

## РОЗДІЛ IV. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 004.82:004.89

**С.В. Голуб**, д-р техн. наук

**І.А. Жирякова**, канд. техн. наук

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси, Україна

### НОВИЙ ПІДХІД ДО КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЇ ЗНАНЬ

**С.В. Голуб**, д-р техн. наук

**І.А. Жирякова**, канд. техн. наук

Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого, г. Черкассы, Украина

### НОВЫЙ ПОДХОД К КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИИ ЗНАНИЙ

**Serhii Holub**, Doctor of Technical Sciences

**Iryna Zhyriakova**, PhD in Technical Sciences

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Cherkasy, Ukraine

### NEW APPROACH FOR KNOWLEDGE CONCEPTUALIZATION

*Процес прийняття рішень у багатьох предметних областях – завдання досить нетривіальне, яке вимагає оброблення та аналізу великих обсягів інформації, що надходить ззовні, для обґрунтування прийнятих рішень. Отже, автоматизація процесу прийняття рішень є досить актуальним завданням сьогодення та однією з основних проблем під час створення будь-якої інтелектуальної системи, адже передбачає комплексний аналіз наявних підходів до роботи зі знаннями та вибір моделі їх подання. Саме модель подання знань визначає архітектуру, можливості і властивості системи, а також методи придбання знань інтелектуальною системою і роботи з ними. Тому в межах цього напрямку досліджень актуальним практичним завданням, рішення якого пропонується в цій роботі, є розроблення нового підходу до концептуалізації знань для формування баз знань, який би дозволив сформулювати адаптивні стратегії роботи з ними. Такий підхід припускає інші принципи збереження знань для їх подальшого індуктивного моделювання, що дозволить спростити процедуру отримання нових знань.*

**Ключові слова:** прийняття рішень, концептуалізації знань, база знань, модель подання знань, індуктивне моделювання.

*Процесс принятия решений во многих предметных областях – задача достаточно нетривиальная, требующая обработки и анализа больших объемов информации, поступающей извне, для обоснования принимаемых решений. Потому автоматизация процесса принятия решений является весьма актуальной задачей и одной из основных проблем при создании любой интеллектуальной системы, ведь предусматривает комплексный анализ существующих подходов к работе со знаниями и выбор модели их представления. Именно модель представления знаний определяет архитектуру, возможности и свойства системы, а также методы приобретения знаний интеллектуальной системой и работы с ними. Поэтому в рамках данного направления исследований актуальной практической задачей, решение которой предлагается в данной работе, является разработка нового подхода к концептуализации знаний для формирования баз знаний, который бы позволил сформировать адаптивные стратегии работы с ними. Данный подход предполагает иные принципы сохранения знаний для их дальнейшего индуктивного моделирования, что позволит упростить процедуру получения новых знаний.*

**Ключевые слова:** принятие решений, концептуализации знаний, база знаний, модель представления знаний, индуктивное моделирование.

*Decision-making in many areas is not a trivial task that requires analyzing and data processing a large quantities of information coming from the outside to argumentation this process. Therefore the automation of decision-making is the important task for development any intellectual system, because it means a complex analysis of existing approaches to work with the knowledge and models of their representation. The model of knowledge representation defines the architecture, features, properties of the system, acquisition of knowledge methods and work with them. Therefore, the actual practical task whose solution is proposed in this paper is development a new approach to the knowledge conceptualization for knowledge base create. This approach involves other principles of knowledge saving for inductive modeling that will simplify the procedure of new knowledge acquisition.*

**Key words:** decision-making, knowledge conceptualization, knowledge base, knowledge representation model, inductive modeling.

**Постановка проблеми.** Поняття «інтелектуальна система» у класичній теорії штучного інтелекту цілком і повністю пов'язане з поняттям «знання». Отже, будь-яка система, що містить базу знань, однозначно сприймається як інтелектуальна.

Однак знання, самі по собі, є дуже специфічним ресурсом. Вони важко ідентифікуються (можна виділити лише явні знання (explicit knowledge), які, у свою чергу,

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

пов'язані з неявними (tacit knowledge)), погано вимірюються (як якісно, так і кількісно) і формалізуються, а тому процес роботи зі знаннями пов'язаний з численними труднощами, виявлення, вивчення та усунення яких здійснює один з напрямків штучного інтелекту – інженерія знань.

В інженерії знань виділяється термін «робота зі знаннями», який пов'язує поняття «знання» і процес роботи з ними. Цей термін прийнято визначати екстенціонально через перерахування підпроцесів, які його визначають. До таких підпроцесів зазвичай відносять: видобування та набуття знань, а також їх подання та маніпулювання знаннями. До сфери аспектів роботи зі знаннями, крім зазначених підпроцесів, включають також методи і засоби, які їм сприяють. Крім того, будь-який з зазначених підпроцесів спирається на модель подання знань, яка, у свою чергу, впливає на структуру бази знань інтелектуальної системи та визначає можливі методи та засоби роботи з нею.

Також не слід забувати, що сучасні інтелектуальні системи, насамперед, мають бути адаптивними, адже знання не є сталою величиною, і їх обсяг лише збільшується під впливом появи та розвитку нових наукових напрямків досліджень. Отже, слід зазначити наявність суперечності, що полягає в тому, що побудова бази знань на основі розроблених раніше підходів не сприяє збільшенню ступеня адаптивності інтелектуальних систем, що своєю чергою не дає можливості створення нових більш ефективних засобів для автоматизації досить кропіткого та тривалого процесу інтеграції абстрактних знань у вибраній предметній області.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Концептуальну парадигму роботи зі знаннями сформулював і описав В.М. Глушков [1]. Також вагомий внесок у цій сфері був здійснений Д.А. Поспеловим, Н. Хомський, М. Мінським, Т.А. Гавриловою, А. Тарським, Д. Девідсоном, Н.Н. Леонтьєвою, Е.В. Поповим, В.А. Широковим і багатьма іншими. Крім того, багато з робіт за іншими напрямками штучного інтелекту, в тому числі математичній логіці, можна також віднести до цієї сфери [2–7].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на те, що нині розроблено досить багато моделей подання знань [8–11], найбільш використовуваними з яких є логічні, мережеві, продукційні, фреймові і формальні, в науковому співтоваристві досі немає згоди щодо раціональності застосування тієї чи іншої моделі для вирішення практичних завдань. Тому в межах цього дослідження пропонується новий підхід до концептуалізації знань, який дасть можливість вдосконалити роботу зі знаннями з застосуванням нових перспективних і більш ефективних методів їх формалізації, що дозволить без зайвих зусиль проводити модифікацію бази знань відповідно до поставленої задачі та дозволить створити адаптивні інструментальні засоби для автоматизованої побудови баз знань у вибраній предметній області.

**Мета статті.** Одним з найбільш істотних ознак теоретизації знання в будь-якій сфері є його методологічність, тобто направлення дослідження не тільки на об'єкт, але і на засоби його пізнання [12]. Від правильної постановки методологічних досліджень залежать успішність пізнання загальних закономірностей і виявлення законів розвитку досліджуваних об'єктів, процесів або явищ, а також ефективність наукових досліджень і їх суворі цілеспрямованість. Тому метою цієї роботи є формулювання загальних принципів концептуалізації знань і як наслідок методів їх зберігання для подальшого моделювання і використання. Такий підхід дозволить спростити процедуру отримання нових знань методами штучного інтелекту.

**Результати.** Одним з ключових завдань будь-якої наукової методології є однозначна експлікація основних вихідних понять. Тому в цій роботі зупинимося докладніше на таких поняттях, як дані, знання, концептуалізація або структурування знань і аналіз знань.

Дані – це окремі факти або показники (в якісній або кількісній формі), які необхідні для первинного поверхневого ознайомлення з об'єктом, процесом або явищем у певний момент часу, що характеризують його стан, для розуміння ознак і властивостей та дозволяють зробити певні висновки щодо аналізованого об'єкта, процесу або явища.

Знання завжди спираються на дані, адже являють собою інформацію про тенденції, які спостерігаються для досліджуваного об'єкта, процесу або явища на певному часовому проміжку, а також кількісно або якісно відображають його властивості та їх зміну під впливом зовнішніх факторів. Тобто, фактично, знання характеризує динаміку об'єкта, процесу або явища.

Концептуалізація – це процес перетворення набору знань на основі сформованих образів. Кожен образ являє собою поєднання знань для опису нової властивості досліджуваного об'єкта, процесу або явища. Тобто образ містить у собі структуру взаємозв'язків між знаннями, яка дає можливість сформуванню поля знань на кожному рівні ієрархії моделі подання. У процесі висхідного синтезу багаторівневої моделі [13] породжується новий образ, що дозволяє відобразити можливі тенденції до зміни на референтному полі знань та сформулювати гіпотези про природу і характер досліджуваного об'єкта. Тому кожен образ – це комплексна комбінація нових знань про досліджуваний об'єкт, процес або явище.

Концептуальний аналіз або структурування знань, як і їх вилучення, традиційно є комплексом задач, що розв'язуються у процесі реалізації життєвого циклу розроблення інтелектуальних систем [14]. Найвні методології найчастіше спираються на теорію великих систем [15], яка пізніше переросла в сучасну теорію складних систем [16]. У ній основний акцент робиться на стадії проектування. Це також простежується в роботах К. Шеннона з математичного моделювання поняття інформації [17]. Пізніше було зроблено кілька, на думку авторів, вдалих спроб сформулювати і розвинути математичні теорії систем, що самоорганізуються, ґрунтуючись на яких знання з будь-якої предметної області можна подати у вигляді взаємопов'язаних моделей, що самоорганізуються.

Відповідно до нового підходу, який пропонується в цій роботі, глобальна мета системи штучного інтелекту реалізується за допомогою формування багаторівневої стратифікованої структури бази знань. Кожна окрема страта містить єдине поле знань, що породжує кілька образів об'єкта і є поєднанням багатопараметричних моделей, які розв'язують локальні задачі перетворення інформації на заданому рівні ієрархії. База знань будується у вигляді ієрархічного поєднання образів, породжених полями знань.

Задача координації моделей об'єктів моніторингу як основних структурних елементів в межах окремого поля знань та узгодження взаємодії полів знань при формуванні цілісності структури бази знань розв'язується завдяки застосуванню основних принципів систем, що самоорганізуються, які реалізуються методами штучного інтелекту:

- Неостаточності прийняття рішень. Приймати рішення сьогодні необхідно таким чином, щоб забезпечити максимальну свободу вибору для прийняття майбутніх рішень на кожному кроці самоорганізації [18].

- Зовнішнього доповнення. Ґрунтується на теоремі К. Геделя [19] і полягає в тому, що тільки зовнішні критерії якості моделі, засновані на нових знаннях, дозволяють синтезувати адекватну модель складного об'єкта, процесу або досліджуваного явища, приховану в первинних зашумлених даних.

- Масової селекції, який запропонований О.Г. Івахненком [20] і полягає в забезпеченні поступового самоорганізованого ускладнення структури моделі таким чином, щоб критерій її якості проходив через свій мінімум.

Процес селекції знань являє собою процес формування багаторівневої моделі, за допомогою якої реалізується виконання поставленого завдання в окремій предметній

області (рис. 1). Зрозуміло, що для однієї предметної області може бути сформульовано кілька завдань, що потребують розв'язку за допомогою інтелектуальної системи. Для виконання окремого завдання, коли структура об'єкта і, відповідно, багаторівневої моделі невідома, або відома не повністю, задаються модельовані показники та критерії селекції моделей. Після цього синтезуються певні набори локальних моделей знань різної складності і відбираються (селекціонуються) кращі з них за заданим критерієм. При формулюванні іншого завдання для цієї предметної області змінюються модельовані показники та критерії селекції моделей.

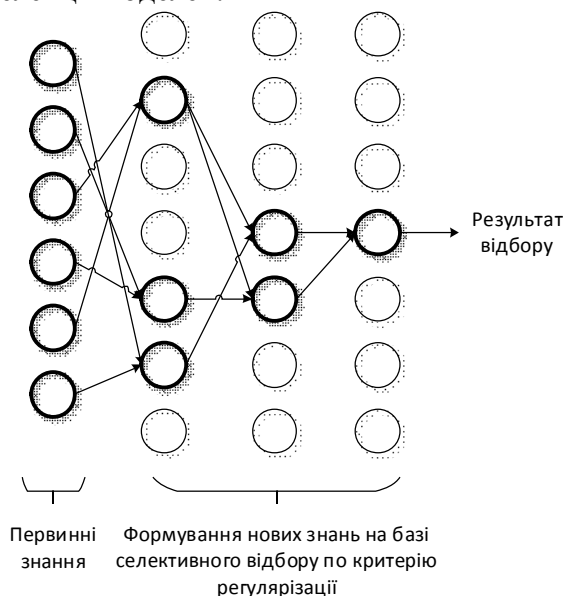


Рис. 1. Процес селекції знань

Аналіз знань передбачає формування стратегій використання образів прикладними системами у ході вирішення поставлених завдань із залученням експерта-аналітика (рис. 2).

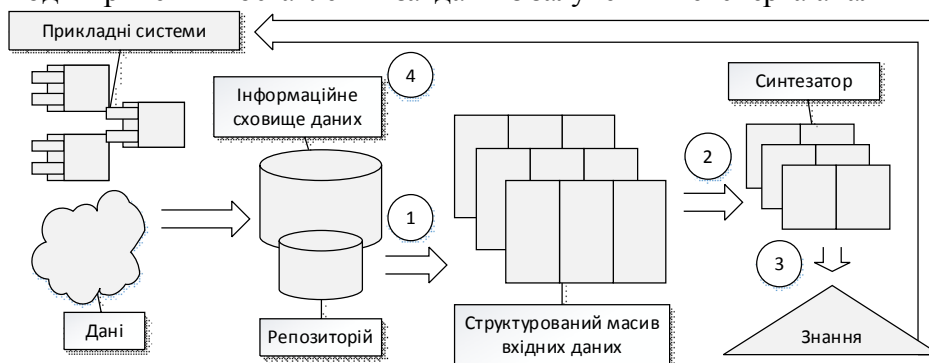


Рис. 2. Архітектура інтелектуальної системи аналізу даних

**Висновки та пропозиції.** Запропоновано новий підхід до формування баз знань інтелектуальних систем, що здатні до навчання й адаптації. Згідно з ним знання про об'єкт утворюються за допомогою ієрархічного поєднання образів, які у свою чергу формують поля знань із багатовимірних моделей за принципами неостаточності прийняття рішень, зовнішнього доповнення та масової селекції. Наступні дослідження будуть спрямовані на розроблення методів формування структури образів знань і, відповідно, структури бази знань.

**Список використаних джерел**

1. Глушков В. М. Введение в кибернетику / В. М. Глушков. – К. : Изд. АН УССР, 1964. – 324 с.
2. Искусственный интеллект : в 3 кн. Кн. 2. Модели и методы / под ред. Д. А. Поспелова. – М. : Радио и связь, 1990. – 304 с.

3. *Tuthill G. S.* Knowledge Engineering / G. S. Tuthill. – TAB Books Inc., 1994. – 750 p.
4. *Adeli H.* Knowledge Engineering / H. Adeli. – New-York : McGraw-HillPublishing Company, 1994. – 914 p.
5. *Stefik M. J.* Introduction to Knowledge Systems / M. J. Stefik. – San Francisco, CA : Morgan Kaufmann, 1995. – 896 p.
6. *Минский М.* Фреймы и представление знаний / М. Минский. – М. : Энергия, 1979. – 150 с.
7. *Гаврилова Т. А.* Объектно-структурная методология концептуального анализа знаний и технология автоматизированного проектирования баз знаний / Т. А. Гаврилова // Труды междунар. конф. «Знания-Диалог-Решение 95». – Ялта, 1995. – Т. 1. – С. 1–9.
8. *Логический* подход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию / [Тейз А., Грибомон П., Луи Ж. и др.] ; пер. с фр. – М. : Мир, 1990. – 429 с.
9. Модели представления знаний предметных областей диалоговых систем (обзор) // Техническая кибернетика. – 1991. – № 5. – С. 3–23.
10. *Sowa J. F.* Conceptual Graphs as a universal knowledge representation / J. F. Sowa. – In: Semantic Networks in Artificial Intelligence, Spec. Issue of An International Journal Computers & Mathematics with Applications. (ed. F. Lehmann). – Vol. 23. – Number 2–5, 1992. – Part 1. – P. 75–95.
11. *Guarino N.* Formal Ontology and Information Systems / N. Guarino ed // FOIS'98, 6–8 June 1998. – Trento, Italy : IOS Press, Amsterdam, 1998. – P. 3–15.
12. *Елисеев Э. Н.* Структура развития сложных систем / Э. Н. Елисеев. – Л. : Наука, 1983. – 264 с.
13. *Голуб С. В.* Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища / С. В. Голуб. – Черкаси : Вид-во ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 220 с.
14. *Джарратано Д.* Экспертные системы. Принципы разработки и программирование / Д. Джарратано, Г. Райли. – 4-е изд. – М. : Вильямс, 2007. – 1152 с.
15. *Гиг Дж.* Прикладная общая теория систем : в 2 кн. / Дж. Гиг. – М. : Мир, 1981. – 336 с.
16. *Wasson C.* System Analysis, Design, and Development: Concepts, Principles, and Practices (Wiley Series in Systems Engineering and Management) / C. Wasson. – Wiley-Interscience, 2005. – 818 p.
17. *Шеннон К.* Математическая теория связи / К. Шеннон, У. Уивер. – М. : ИЛ, 1963. – 332 с.
18. *Осипов Г. С.* Приобретение знаний интеллектуальными системами / Г. С. Осипов. – М. : Наука, 1997. – 307 с.
19. *Нагель Э.* Теорема Геделя / Э. Нагель, Дж. Р. Ньюмен. – М. : Красанд, 2011. – 120 с.
20. *Ивахненко А. Г.* Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике / А. Г. Ивахненко. – К. : Техника, 1971. – 372 с.