

КОМПОНЕНТИ КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

© Верес О.М., 2010

Запропоновано описання компонент концептуальної моделі системи підтримки прийняття рішень. Проаналізовано підходи до побудови концептуальної моделі, розглянуто підходи до проектування основних компонентів системи підтримки прийняття рішень.

Ключові слова: модель, концептуальна, децидент, СППР, сховище даних.

In the article components of the conceptual model of the decision support system are described. The analysis of approaches to construction of conceptual model is conducted, approaches to planning of basic components of the decision support system are considered.

Keywords: model, conceptual, decident, DSS, Data Warehouse.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Останніми роками в різних країнах світу з'явилася значна кількість робіт, які стосуються нового засобу вирішення завдань організаційного управління – системи підтримки прийняття рішень (СППР, англ. Decision Support System (DSS)) [1-4]. Інтерес до систем підтримки прийняття рішень безперервно зростає.

Розвиток СППР почався з чіткого акценту на процес прийняття рішень і з орієнтації на тих, хто їх приймає (децидент). Саме це і зробило СППР одним з основних напрямів застосування інформаційних технологій. Теоретичні дослідження у сфері розроблення перших систем підтримки прийняття рішень провадилися в технологічному інституті Карнегі в кінці 50-х – на початку 60-х років двадцятого століття. Об'єднати теорію з практикою вдалося фахівцям з Массачусетського технологічного інституту в 60-х роках. Існує безліч визначень СППР, що відображають погляди представників різних дисциплін і наукових шкіл.

Системи підтримки прийняття рішень – інформаційні системи, максимально пристосовані до вирішення завдань повсякденної управлінської діяльності та є інструментом, що дає змогу менеджерам приймати обґрунтовані та ефективні управлінські рішення. СППР дає змогу у режимі реального часу автоматично аналізувати великі обсяги інформації. За допомогою СППР можна розв'язувати неструктуровані і слабкоструктуровані багатокритеріальні задачі. СППР – це інтерактивна автоматизована система, яка допомагає дециденту використовувати дані та моделі для виявлення і вирішення завдань та прийняття рішень. Такі корпоративні системи працюють з інтерактивними запитами, моделюють ситуації та формують звіти в режимі онлайн. Мета СППР – підвищення ефективності рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

СППР – це сукупність інтелектуальних інформаційних застосувань та інструментальних засобів, які використовуються для маніпулювання даними, їхнього аналізу і надання результатів такого аналізу кінцевому користувачеві. Сучасна СППР дає змогу передбачати ступінь впливу ухвалених рішень на подальший розвиток бізнесу.

Отже, у СППР об'єднуються на загальній основі підходи, характерні для таких напрямів досліджень [2, 4]:

- прийняття рішень;
- отримання та подання знань;
- побудова людино-машинних (діалогових) систем.

Синергетична взаємодія цих напрямів створює СППР як якісно новий засіб для прийняття рішення. Більшість дослідників згодна, що СППР призначені для вирішення слабкоструктурованих проблем. Відповідно до визначення Н. Simon [2–4] до слабкоструктурованих належать проблеми, які містять як кількісні, так і якісні змінні, причому якісні аспекти проблеми мають тенденцію домінувати. Можна дати таке визначення СППР.

Системи підтримки прийняття рішень є людино-машинними системами, які дають змогу дециденту використовувати дані, знання, об'єктивні і суб'єктивні моделі для аналізу і вирішення слабкоструктурованих проблем.

Концептуальна модель СППР, що відповідає цьому визначенню, подана на рис. 1.

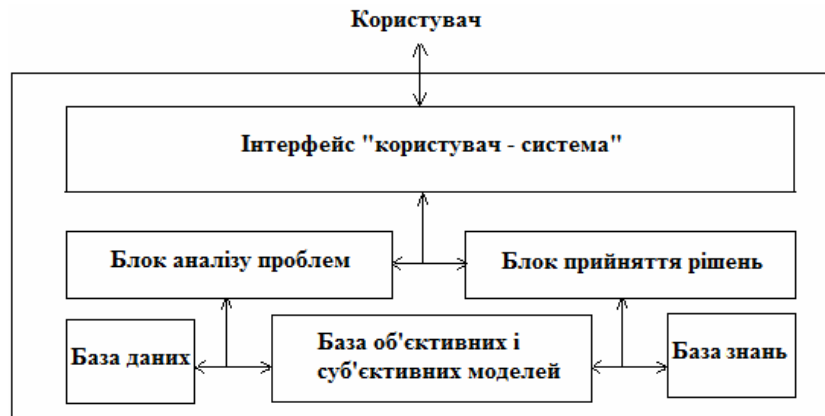


Рис. 1. Концептуальна модель СППР

Інтерфейс “користувач-система” містить засоби для генерації та керування діалогом. Блоки аналізу проблем і прийняття рішень охоплюють процедури і методи, що дають змогу сформулювати поставлену проблему за допомогою баз даних (БД), моделей (БМ) і знань (БЗ) проаналізувати можливості її вирішення і отримати результат. СППР містить також засоби для отримання даних і знань, побудови моделей та маніпулювання ними.

Аналіз поглядів на розроблення і застосування інформаційних систем, на способи отримання, подання і структурування інформації, на можливості інтерфейсу “користувач-система”, на специфічні відмінності СППР від інших типів автоматизованих систем, дає змогу виділити як підстави класифікації СППР такі найістотніші ознаки [3]:

- концептуальні моделі;
- користувачі системи;
- вирішувані завдання;
- забезпечувальні засоби;
- області застосування.

Логічне моделювання інформаційних систем ґрунтується на побудованій відповідній концептуальній моделі.

Розглядаючи концептуальні моделі СППР, можна виділити підходи, що ґрунтуються на використанні ідеології інформаційних систем, штучного інтелекту, а також інструментальний підхід. За інформаційним підходом СППР зараховують до класу автоматизованих інформаційних систем, основне призначення яких – “поліпшити діяльність працівників розумової праці (knowledge workers) в організаціях шляхом застосування інформаційної технології”. Особливості інформаційного підходу відображає концептуальна СППР R. Sprague [3]. Основними компонентами цієї моделі є (рис. 2) інтерфейс “користувач-система”, база даних (БД) і база моделей (БМ), які відповідають аналогічним блокам попередньої моделі (див. рис. 1).

Інтерфейс “користувач–система” забезпечує зв'язок користувача з кожною з баз і містить програмні засоби для управління БД, управління БМ, управління та генерації діалогу. Інтерфейс “користувач–система” повинен володіти характеристиками, що дають змогу:

- керувати різноманітними стилями ведення діалогу;
- змінювати стиль діалогу за вибором користувача;
- надавати дані в різних формах і видах; забезпечувати гнучку підтримку користувача.

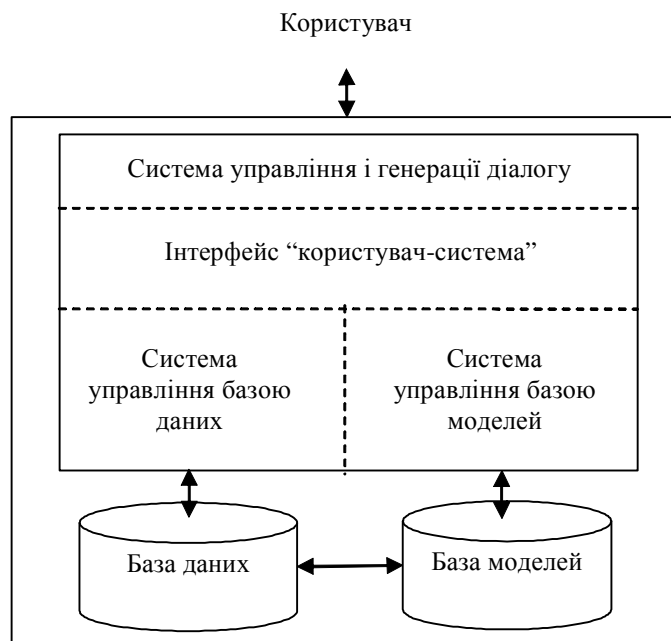


Рис. 2. Концептуальна модель СППР (інформаційний підхід)

Ефективність СППР пов'язана з широтою спектра використовуваних даних. Тому БД СППР містить як кількісну, так і якісну інформацію з різних джерел. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають питання розроблення процедур “вилучення” даних з цих джерел. Засоби створення і ведення БД повинні надавати такі можливості:

- об'єднувати різні джерела даних, використовуючи процедури видобування інформації;
- легко і швидко додавати і вилучати джерела даних;
- подавати логічну структуру даних у термінах користувача;
- мати повний набір функцій управління даними.

Важливою особливістю СППР є їхня здатність формувати моделі для прийняття рішень. Передбачається, що у БМ необхідно вмонтовувати не локальні моделі, а моделі, об'єднані з БД. Процедури моделювання повинні забезпечувати гнучкість побудови моделей, зокрема з готових блоків, підпрограм, і легкість управління ними, а система управління – можливість: каталогізувати і обслуговувати широкий спектр моделей, що підтримують всі рівні управління; швидко і легко створювати нові моделі; пов'язувати ці моделі з відповідними БД; керувати БМ за допомогою функцій управління.

Узагальненням моделі R. Sprague є “еволюціонуюча” СППР [3], яка, поряд з інтерфейсом “користувач-система”, БД і БМ містить базу текстів і базу правил. Додавання додаткових компонентів розширює інформаційну базу СППР як для використання менш структурованих видів інформації (тексти на природній мові, індексовані документи), так і для структурованих форм інформації (правила подання декларативних знань, евристичні процедури).

Ускладнення інформаційної структури СППР при переходу від бази текстів через БД і БМ до бази правил забезпечує можливість еволюційного розвитку системи як за зміни когнітивного стилю та інформаційних потреб користувача, так і в разі зміни проблемної області. Поки що ця еволюція здійснюється “вручну” у процесі проектування СППР. Ця еволюція, вважає R. Bellew [3],

відбудеться тоді, коли система зможе автоматично розпізнавати і формувати “еволюціонуючі” зв'язки між компонентами СППР, що забезпечують динамічний обмін інформацією у процесі інформаційної підтримки.

Особливості СППР, пов'язані з необхідністю використання різних джерел інформації, моделей і методів під час вирішення слабкоструктурованих проблем, привернули увагу дослідників і розробників до питання подання знань у системі [3], які традиційно вивчали фахівці в галузі штучного інтелекту.

Експертні системи (ЕС) – це комп'ютерні системи, покликані ефективно замінити людину-експерта в конкретних (доволі вузьких) предметних областях. Традиційними компонентами ЕС є діалоговий процесор взаємодії з користувачем, БД, БЗ, механізм логічного виведення. До них часто додаються засоби для здобуття знань і пояснення дій системи. Основні елементи ЕС наявні на схемі СППР (див. рис. 1).

ЕС та СППР як конкретні програмні продукти іноді можуть виглядати зовні однаково. Проте вони мають істотну відмінність за цільовою спрямованістю: СППР повинна допомогти дециденту у вирішенні проблеми, а ЕС – замінити людину під час вирішення проблеми. Разом з тим, розроблювані в межах штучного інтелекту концепції є корисними для СППР.

Особливістю СППР, орієнтованих на знання (knowledge-based systems), є, на думку їхніх творців, явне виділення відсутнього раніше аспекту підтримки рішень: здатності до “розуміння” проблеми, тобто здатності сприйняти запит користувача, видобути потрібну інформацію та підготувати відповідь. Ступінь участі програмних засобів людино-машинної системи в цьому процесі пропонується розглядати як заходи (штучного) інтелекту СППР [2-4].

Орієнтована на знання “характерна” СППР, запропонована R. Bonczek et al [1-5], складається з трьох частин, що взаємодіють: мовної системи (СМ), системи знань (СЗ) та системи обробки проблем (рис. 3). СМ за призначенням аналогічна інтерфейсу “користувач-система” (див. рис. 1), який забезпечує комунікації між користувачем і всіма компонентами СППР. За допомогою СМ користувач формулює проблему й управляє процесом її вирішення, використовуючи надані системою мовні засоби (синтаксичні, семантичні).

СЗ (бази даних і знань на рис. 1) містить інформацію про проблемну області. СЗ розрізняються за характером даних і методами подання знань (ієрархічні структури, графи, семантичні мережі, фрейми, системи продукцій, числення предикатів тощо) Певна організація даних відповідно до цілей системи є ключовим моментом у побудові СЗ.



Рис. 3. Концептуальна модель СППР (підхід, побудований на знаннях)

Система опрацювання проблем або проблемний процесор (ПП) є механізмом, що зв'язує СМ і СЗ. ПП забезпечує збирання інформації, розпізнавання проблеми, формулювання моделі, її аналіз тощо. ПП сприймає опис проблеми, зроблений відповідно до синтаксису СМ, і використовує знання, організовані за прийнятими у СЗ правилами, для того щоб створити інформацію, необхідну для підтримання рішення. ПП є динамічною компонентою СППР, що відображає (моделює) зразки поведінки децидента. Як мінімум, ПП має вміти об'єднувати інформацію, отриману від користувача

через СМ і СЗ, а також, використовуючи моделі, перетворювати формулювання проблеми на детальні процедури, виконання яких дасть відповідь. У складніших випадках ПП повинен вміти формулювати моделі, необхідні для вирішення поставленої проблеми. Отже, ПП виконує функції блоків аналізу проблем і прийняття рішень на рис. 1.

Основна увага в розглянутій вище схемі зосереджена на стадії визначення проблеми. Концептуальна модель в схемі R. Wonszek доповнена стадією вирішення проблеми. До складу ПП “розширеної характерної” СППР належать такі складові: 1) збирання даних; 2) розпізнавання проблеми; 3) формулювання концептуальної моделі; 4) формулювання емпіричної моделі; 5) верифікація; 6) аналіз; 7) пошук допустимих рішень; 8) перевірка правильності (обґрунтованості) рішення; 9) генерація рішення; 10) виконання. Використання цих складових у процедурі прийняття рішень залежить від типу проблеми і модельного циклу. У разі добре структурованих проблем пропускають стадії 2, 8 і 9. За нормативного аксіоматичного підходу використовують тільки стадії 3, 7 і 9. У схемі R. Wonszek головну роль відіграють стадії 1, 4 і 7 [1, 3].

Підвищена увага до методів розроблення та впровадження СППР зумовила появу інструментального підходу в концептуальних моделях СППР. Залежно від специфіки вирішуваних завдань і технологічних засобів R. Sprague [3] запропонував виділяти три рівні систем: спеціалізовані або прикладні; генератори, “інструментарій”.

Спеціалізовані СППР, з якими працюють кінцеві користувачі (окремі особи або групи осіб), використовуються для підтримання вирішення окремих прикладних завдань у конкретних ситуаціях. СППР-генератори – це пакети пов'язаних програмних засобів пошуку і видавання даних, моделювання тощо, які використовують конструктори прикладних СППР для розроблення спеціалізованих систем і які можуть бути швидко “вбудовані” в прикладну систему. СППР-інструментарій відповідає вищому рівню технологічності та надає в розпорядження розробників найпотужніші засоби, а саме: спеціалізовані мови, операційні системи, засоби введення-виведення та відображення інформації тощо.

На думку авторів огляду [3], СППР-генератори мають складатися з таких основних частин: інтерфейс користувача, лінгвістичний інтерфейс, система управління даними, система управління моделями, система отримання даних, системна директорія. Функції перших чотирьох компонентів аналогічні функціям інтерфейсу “користувач-система” у моделі R. Sprague (див. рис. 2), мовної системи і, частково, проблемного процесора в моделі R. Wonszek (див. рис. 3). Поділ на інтерфейс користувача та лінгвістичний дасть змогу відокремити забезпечення користувача різними інформаційними каналами зв'язку з системою (багатоаспектне введення–виведення інформації, графіка, введення–виведення природною мовою, світлове перо тощо) від завдань перетворення та управління повідомленнями та операціями в системі. Призначення системи отримання даних – завантаження бази даних СППР. У разі використання різних джерел інформації, де, як правило, дані мають різну структуру, конвертація даних може бути доволі складною проблемою. У системній директорії містяться метазнання про систему, що дають змогу користувачеві ознайомитися із системою, зменшити необхідність повної деталізації проблеми, запобігти неправильному використанню системи.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Процес розроблення великомасштабних проектів інформаційних систем є надзвичайно активним і повинен враховувати всі аспекти функціонування такої СППР. Актуальною є побудова узагальненої концептуальної моделі СППР, яка враховує усі підходи до побудови таких моделей.

Цілі (завдання) статті

У міру розвитку бізнесу, впорядкування структури організації та налагодження міжкорпоративних зв'язків проблема розроблення та впровадження СППР стає особливо актуальною. Метою роботи є дослідження підходів до побудови концептуальної моделі СППР та її структурних компонентів.

Основний матеріал дослідження

Сучасний рівень розвитку апаратних і програмних засобів уможливує повсюдне ведення баз даних оперативної інформації на різних рівнях управління. У процесі своєї діяльності промислові підприємства, корпорації, відомчі структури, органи державної влади та управління накопичили великі обсяги даних. Вони зберігають у собі великі потенційні можливості з видобування корисної аналітичної інформації, на основі якої можна виявляти приховані тенденції, будувати стратегію розвитку, знаходити нові рішення.

СППР у сучасному розумінні – це механізм розвитку бізнесу, в який входить деяка частина інформаційної системи керівника, велика система зовнішніх зв'язків підприємства, а також технологічні та маркетингові процеси розвитку виробництва.

У СППР використовуються останні досягнення в галузі інформаційних технологій, такі як:

- OLAP-технології;
- сховища даних (СД);
- вітрини даних;
- добування знань;
- генетичні алгоритми;
- нейромережі;
- інтернет-технології тощо.

Ідея, покладена в основу технології СД, полягає в тому, що виконувати оперативний аналіз безпосередньо на базі оперативних інформаційних систем неефективно. Замість цього всі необхідні для аналізу дані видобуваються з декількох традиційних баз даних (переважно реляційних), перетворюються і потім поміщаються (або занурюються) в одне джерело даних – СД.

У процесі занурення дані:

- очищуються – вилучення непотрібної інформації;
- агрегуються – обчислення сум, середніх;
- трансформуються – перетворення типів даних, реорганізація структур зберігання;
- об'єднуються із зовнішніх і внутрішніх джерел – приведення до єдиних форматів;
- синхронізуються – відповідність одного моменту часу.

Дані, занурені в СД, утворюють інтегровану цілісну структуру, яка володіє природними внутрішніми зв'язками, набувають нових властивостей, що надає їм статусу інформації. Сьогодні технології побудови СД є основою для побудови корпоративних СППР.

Однак інформаційні сховища даних представляють тільки перспективну архітектуру побудови СППР масштабу корпоративного підприємства і є центральною її частиною. Для побудови повнофункціональної СППР потрібні спеціальні програмні засоби, орієнтовані на аналітичні технології обробки даних, – технології інтелектуального аналізу даних (ІАД).

Під ІАД розуміють складний аналіз “очищених” даних з використанням математичних методів машинного навчання, таких як: статистичні методи, нейронні мережі, штучний інтелект, генетичні алгоритми, дерева рішень тощо, а також результати їх застосування – методів подання даних. Сенс використання складного аналізу даних зведений до формулювання “отримання нової інформації з даних”.

До інформаційних технологій ІАД сьогодні належать оперативний аналіз даних (On-Line Analytical Processing, OLAP), інтелектуальний аналіз даних (Data Mining) та отримання знань з баз даних (Knowledge Discovery in Databases).

В основі концепції OLAP-систем лежить принцип багатовимірного подання даних: кожне числове значення, що міститься в СД, може мати до кількох десятків (сотень) атрибутів. Одним із істотних недоліків реляційної моделі БД є неможливість поєднувати, переглядати й аналізувати дані з погляду багатовимірності вимірювань, тобто найзрозумілішим для аналітиків способом.

За Коддом [6], багатовимірне концептуальне подання (multidimensional conceptual view) є множинною перспективою, що складається з декількох незалежних вимірювань, упродовж яких можуть бути проаналізовані певні сукупності даних. Одночасний аналіз за кількома вимірами

визначається як багатовимірний аналіз. Кожне вимірювання охоплює напрями консолідації даних, що складаються із серії послідовних рівнів узагальнення, де кожен вищий рівень відповідає більшій мірі агрегації даних. З метою розширення функціональних можливостей традиційних реляційних СУБД треба ввести багатовимірний аналіз як одну з характеристик.

Отже, основу сучасних СППР становить інтегроване поєднання технології накопичення і зберігання даних на основі інформаційних сховищ з технологією інтелектуального аналізу даних. Концептуальна модель такої системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень подана на рис. 4.

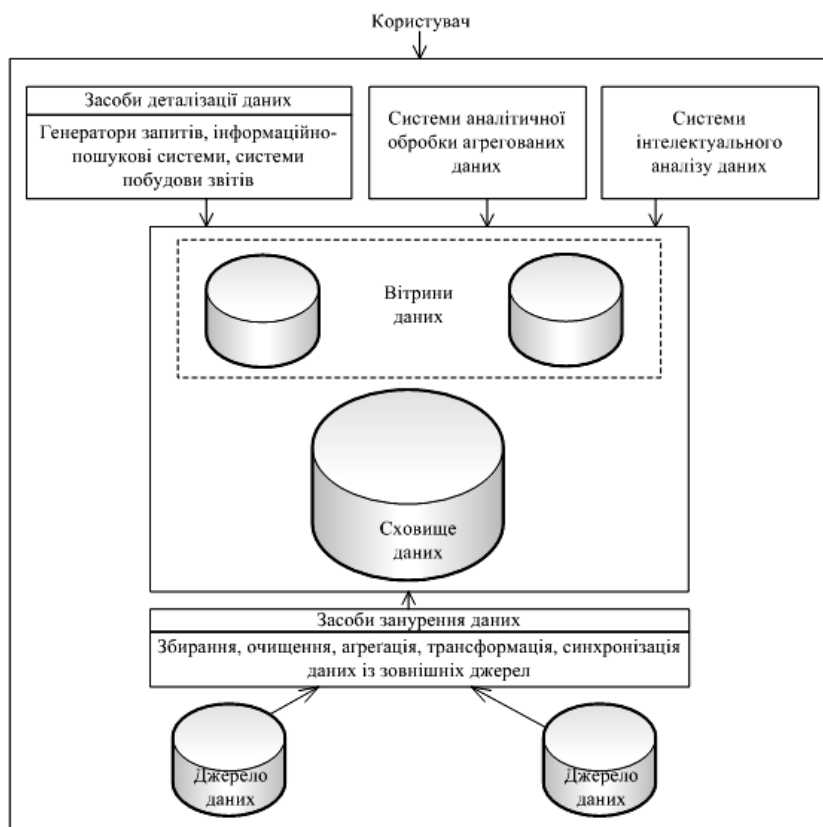


Рис. 4. Концептуальна модель СППР (інтегрований підхід)

Інформаційне сховище даних (СД, Data Warehouse).

Створюється на платформі потужної СУБД. Оскільки розміри сховища можуть досягати сотень гігабайтів і більше, то СУБД, яку використовують, повинна підтримувати технологію “великих баз даних” (VLDB, Very Large Database).

Розробляється корпоративне сховище даних паралельно з розробленням та впровадженням вітрин даних. Вітрини даних – сховища зі спрощеної архітектурою, призначені для зберігання невеликої підмножини даних і зняття навантаження з основного СД підприємства.

Засоби занурення даних.

До них належать засоби очищення, перетворення, синхронізації й агрегування даних, призначені для об'єднання і трансформації даних, що надходять від зовнішніх і внутрішніх джерел, у цілісну і взаємопов'язану інформацію.

Однією з основних вимог до цих засобів є забезпечення можливості доступу до різних джерел даних, що забезпечується за рахунок використання універсального інтерфейсу доступу до даних (наприклад, типу ODBC, OLE DB тощо).

Засоби деталізації даних.

Ці функції виконують генератори запитів, інформаційно-пошукові системи в області деталізованих даних, націлених на пошук інформації у реляційних СУБД, системи побудови звітів.

Загально визнаним стандартом мови маніпулювання реляційними даними визнаний SQL. Інформаційно-пошукові системи, що забезпечують інтерфейс кінцевого користувача в задачах пошуку деталізованої інформації, можуть використовуватися як надбудови над окремими БД, так і над СД.

Системи аналітичної обробки агрегованих даних.

Для того щоб наявні сховища даних сприяли прийняттю управлінських рішень, інформація повинна подаватися аналітику в потрібній формі, тобто він повинен мати розвинені інструменти доступу до даних сховища та їхнього оброблення. Комплексний погляд на зібрану в сховищі даних інформацію, її узагальнення та агрегація, гіперкубічне подання і багатовимірний аналіз є завданнями систем оперативної аналітичної обробки даних (OLAP).

За типом використовуваної бази даних всі OLAP-системи поділяють на три класи.

Системи оперативної аналітичної обробки багатовимірних баз даних (або **MOLAP**-системи), в яких дані організовані не у формі реляційних таблиць, а у вигляді впорядкованих багатовимірних масивів:

- гіперкубів – всі елементи (клітинки куба), що зберігаються в БД, повинні мати однакову розмірність, тобто міститися в максимально повному базисі вимірювань;
- полікубів – кожна ознака зберігається з власним набором вимірювань, і всі пов'язані з цим складності опрацювання перекладаються на внутрішні механізми системи.

Системи оперативної аналітичної обробки реляційних баз даних (або **ROLAP**-системи) дають змогу подавати дані у багатовимірній формі, забезпечуючи перетворення інформації у багатовимірну модель через проміжний шар метаданих.

Гібридні системи оперативної аналітичної обробки даних (Hybrid OLAP, **HOLAP**-системи) розроблені з метою поєднання переваг та мінімізації недоліків попередніх систем. Вони поєднують аналітичну гнучкість і швидкість MOLAP-систем з постійним доступом до реальних даних ROLAP-систем.

Системи інтелектуального аналізу даних.

Інтелектуальна обробка здійснюється методами інтелектуального аналізу даних (ІАД, Data Mining) [7], головними завданнями яких є пошук функціональних і логічних закономірностей у накопиченій інформації, побудова моделей і правил, які пояснюють знайдені аномалії та/або прогнозують розвиток деяких процесів.

Інтелектуальний аналіз даних (ІАД, Data Mining) – процес підтримки прийняття рішень, який ґрунтується на пошуку в даних прихованих закономірностей (шаблонів інформації). Накопичені відомості автоматично узагальнюються до інформації, яка характеризується як знання.

Основна мета технології – пошук і виявлення у даних прихованих зв'язків і взаємозалежностей з метою надання їх керівнику в процесі прийняття рішення. Технологія містить методи пошуку нової інформації в даних, які передбачають використання математичних алгоритмів (статистика, оптимізація, кореляція тощо), що дають змогу знаходити ці залежності й синтезувати дедуктивну інформацію.

Отримання (видобування, вилучення) знань з баз даних (Knowledge Discovery in Databases). Технологія є новим напрямом в області ІАД, де процес пошуку закономірностей в даних розглядається як процес машинного навчання. Технологія поєднує питання моделювання закономірностей і залежностей в базах даних і визначає математичні методи побудови систем “відкриття” (набуття, видобутку) нових даних на основі методів класифікації, кластеризації, побудови дерев рішень тощо.

Технології OLAP тісно пов'язані з технологіями побудови Data Warehouse і методами інтелектуального аналізу – Data Mining, тому найкращим варіантом є комплексний підхід до їхнього запровадження.

Оперативна аналітична обробка та інтелектуальний аналіз даних – дві складові частини процесу підтримання прийняття рішень. К. Parsaye [8] вводить термін “OLAP Data Mining” (багатовимірний інтелектуальний аналіз) для позначення такого об'єднання. J. Han [9] пропонує ще простішу назву – “OLAP Mining”, і пропонує кілька варіантів інтеграції двох технологій.

“Cubing then mining”. Повинна забезпечуватися можливість виконання інтелектуального аналізу над будь-яким результатом запиту до багатомірного концептуального подання, тобто над будь-яким фрагментом будь-якої проекції гіперкуба показників.

“Mining then cubing”. Подібно до даних, видобутих зі сховища, результати інтелектуального аналізу мають подаватися в гіперкубічній формі для подальшого багатовимірного аналізу.

“Cubing while mining”. Цей гнучкий спосіб інтеграції дає змогу автоматично активізувати однотипні механізми інтелектуального оброблення над результатом кожного кроку багатовимірного аналізу (переходу між рівнями узагальнення, витяги нового фрагмента гіперкуба тощо).

Сьогодні дуже небагато виробників надають доволі потужні засоби інтелектуального аналізу багатовимірних даних у системах OLAP. Проблема також полягає в тому, що деякі методи ІАД (байєсівських мережі, метод k-найближчого сусіда) не можна застосовувати для задач багатовимірного інтелектуального аналізу, оскільки вони ґрунтуються на визначенні подібності деталізованих прикладів і непридатні для роботи з агрегованими даними [8].

Висновки

Отже, побудовано узагальнену концептуальну модель СППР. В основі всіх сучасних інформаційних систем лежать різні математичні методи теорії машинного навчання або сукупність декількох. Сьогодні здійснення досліджень у галузі машинного навчання з метою розроблення нових і модернізації старих методів є найальтернативнішим підходом для створення інформаційних систем нового покоління – систем інтелектуальної підтримки прийняття рішень.

Подальші дослідження скеровані на вивчення методів проектування кожної з компонент концептуальної моделі СППР.

1. Power D. J. “What is a DSS?” // *The On-Line Executive Journal for Data-Intensive Decision Support*, 1997. – V. 1. – № 3.
2. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. / В.Ф. Ситник. – К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.
3. Ларичев О.И. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития / О.И. Ларичев, А.В. Петровский // *Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика*. – Т.21. – М.: ВИНТИ, 1987. – С. 131–164.
4. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений: Учеб. / Ларичев О.И. – М. : Логос, 2000. – 296 с.
5. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений: научно-практ. изд. / Э.А. Трахтенгерц. – М.: СИНТЕГ, 1998. – 376с. – (Серия “Информатизация России на пороге XXI века”).
6. Codd EF, Codd SB, Salley CT *Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate*. – EF Codd & Associates, 1993.
7. Дюк В. *Data Mining: учебный курс (+CD)* / В. Дюк, А. Самойленко. – СПб: Изд. Пумпер, 2001. – 368 с.
8. Parsaye K. *OLAP and Data Mining: Bridging the Gap // Database Programming and Design*. 1997. – № 2.
9. Han J. *OLAP Mining: An Integration of OLAP with Data Mining*. – IFIP, 1997. – 18 p.