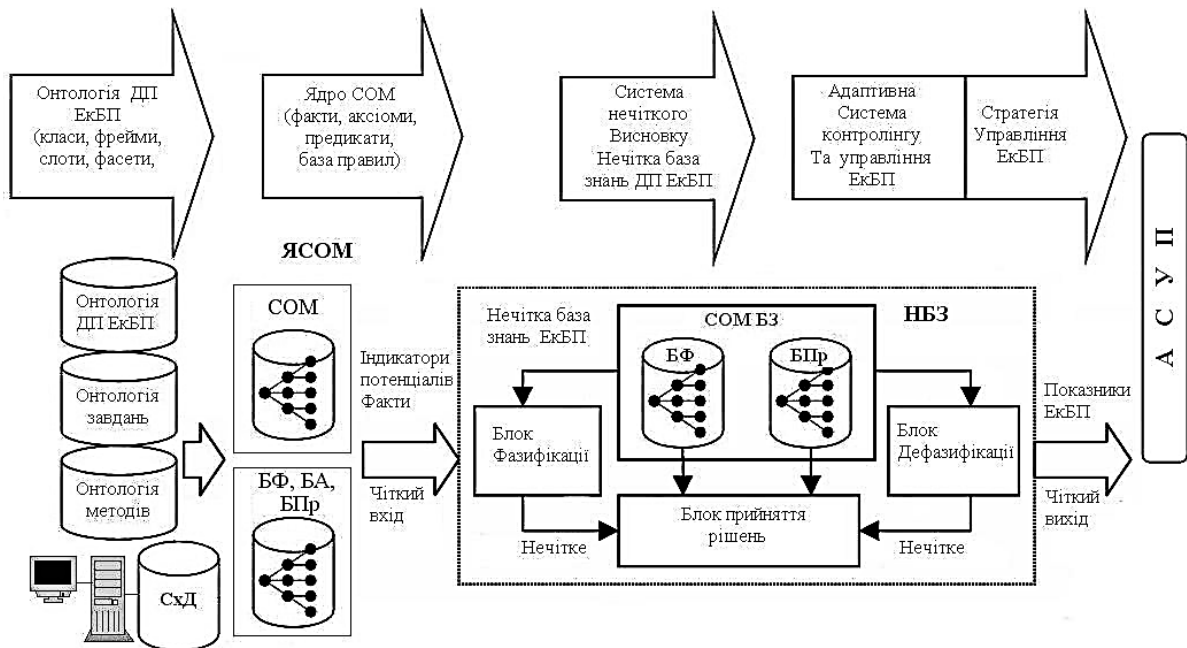


Рис. 1. Компоненти архітектури АС СОМ ДП ЕкБП

частина БЗ містить інтерфейс редакторів і вирішувачів завдань. Взаємодія користувача з банком знань здійснюється засобами адміністративної системи багатоцільового банку знань.

Відповідно до запропонованої архітектури, кожна інтелектуальна інформаційна система повинна мати свою онтологію. Онтологія будь-якої АС ЕкБП будується виходячи з вимог уявлення й організації знань і даних у системі з урахуванням її функціональності. Загалом вона включає онтологію ДП ЕкБП, онтологію завдань та онтологію методів.

Залежно від складності системи, що будується, і опрацьованості її сфери знань онтологія системи може будуватися або безпосередньо на основі онтології представлення знань, або шляхом добування і розвитку раніше створених базових або прикладних онтологій.

Для складно структурованої наочної сфери онтологія має декілька рівнів. Онтологія верхнього рівня ДП ЕкБП містить терміни, за допомогою яких визначаються онтології наступного рівня (онтології потенціалів). Перехід до онтології деякого рівня від онтології ДПі полягає у завданні термінів онтології цього розділу, а також онтологічних угод.

Онтологія кожного економічного потенціалу містить терміни, за допомогою яких визначається онтологія економічного індикатора. Перехід до онтології індикатора полягає у завданні термінів онтології цього індикатора, а також онтологічних угод. Таким чином, онтології кожного економічного потенціалу відповідає безліч онтологій індикаторів даного потенціалу. Якщо індикатор, своєю чергою, має підкласи, то його онтологія використовується під час визначення онтологій підкласів індикаторів.

До АС повинні входити модулі, що відповідають за поповнення її контенту знаннями і даними. До них належать редактори онтологій і контенту, що дають змогу вводити в сховище даних знання і факти в ручному режимі. При цьому редактор контенту управлятиметься онтологією АС ЕкБП. Розвинені АС ЕкБП можуть включати засоби автоматичного поповнення контенту новими фактами, а також автоматичного добування інформації з тексту.

Для полегшення розроблення і супроводу системи в неї можуть включатися модулі візуалізації, аналізу та верифікації онтологій й контенту АС ЕкБП.

Для забезпечення інтерфейсу з кінцевими користувачами в систему включаються модулі, що відповідають за навігацію по контенту АС ЕкБП і змістовний пошук інформації в ньому в термінах понять наочної сфери системи, а також за представлення знань і даних кінцевому користувачу.

Якщо в ДП використовуються факти, то це вимагає і спеціальних засобів для роботи зі значеннями цих величин. У системі підтримки роботи з фактами, аксіомам, предикатами, базами знань нестандартної величини зіставлені підсистеми введення/виведення їх значень. Бібліотека також містить підпро-

грами, що реалізують операції і відносини над елементами нестандартних величин. Введення і виведення значень нестандартних величин може проводитися з використанням графіки.

У цьому разі системи введення/виведення повинні підтримувати графічне представлення елементів нестандартних величин. Спеціалізовані системи виведення графічної інформації повинні перетворювати вербально представлену інформацію у графічне уявлення.

Наслідком зміни онтології є поява нових класів вирішуваних задач, тому АС повинна давати змогу модифікувати програмні компоненти для вирішення завдань. Додавання методів для вирішення нових класів завдань забезпечує бібліотека методів. Методи до цієї бібліотеки можуть додаватися або вручну, або системою автоматичного формування методів.

Якщо онтології всіх рівнів і знання структуровані, то багаторівневий редактор повинен підтримувати процес завдання значень параметрів усіх рівнів. Якщо тільки частина онтології або знань структурована, то компонентом багаторівневого редактора повинен бути спеціалізований редактор формул, що дають змогу задавати онтологічні угоди й знання у вигляді формул.

Багаторівневі редактори онтологій і знань повинні давати змогу використовувати спеціалізовані системи для введення/висновку представлених графічно знань. Причому виклик спеціалізованої системи під час редагування знань повинен управлятися онтологією другого рівня.

Представлення онтологій і знань ДП ЕкБП фіксується багаторівневою моделлю. Редактор може представляти онтології різних рівнів і знання у вигляді СОМ або системи фреймів.

Проте в деяких ДП ЕкБП знання містять інформацію про значення різних властивостей об'єктів цієї сфери. Для забезпечення швидкого пошуку інформації значення таких властивостей зберігаються у таблиці бази даних. Структура представлення інформації в модулі бази знань фіксується модулем онтології. Засобами СУБД автоматично створюється сховище даних, що складається зі зв'язаних між собою таблиць. Схема бази даних для представлення фактів автоматично визначається на основі визначення термінів і зв'язків між ними в моделі онтології.

Інформаційне наповнення прототипу спеціалізованого банку містить метаонтології потенціалів ДП ЕкБП. Система дає змогу додавати онтології нових розділів сфери, якщо структура їхньої онтології описується метаонтологією ЕкБП. Загальні для розділів фрагменти знань і онтологій зберігаються один раз і повторно використовуються в інших розділах. Система дає змогу додавати нові методи рішення задач, які можуть бути спеціфіковані в термінах онтологій або метаонтологій.

Пропонована модель представлення даних в АС ЕКБП – це об'єктно-орієнтована СОМ. Відповідно до цієї архітектури, це типова АС, що є відправною точкою для розроблення конкретної АС ЕКБП шляхом побудови її бази знань, представленої онтологіями, і включення в неї необхідних для підтримки необхідної функціональності програмних компонентів, вибраних із наявного набору або реалізованих наново.

Система має два входи, призначені для різних типів користувачів: інтерфейс кінцевого користувача і інтерфейс експерта і/або інженера знань, представлений редактором онтологій. Окрім того, система включає конфігуратор, який дає змогу розробникам підключати до системи нові модулі та вирішувачі, забезпечуючи розширення класу вирішуваних системою задач.

АС ЕКБП під час вироблення рішень і рекомендацій використовує різноманітну інформацію із зовнішнього сховища даних (ЗХД). У зв'язку із цим АС ЕКБП реалізується у вигляді двох взаємодіючих підсистем: адаптера АС ЕКБП, що забезпечує обмін даними із ЗХД і отриманням завдань, і супервізора. Супервізор є ядром системи, він організує роботу вирішувачів, що забезпечують в АС ЕКБП рішення певних класів задач.

Кожен вирішувач має свій формат вхідних і вихідних даних, тому для кожного вирішувача розроблений адаптер для обміну даними між ним і локальною пам'яттю (ЛП) системи.

Вирішення конкретних задач реалізується окремими модулями підтримки ухвалення рішень, за виконання (інтерпретацію) яких відповідає один із вирішувачів. Виконується конфігурація модулів підтримки ухвалення рішень, що реалізують рішення системи завдання, що поступила на вхід, породжується планувальником, який звертається до онтології завдань, щоб дізнатися ім'я реалізуючого це завдання модуля ухвалення рішень.

Для того щоб спростити й уніфікувати обмін інформацією між різнорідними компонентами і модулями АС ЕКБП (адаптерами, супервізором, вирішувачами і ін.), а також між супервізором і ЗХД, розроблений формат представлення даних у вигляді об'єктів (екземплярів понять) онтології, що описує наочну (онтологія ПО) і проблемну (онтологія завдань і онтологія методів ухвалення рішень) сфери системи.

Для розроблення онтологій потрібен редактор, що надає розвинені інтерактивні засоби створення, редагування і супроводу онтологій для користувачів різних рівнів – інженерів знань і експертів. Окрім того, редактор повинен включати засоби аналізу і візуалізації онтологій у вигляді графів та екранних форм. Редактор також повинен давати змогу конвертувати онтології не тільки у формат, використовуваний в АС ЕКБП, а й у формати стандартів OWL, XML і RDF. Окрім того, він

повинен забезпечувати імпорт онтологій, представлених у форматі OWL.

Система нечіткого виведення бази знань (НБЗ) ЕКБП складається з п'яти функціональних блоків:

- *блок фазифікації*, що перетворює чисельні вхідні значення на ступінь відповідності лінгвістичним змінним;
- *база правил*, що містить набір нечітких правил типу «якщо, то»;
- *база даних*, у якій визначено функції приналежності нечітких множин, що використовуються у нечітких правилах;
- *блок прийняття рішень*, який виконує операції виведення на основі наявних правил;
- *блок дефазифікації*, що перетворює результати виведення на чисельні значення.

Доцільно використовувати три основних *типи систем нечіткого виведення*:

– 1-й тип: вихідне значення знаходиться як зважене середнє результатів виконання кожного правила, для кожного з яких дефазифікація проводиться окремо; для таких систем вихідні функції приналежності повинні бути монотонно-неспадаючими;

– 2-й тип: вихідне нечітке значення – це результат об'єднання нечітких виходів кожного правила; кожний нечіткий вихід зважено за допомогою ваг спрацьовування правил; чітке вихідне значення знаходиться у результаті дефазифікації об'єднаного нечіткого виходу;

– 3-й тип: система, побудована на правилах типу Сугено; вихідне значення є лінійною комбінацією вхідних значень плюс деяке постійне значення, загальний вихід є середнім зваженим усіх правил.

Загалом як значення вхідних та вихідних змінних правил можна використовувати нечіткі множини, з якими не пов'язане ніяке поняття, оскільки під час проведення нечіткого виведення нечіткі терми все одно представляються нечіткими множинами і пов'язане з нечітким термом поняття не відіграє ніякої ролі. У роботі використано другий тип.

Архітектура нечіткого регулятора складається з трьох компонентів: бази правил, інтерфейсної частини, апарату нечіткого висновку.

Інтерфейсна частина забезпечує виконання таких функцій:

- уведення початкових даних;
- створення, завантаження і збереження бази правил нечітких продукцій;
- уведення і редагування змінних, термів, сфер і умов застосовності, правил нечітких продукцій на обмеженій підмножині природної мови;
- перетворення правила нечіткої продукції з природнономовного уявлення в предикативне;
- налаштування методів логічного висновку: активізації, акумуляції та дефазифікації;
- відображення результатів нечіткого логічного висновку у вигляді числових даних і графіків функцій приналежності.

У базі правил зберігається безліч вхідних і вихідних лінгвістичних змінних із відповідними їм множинами терма; безліч чітких змінних; безліч продукційних правил, що включають умову застосовності правила, посилку і висновок.

Висновки з проведеного дослідження.

Отже, розглянута АС ЕкБП може працювати з повністю автономними системами, тобто автоматично обробляти вхідні значення якихось датчиків у реальному масштабі часу і на виході видавати сигнали по заданих параметрах, наприклад «порушення ЕкБП» і т. ін.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Дубас О.П. Інформаційний розвиток сучасної України у світовому контексті: монографія. К.: Генеза, 2004. 208 с.

2. Інформаційні мережеві технології в науці і освіті / М.З. Згуровський, Ю.І. Якименко, В.І. Тимофеев. СДІТ. 2002. № 3. С. 153.

3. Dey L., Abulaish M. Fuzzy Ontologies for Handling Uncertainties and Inconsistencies in Domain Knowledge Description. Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE2008, Hong Kong, China). IEEE Computer Society, 2008. P. 1366-1373.

4. Zhai J., Li V., Zhou K. Linguistic Variable Ontology and Its Application to Fuzzy Semantic Retrieval. Communication in Computer and Information Science. 2010. № 4. P. 188-195.

5. Бураковский А.И., Попова Ю.Б. Математические модели пользователей в адаптивных обучающих системах. Информационные технологии в образовании, науке и производстве: материалы МНТИК. URL: <http://www.bntu.by/news/67-conference-mido/1545-2014-11-22-12-18-35.html>.