

УДК 004.89

С.В. Шаров, Д.В. Лубко, В.В. Осадчий

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Б. Хмельницького, Мелітополь*

## ВИБІР МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ У СИСТЕМІ ІСІКС

*Суттєве збільшення сфер застосування інтелектуальних інформаційних систем актуалізує проблему розробки та обґрунтування нових способів представлення знань. У статті розглядаються традиційні моделі представлення знань, а також звертається увага на перспективний спосіб відображення знань у вигляді онтологій. Зазначається, що методологія онтологій буде використовуватися авторами для забезпечення роботи інтелектуальної інформаційної системи ІСІКС.*

**Ключові слова:** інтелектуальні інформаційні системи, представлення знань, база знань, онтологія.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Постійне збільшення обсягів професійних знань та високий ступінь розвитку інформаційно-комунікаційних технологій актуалізує проблему розробки високоякісних програмних продуктів, призначених для задоволення інформаційних потреб користувачів.

Актуальність теми роботи визначається значним розширенням сфери застосування різноманітних інформаційних систем, які засновані на знаннях. Їх можна зустріти і в освіті, і у бізнесі, в управлінській діяльності, тощо. Робота будь-якої інтелектуальної системи передбачає обробку бази знань, яка складає її основу та має властивість поступово накопичувати нові знання. Водночас, на Україні, у зв'язку із прискоренням євроінтеграційних процесів, постала необхідність та виникла потреба створення інструменту для зіставлення систем кваліфікацій в європейських країнах із українською національною рамкою кваліфікацій. Багатьом учням, а особливо випускникам ВНЗ, викладачам та роботодавцям необхідна інформація про кваліфікації, щоб зрозуміти і порівняти системи освіти і професійної підготовки різних країн для кращого планування навчання і свого майбутнього працевлаштування.

**Аналіз останніх досліджень.** Питаннями розробки різних інформаційних систем займалися як зарубіжні (Bilewski L., Lewand R., Pearl J.) так і вітчизняні (Лозицький О.А., Пасічник О.В., Темник К.В.) науковці. Теоретичні та практичні засади створення та використання онтологій розроблялися Грубером Т. та Гуаріно Н. Концептуальні засади та методичні аспекти впровадження національних рамок кваліфікацій висвітлювались Захарченком В.М., Подковкою Х.В. та ін.

**Метою статті** є загальний огляд основних моделей представлення знань, повідомлення про вибір онтології у якості основи для бази знань, яка буде оброблятися інформаційною інтелектуальною системою ІСІКС.

### Основна частина

Активне застосування систем, з елементами штучного інтелекту, істотним чином перетворює сучасну реальність та формує особливий тип світовідчуття. Техніка, яка оснащена ознаками штучного інтелекту, що є засобом підвищення рівня комфорту і безпеки, стає характерною рисою повсякденного побуту [1]. Зазначені закономірності призвели до появи інформаційних систем нового типу, з назвою - інтелектуальні інформаційні системи (ІІС). Під ІІС розуміють автоматизовані інформаційні системи, які засновані на знаннях, або комплекс програмних, логіко-математичних і лінгвістичних засобів для здійснення підтримки діяльності людини та пошуку інформації у режимі забезпечення діалогу між обчислювальною технікою та користувачем засобами природної мови [2].

Інтелектуальні інформаційні системи є природним результатом розвитку звичайних інформаційних систем, які зосередили у собі технології з високим рівнем автоматизації процесів підготовки інформації для прийняття рішень та безпосередньо процесів вироблення варіантів рішень, що спираються на отримані інформаційною системою даних [3]. Їх використання можна зустріти у бізнесі, на виробництві, освіті, тощо. Так, у Мелітопольському державному педагогічному університеті імені Б. Хмельницького колективом розробників було поставлено за мету розробити інтелектуальну систему інформаційного та когнітивного супроводу функціонування Національної рамки кваліфікацій (ІСІКС). Зазначена інформаційна інтелектуальна система дозволить об'єднати інформацію про рамки кваліфікацій різних країн, компетенції випускників вищих навчальних закладів та попит стейкхолдерів на висококваліфікованих фахівців.

Основу будь-якої інтелектуальної системи складають база знань і закладений в систему механізм виведення рішень. Ці компоненти визначають дві основні інтелектуальні характеристики системи: здатність зберігати знання про щось і вміння оперувати цими знаннями [4]. Тому на початковому етапі

розробки інтелектуальної системи ІСІКС потрібно було визначитися із моделлю представлення знань.

Взагалі, поняття знань розглядається як сукупність даних, що мають розвинену і складну структуру. Знання в базі знань подаються у вигляді певних інформаційних одиниць знань і зв'язків між ними. Слід зазначити, що форма подання знань істотно впливає на властивості та характеристики інформаційних систем, тому це є однією з важливіших проблем, характерних для систем, орієнтованих на знання. Оскільки логічні висновки та дії над знаннями в інформаційних інтелектуальних системах проводяться програмним чином, то знання не можуть бути подані безпосередньо в звичайному вигляді, тобто в тому вигляді, в якому вони використовуються користувачами системи [5]. Тому одним із головних завдань, при створенні інтелектуальних інформаційних систем, полягає у структуруванні та занесенні знань так, щоб програмні агенти або модулі, які входять до складу інтелектуальної системи, змогли осмислено обробляти їх та задовольняти інформаційні потреби користувача.

Знання, як особливий ресурс, мають властивості безперервного нарощування їх обсягів і якісних характеристик у відповідності до змін у науці, суспільстві або культурі. Як і будь-який інший ресурс, знання підтвержені швидкому старінню. Тому для роботи зі знаннями потрібні особливі методи їх обробки, зберігання та використання. Для цього було введено поняття інженерії знань, під яким можна розуміти теорію, методологію і технологію, які охоплюють методи видобутку, аналізу, подання та обробки знань, отриманих від експертів.

Предметом інженерії знань є представлення знань, їх обробка та використання, що розглядаються стосовно конкретної прикладної області. За визначенням, представлення знань – це напрям методології науки і системних досліджень, що вивчає прагматичні характеристики наукового знання, тобто залежність організації знання від вимог діяльності, у межах якої їх потрібно використовувати.

Проблема представлення та подання знань полягає в тому, що в більшості випадків знання є продуктом діяльності людини, точніше, експерта в деякій предметній області. Ці знання часто мають якісний, але суперечливий характер. Для подальшої обробки та використання цих знань, з урахуванням специфіки функціонування комп'ютера, вони повинні бути приведені до однозначного формалізованого виду.

Представлення знань в електронному варіанті передбачає визначення деяких початкових об'єктів, правил формування на їх основі нових об'єктів і в результаті отримання опису цих знань. Формальний спосіб опису предметної області і є моделлю представлення знань. У якості вхідних об'єктів виступають значення даних. Відносини між даними визначають правила утворення нових об'єктів. Виконуючи окремі процедури над відносинами між даними,

структурують дані і формують певні знання [6]. В наш час моделі подання знань є предметом досліджень і розробок, як в середовищі вузьких спеціалістів (в основному програмістів і математиків), так і спеціалістів різноманітних предметних галузей, які намагаються використовувати інтелектуальні системи в своїй діяльності. До моделей подання знань, які застосовуються у навчальних інтелектуальних системах, повинні висуватися такі вимоги:

- прогнозована ефективність – здатність системи оцінити якість згенерованого рішення;
- здатність до пояснення рішення;
- продуктивність – прогнозований час реакції на зовнішній вплив і наявність механізмів оптимізації процедур виведення;
- здатність до навчання – придатність системи в автоматизованому режимі накопичувати знання і враховувати нові вхідні дані;
- масштабованість – можливість нарощування бази знань або об'єднання декількох баз знань різних рівнів в єдину ієрархічну систему;
- можливість імпорту-експорту знань – придатність бази знань до модернізації в процесі еволюції системи;
- наочність – придатність до сприйняття і аналізу цілісного образу знань [7].

Завдяки цьому сьогодні існують різноманітні моделі подання знань для різних предметних областей. Більшість з них може бути зведена до наступних класів: логічні моделі; семантичні мережі; фрейми; продукційні моделі та нейронні мережі. Звичайно, кожен із зазначених вище типів моделей подання знань має свої переваги та недоліки в залежності від сфери застосування.

Коротко розглянемо основні характеристики кожної із зазначених моделей.

*Логічна модель представлення знань.* Знання, необхідні для вирішення задачі, і сама задача, описуються певними твердженнями на логічній мові. Знання становлять безліч аксіом, а задача, що вирішується, являє собою теорему, яка вимагає доказу. Процес доведення теореми і становить логічну модель подання знань. Опис логічної моделі ґрунтується на конструктивній логіці, яку можна відобразити наступною сукупністю:

$$M = \langle T, P, A, F \rangle,$$

де  $T$  – множина базових елементів,  $P$  – множина правил,  $A$  – безліч справжніх виразів (аксіом),  $F$  – правило висновку.

*Семантична модель представлення знань.* Ця модель дозволяє оперувати поняттями, вираженими на природній мові. Прикладом реалізації такої моделі служать експертні системи. Для побудови моделі використовують апарат семантичних мереж, представлених у вигляді графа:

$$G = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m\},$$

де  $Y$  – вузли (вершини) графа. Вони відображають деякі сутності – об'єкти, події, процеси, явища і т.д.;

$\beta$  – дуги графа, які позначають відносини між сутностями, задані на множині вершин. Вершини відображають сутності різного ступеня спільності. Їх впорядкування відбувається за видами відносин. Предметна галузь відображається як сукупність сутностей і відносини між ними.

*Фреймова модель представлення знань.* Ця модель базується на сприйнятті людиною навколишнього світу, на психології людини. Коли людина потрапляє в якусь ситуацію, вона ідентифікує її деякій типовій структурі, наявній в її пам'яті. Ця структура і є фреймом – декларативним поданням типової ситуації, доповненою процедурною інформацією про можливість та шляхи її використання.

*Продукційна модель* містить сукупність правил (продукції) у вигляді:

1. „ЯКЦО” умова „ТО” дія
2. „ЯКЦО” причина „ТО” наслідок
3. „ЯКЦО” ситуація „ТО” рішення.

Суть моделі полягає в тому, що якщо виконуються певні правила умови, то потрібно зробити деяку дію. Продукційні моделі можуть бути реалізовані процедурно і декларативно. У процедурних системах неодмінно повинні бути: база даних, набір продукційних правил та інтерпретатор (він визначає послідовність активізації продукції). База даних є змінною частиною моделі, а правила та інтерпретатор постійні. Можна додавати і змінювати лише факти (знання). Продукційні моделі застосовуються у тих предметних галузях, які характеризуються відсутністю чіткої логіки, а завдання вирішуються на основі незалежних правил (евристик).

*Нейронні мережі.* Нейронні мережі є спробою моделювання здатності людського мислення, зокрема, здатності навчатися і вирішувати задачі розпізнавання по прецедентах. Вони засновані на досягненнях біології і медицини — найпростіших моделях людського мозку, створених у середині минулого століття. Біологічний мозок розглядається як множина елементарних елементів - нейронів, з'єднаних один з одним численними зв'язками. Нейрони бувають трьох типів: рецептори (приймаючі сигнали з зовнішнього середовища і передавальні іншим нейронам), внутрішні нейрони (приймаючі сигнали від інших нейронів, що перетворюють їх і передають іншим нейронам) і реагуючі нейрони (приймаючі сигнали від нейронів і сигнали, які передаються у зовнішнє середовище).

Як форма представлення знань в інтелектуальних інформаційних системах все більшу популярність набуває *онтологія*. В останні роки розробка та використання онтологій знайшла широке практичне застосування в конкретних предметних областях.

Онтологію можна визначити як ієрархічно структуровану безліч термінів, що описують предметну область. Вона може бути використана як вихідна структура для бази знань. У інженерії знань

під онтологією розуміється детальний опис деякої проблемної області, який використовується для формального і декларативного визначення її концептуалізації. Онтології дозволяють представити поняття у вигляді, придатному для машинної обробки. Нерідко вони використовуються в якості посередника між користувачем і інформаційною системою та дозволяють формалізувати домовленості про термінологію між розробниками або групою користувачів, які будуть використовувати ПС [8].

Комп'ютерна онтологія є формальним виразом концептуальних знань про предметну область. За своєю значимістю її можна порівняти з базою знань інтелектуальної інформаційної системи, а її побудова є специфічною формою людської творчості. Творчий процес можна представити сукупністю операцій, процедур із судженнями, твердженнями, поняттями і відносинами між ними. Відношення, у свою чергу, є основою для побудови складової частини наукової теорії – онтологічної бази знань у заданій предметній області. При цьому такі знання описуються в декларативній формі [9].

Зазвичай онтології складаються з примірників, понять, атрибутів і відносин. Екземпляри складають елементи нижнього рівня, при цьому головною метою онтологій є саме класифікація екземплярів. У якості понять обираються абстрактні набори або колекції об'єктів. Атрибути використовуються для зберігання специфічної інформації про об'єкт. Відносини дозволяють визначити залежності між об'єктами онтології. У результаті повного опису об'єктів і їх властивостей, предметна область буде представлена як складна ієрархічна база знань, над якою можна буде здійснювати «інтелектуальні» операції, такі як семантичний пошук і визначення цілісності та достовірності даних [10].

Формально модель онтології можна представити у вигляді впорядкованої трійки кінцевих множин:

$$O = \langle T, R, F \rangle,$$

де  $T$  – терміни прикладної області, яку описує онтологія;  $R$  – відносини між термінами заданої предметної області;  $F$  – функції інтерпретації, задані на термінах та/або відносинах онтології.

Вчений Антонов І. пропонує дещо інше формальне представлення онтології предметної області, на основі якої можуть бути побудовані інтелектуальні системи семантико-орієнтованого доступу. Так, модель онтології може бути представлена таким кортежем [11]:

$$Q = \langle C, M, R \rangle,$$

де  $C = \{c_i\}$  – множина понять (концептів), які утворюють онтологію  $Q$ ;  $M_i = \{m_{1i}, \dots, m_{di}\}$  – множина атрибутів поняття  $c_i$ ;  $R$  – відношення безпосереднього наслідування.

Загальний підхід до створення онтологій містить декілька етапів, а саме:

- 1) визначення цілей та меж системи, що описується;
- 2) вибір основних концептів з визначенням множин синонімів (сінсетів);
- 3) визначення слотів;
- 4) визначення типів і значень (фасетів) слотів;
- 5) визначення примірників концептів;
- 6) верифікація створеної онтології.

Причому розрізняють спадний, висхідний та змішаний стилі розробки. При спадному стилі вибір концептів починається з найбільш загальних понять, а при висхідному - вибір концептів починається, навпаки, з найбільш конкретних понять [12].

Зважаючи на особливості представлення знань у розглянутих вище моделях, у якості основної моделі у системі ІСІКС була обрана саме онтологія. Її використання дозволить специфікувати основні компоненти процесу вищої освіти (професії, спеціальності, рівні, вміння, знання тощо), а також забезпечить можливість організації ефективного багатокористувачького доступу до ресурсів щодо використання Національної рамки кваліфікацій.

Слід зазначити, що створення онтологій є процесом ітераційним, що виконується автором (у нашому випадку групою авторів) з використанням інструментальних програмних засобів, таких як Ontolingua, Protege, OntoEdit, WebOnto та ін. Вибір конкретного інструментального засобу залежить від мети створеної онтології та досвіду розробників.

## Висновки

При розробці інтелектуальної інформаційної системи, важливе місце посідає вибір оптимального способу подання знань, який у кожному конкретному випадку значною мірою залежить від призначення системи, а також характеру задач, які повинні бути розв'язані. У якості оптимального варіанту, для роботи інтелектуальної інформаційної системи ІСІКС, нами була обрана онтологія представлення знань у вигляді ієрархічної структурованої множини класів, які описують предметну область, та зв'язків між ними.

## ВЫБОР МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ В СИСТЕМЕ ИСИКС

С.В. Шаров, Д.В. Лубко, В.В. Осадчий

*Существенное увеличение сфер применения интеллектуальных информационных систем актуализирует проблему разработки и обоснования новых способов представления знаний. В статье рассматриваются традиционные модели представления знаний, а также обращается внимание на перспективный способ отображения знаний в виде онтологий. Отмечается, что методология онтологий используется авторами для обеспечения работы интеллектуальной информационной системы ИСИКС.*

**Ключевые слова** - информационная интеллектуальная система, представление знаний, база знаний, онтология.

## SELECT MODEL PRESENTATION OF KNOWLEDGE IN ISICS

S.V. Sharov, D.V. Lubko, V.V. Osadchy

*A significant increase in applications of intelligent information systems actualizes the problem of the development and validation of new ways of presenting knowledge. The article deals with the traditional model of knowledge representation, as well as drawing attention to the promising way to display knowledge in the form of ontologies. It is noted that the methodology used by the authors of ontologies for the operation of intelligent information systems ISICS.*

**Keywords** - information intelligent system, knowledge representation, knowledge base, ontology.

## Список літератури

1. Ревко П.С. Искусственные интеллектуальные системы в повседневной жизни человека / П.С. Ревко // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – Вып. № 9-2. – 2006. – С. 109–110.
2. Смагин А.А. Интеллектуальные информационные системы: учеб. пособ. / А.А. Смагин, С.В. Липатова, А.С. Мельниченко. – Ульяновск : УлГУ, 2010. – 136 с.
3. Козлов А.Н. Интеллектуальные информационные системы: учебник / А.Н. Козлов. – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013. – 278 с.
4. Сахнюк П.А. Интеллектуальные системы и технологии: учеб. пособ. – Ставрополь: Агрус, 2012. – 228 с.
5. Невмержицкий О.В. Анализ современных моделей, ориентированных на знания, та методів прийняття рішень / О.В. Невмержицкий // Інформаційні технології проектування. – №13. – 2013. – С. 119–125.
6. Федорук П.І. Модель представлення знань в адаптивній системі дистанційного навчання та контролю знань «EduPRO» / П.І. Федорук, С.М. Масловський // Штучний інтелект. – №3. – 2011. – С. 463–472.
7. Любарський С.В. Методологія вибору моделі подання знань в інтелектуальних навчальних системах / С.В. Любарський, П.В. Шаціло / Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – № 2. – 2010. – С. 65–71.
8. Захарова О. В. Онтологии в системах управления знаниями / О.В. Захарова // Бизнесинформ. – № 6. – 2011. – С. 43–45.
9. Петренко Н. Компьютерные онтологии и онтолого-управляемая архитектура информационных систем / Н. Петренко // Information Models of Knowledge. – ITHEA: Kiev – Sofia. – 2010. – С. 86–92.
10. Верхотурова Ю.С. Онтология как модель представления знаний / Ю.С. Верхотурова // Вестник Бурятского государственного университета. – №15. – 2012. – С. 32–36.
11. Антонов И.В. Модель онтологии предметной области для систем семантически-ориентированного доступа / И.В. Антонов // Труды Псковского политехнического института. – № 14.3. – 2011. – С. 339–343.
12. Норенков И.П. Интеллектуальные технологии на основе онтологий / И.П. Норенков // Информационные технологии. – №1. – 2010. – С. 17–23.

Надійшла до редколегії 17.09.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.С. Єремєєв, Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького, Мелітополь.