

КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Г.Г. Асєєв

Описана структура систем підтримки прийняття рішень (СППР), що забезпечують можливість ефективного планування діяльності великих підприємств, організацій, компаній. Проаналізовані різні типи інтерфейсів доступу до сервісів цих систем – способом аналітичної обробки даних (сфери деталізованих даних, агрегованих показників і закономірностей). Наводиться класифікація проблем прийняття рішень типових задач інтелектуальних СППР систем моніторингу процесів і функцій, що автоматизуються. Розглянуті питання впровадження СППР.

Ключові слова: *сховища даних, аналітична та інтелектуальна обробка даних, слабоструктуровані або неструктуровані проблеми, статичні задачі.*

CONCEPT OF THE DECISION SUPPORT SYSTEMS

G.G. Aseyev

The structure is described of the decision support systems (DSS) which make it possible to plan effectively the work of great enterprises, organizations and companies. Various types of interfaces of access to the services of these systems are analyzed by the mode of analytical data processing (the sphere of specified data, aggregated indices and regularities). Classification is presented of the problems of decision making the standard tasks of intelligent DSS of the systems of processes and functions monitoring which are being automated. The problems of DSS introduction are considered.

Keywords: *data store, analytical and intelligent data processing, semistructured or nonstructured problems, static problems.*

Керівництво великих підприємств, організацій, компаній тощо постійно потребує достовірної інформації з різних аспектів бізнес-процесів для підтримки прийняття рішень. Від отриманої інформації залежить якість управління, ефективність планування діяльності, виживання в умовах жорсткої конкурентної боротьби. При цьому критично важливими є наочність форм подання інформації, оперативність одержання різних видів звітності, можливість аналізу поточних та історичних даних. Системи, що забезпечують такі можливості, відомі під назвою – Системи Підтримки Прийняття Рішень (СППР). Вони з успіхом

застосовуються в різних галузях електронного документообігу: телекомунікаціях, фінансовій сфері, торгівлі, промисловості, медицині тощо.

СППР складаються із двох компонентів: сховища даних і аналітичних засобів. Сховище даних надає єдине середовище зберігання корпоративних даних, організованих у структурах, оптимізованих для виконання аналітичних операцій. Аналітичні засоби дозволяють кінцевому користувачеві, який не має спеціальних знань в інформаційних технологіях, здійснювати навігацію й подання даних у термінах предметних. Для користувачів різної кваліфікації СППР мають у своєму розпорядженні різні типи інтерфейсів доступу до своїх сервісів.

Способи аналітичної обробки даних. Для того, щоб наявні сховища даних сприяли прийняттю управлінських рішень, інформація повинна бути подана аналітикові у відповідній формі, тобто він повинен мати розвинені інструменти доступу до даних сховища і їхньої обробки.

Дуже часто СППР, розраховані на безпосереднє використання особами, які приймають рішення, виявляються, надзвичайно простими в застосуванні, але строго обмеженими в функціональності. Вони містять визначені множини запитів і достатні для повсякденного огляду, нездатні відповісти на всі питання до наявних даних, що можуть виникнути в процесі прийняття рішень. Результатом роботи такої системи, як правило, є об'ємні звіти, після ретельного вивчення яких в аналітика виникає нова серія питань. Однак, кожний новий запит, непередбачений при проектуванні такої системи, повинен бути спочатку формально описаний, закодований програмістом, і тільки потім виконаний. Інформаційний інтервал у такому випадку може становити години й дні, що не завжди прийнятно. Таким чином, зовнішня простота статичних СППР, якої прагне більшість замовників інформаційно-аналітичних систем, обертається катастрофічною втратою гнучкості.

Динамічні СППР, навпаки, орієнтовані на обробку нерегламентованих (ad hoc) запитів аналітиків до даних. Робота аналітиків із цими системами полягає в інтерактивній послідовності формування запитів і вивченні результатів. Але динамічні СППР можуть діяти не тільки в оперативній аналітичній обробці (OLAP), підтримка прийняття управлінських рішень на підставі накопичених даних може виконуватися в трьох базових сферах [1, 2].

1. *Сфера деталізованих даних.* Це сфера дії більшості систем, спрямованих на пошук інформації. Як правило, реляційні СУБД відмінно справляються з проблемами, які тут постають. Загально визнаним стандартом мови маніпулювання реляційними даними є SQL. Інформаційно-пошукові системи, що забезпечують інтерфейс кінцевого користувача в задачах пошуку деталізованої інформації, можуть використовуватися як надбудови і над окремими базами даних транзакційних систем, і над загальним сховищем даних.

2. *Сфера агрегованих показників.* Комплексний погляд на зібрану в сховище даних

інформацію, її узагальнення й агрегація, гіперкубічне подання й багатомірний аналіз є задачами систем оперативної аналітичної обробки даних (OLAP) [3, 4]. Тут можна або орієнтуватися на спеціальні багатомірні СУБД [4], або залишатися в рамках реляційних технологій. В останньому випадку заздалегідь агреговані дані можуть збиратися в БД зіркоподібного виду, або агрегація інформації може відбуватися на льоту в процесі сканування деталізованих таблиць реляційної БД.

3. Сфера закономірностей. Інтелектуальна обробка здійснюється методами інтелектуального аналізу даних (Data Mining) [5-12], головними задачами яких є пошук функціональних і логічних закономірностей у накопиченій інформації, побудова моделей і визначення правил, що пояснюють знайдені аномалії й/або прогнозують розвиток деяких процесів.

Деякі автори [1] виділяють в окрему сферу аналіз відхилень (наприклад, із метою відстеження коливань біржових курсів). Прикладом може бути статистичний аналіз рядів динаміки. Частіше, однак, цей тип аналізу відносять до сфери закономірностей.

Класифікація задач ПР. Аналіз праць зі проблеми прийняття рішень [13-16] показує, що єдиної універсальної класифікації задач ПР на сьогодні не існує. Більше того, має місце різне тлумачення самих задач ПР взагалі. Деякі автори [13, 14] до задач ПР відносять тільки ті, в яких має місце кілька критеріїв якості, у тому числі неочевидних, а проблемна ситуація не може бути описана адекватною об'єктивною математичною моделлю. В [15, 16] підкреслюється, що задачі ПР характеризуються наявністю невизначеності, яка не дозволяє знайти єдине об'єктивне правильне рішення. Задачі знаходження рішення для проблемних ситуацій із точною математичною моделлю (детерміновано-імовірнісною) і об'єктивно-очевидним критерієм якості вирішуються методами спеціальної теорії прийняття рішень у рамках ще більш загальної теорії дослідження операцій [18]. Під операцією розуміється процес досягнення мети системою (з урахуванням певних обмежень і її взаємодії із зовнішнім середовищем).

Таким чином, можна відзначити, що до проблем ПР відносяться слабоструктуровані або неструктуровані проблеми, рішення за якими приймаються на підставі досвіду, інтуїції та переваг повноважної особи, яка приймає рішення (ОПР). Як ОПР може виступати й колегіальний орган. Тут слід зазначити, що при формуванні відповідних рекомендацій для ОПР використовуються як евристичні, так і строгі математичні методи.

При класифікації задач ПР використовують різні ознаки [18]. Узагальнено їх можна звести до таких: характер проблемної ситуації (ПС); тип структурованості ПС; характер оцінки ПС; характер стратегії ПР; вид показника ефективності (ПЕ) критерію якості (КЯ); характер умов ПР; число учасників ПР; ступінь визначеності умов ПР.

За характером залежності параметрів ПС від часу розрізняють статичні й динамічні задачі ПР. За типом структурованості ПС розрізняють структуровані, слабоструктуровані й неструктуровані задачі ПР. Структуровані ПС – це добре вивчені ситуації, описувані адекватними детерміновано-статистичними математичними моделями, що мають об'єктивні ПЕ, які дозволяють одержати кількісні оцінки. Для неструктурованих ПС характерні: недостатньо глибока вивченість; якісний, найчастіше вербальний (словесний) опис взаємозалежності параметрів і критеріїв якості; унікальність і новизна; неможливість одержання кількісних оцінок; неоднозначність і неочевидність оцінки стану ситуації. Слабоструктуровані ПС – це слабовивчені проблеми, описувані як кількісними, так і переважно якісними (вербальними) залежностями (моделями).

За характером оцінки стану ПС, задачі ПР можуть бути з об'єктивно й суб'єктивно оцінюваними станами (поточними або в результаті реалізації ухвалених рішень). Задачі з об'єктивно оцінюваними станами характерні для добре структурованих проблем, оскільки наявність адекватних математичних моделей і об'єктивно-очевидних ПЕ дозволяє кількісно оцінити стан ПС. До проблем із суб'єктивно оцінюваними станами ситуацій відносять задачі оцінки слабоструктурованих і неструктурованих ПС. У таких задачах використовують суб'єктивні оцінки експертів, що базуються на їхньому досвіді, інтуїції й особистих перевагах. Залежно від характеру оцінюваної ПС, задачі розглянутого типу, у свою чергу, підрозділяються на статичні й динамічні. Статичні задачі характеризуються тим, що оцінка стану ПС здійснюється шляхом однократної реалізації відповідних процедур (детермінованих, евристичних, комбінованих) на заданий момент часу. Для динамічних задач оцінку ситуації необхідно проводити шляхом проведення послідовних процедур, у яких в черговій процедурі використовуються результати попередньої. При цьому оцінка визначається на даний і наступні періоди, тривалість яких залежить від динамічних характеристик ПС.

Стратегія ПР є сукупністю послідовно реалізованих процедур для формування альтернатив припустимих рішень і вибору з них найбільш прийняттого (цільового). У свою чергу, ці процедури можуть бути засновані на строгих математичних методах, а також на евристичних та комбінованих математико-евристичних методах. Використання тих або тих методів обумовлюється розглянутими вище трьома характеристиками ПС. Відповідно до цього, за характером стратегії ПР розглянуті проблеми підрозділяються на задачі зі структурованими, слабоструктурованими й неструктурованими стратегіями ПР.

За типом показника ефективності та, відповідно, критерієм якості задачі, ПР підрозділяються на скалярні й векторні. Задачі зі скалярним ПЕ мають один показник, за екстремумом якого приймають цільове рішення. Такі задачі, як правило, характерні для структурованих ПС і стратегій ПР. Задачі з векторним ПЕ відносяться до класу

багатокритеріальних задач, для вирішення яких використовують, поряд із детермінованими, і евристичні методи. Звісно, векторні ПЕ зводять до скалярних, використовуючи відповідні методи евристичного характеру (узагальненого показника у вигляді суми компонент із ваговими коефіцієнтами, відношення витрат до ефекту, цільового програмування, головного показника) або аксіоматичні, засновані на понятті Парето-Оптимальності [16-18]. При використанні останніх, найкращим вважають рішення, що забезпечує результат, за всіма показниками не гірший за будь-який інший можливий та кращий хоча б за одним показником. Аксіоматичні методи потребують наявності додаткової інформації для вибору цільового рішення.

Умови, в яких приймаються рішення, підрозділяються на стабільні, аномальні й екстремальні. У стабільних умовах є досить часу для збору й обробки інформації, аналізу ситуації, вироблення й прийняття рішень. Якщо ситуація повторюється, то рішення приймаються на підставі досвіду й результатів раніше вирішених задач. Якщо ж ситуація нова, то для ПР використовуються відповідні методи залежно від характеру й типу ПС, розглянутих вище. Екстремальна (передаварійна або аварійна) ситуація характеризується швидкою змінюваністю обстановки і гострим дефіцитом часу для прийняття та реалізації рішення. Ці обставини ускладнюють процес ПР. Вони потребують максимального використання евристичних методів, а також досвіду вирішення задач в аналогічних ситуаціях. Аномальні ситуації є проміжними між стабільними й екстремальними. Вони характеризуються відхиленням ситуацій від нормальних, штатних станів у припустимих межах. Тому рішення в таких умовах приймаються хоча й у обмежених, але достатніх тимчасових інтервалах із використанням як структурованих, так і неструктурованих методів.

За числом осіб, які беруть участь у процесі прийняття рішень, розрізняють задачі індивідуального й колегіального (групового) ПР. При колегіальному ПР важливе значення має застосування методів узгодження експертних оцінок, тобто індивідуальних переваг членів групи.

Ознака – ступінь визначеності умов ПР - якоюсь мірою є похідною від таких характеристик, як структурованість і неструктурованість ПС і стратегії ПР. Тому цю ознаку розглядають як більш загальну. Умови визначеності характеризуються наявністю повної й достовірної інформації про ПС, ПЕ, КЯ, стратегію ПР, оцінку стану ПС і наслідки реалізації рішень. У цих випадках рішення приймаються із застосуванням структурованих методів. При розгляді умов невизначеності розрізняють стохастичну та нестохастичну невизначеності. Стохастична невизначеність характеризується наявністю випадкових факторів із відомими ймовірнісними параметрами, описом ПС статистичними залежностями, ймовірнісною природою наслідків реалізації рішень. У таких умовах приймаються ті цільові рішення, які

приведуть до необхідного найбільш імовірного результату. Однак, фактичний результат при цьому не обов'язково збігатиметься з очікуваним. Тому задачі ПР в умовах стохастичної невизначеності називають також задачами ПР в умовах ризику [17, 18].

Умови нестохастичної невизначеності підрозділяються, у свою чергу, на умови природної й поведінкової невизначеності. Природна невизначеність обумовлена недостатньою вивченістю природи розглянутих об'єктів і процесів, що стосуються досліджуваного ПС. Поведінкова невизначеність характеризується відсутністю інформації про вплив на стан ПС усіх можливих факторів, крім ОПР. Таким чином, нестохастичній невизначеності притаманна відсутність повної й достовірної інформації про ПС, ПЕ й стратегію ПР. Тому задачі ПР у таких умовах невизначеності відносять до неструктурованих або слабоструктурованих задач.

Реальні задачі ПР є, як правило, комбінацією наведених у розглянутій класифікації задач. Конкретна задача ПР може бути віднесена до динамічної векторної неструктурованої задачі ПР в умовах нестохастичної природної невизначеності.

Характеристики задач ПР відповідно до наведеної класифікації дозволяють виділити їхню головну особливість, яка полягає в тому, що остаточне рішення в них приймається людиною – ОПР. Ухвалення рішення нею здійснюється на підставі підготовлених припустимих альтернатив рекомендацій. У сучасних системах ПР такого типу, всі обчислювально-аналітичні процедури з підготовки альтернатив припустимих рекомендацій для прийняття рішень здійснюють комп'ютери.

Типові задачі інтелектуальних СППР систем моніторингу. У дослідженнях із проблеми прийняття рішень і управління має місце тенденція переходу від детерміновано-статистичних до інтелектуальних систем, у тому числі й до інтелектуальних СППР [18]. Це обумовлено складністю досліджуваних ПС і описуваних кількісними та якісними моделями об'єктів, показників ефективності, стратегій ПР, а також значним ступенем невизначеності умов прийняття рішень і управління.

Інтелектуальні СППР широко застосовуються в системах моніторингу й управління в реальному часі складними виробничо-економічними комплексами й екологічними системами, що характеризуються наявністю невизначеностей різної природи. У такій постановці задача ПР вирішується з використанням теорії ігор, евристичних методів, еволюційного програмування, логічного, у тому числі правдоподібного нечіткого висновку, знань експертів, особистих переваг ОПР. Все це й обумовило широке застосування методів штучного інтелекту, включаючи Soft Computing-технології, при реалізації задач ПР в умовах невизначеностей.

Проектування СППР. На даній стадії проектних робіт на підставі аналізу вимог до системи, сформульованих у ТЗ, розробляються основні архітектурні рішення. Архітектура системи розглядається в чотирьох аспектах. *Логічна архітектура* подає архітектуру системи з

погляду пакетів базових класів і їхніх взаємозв'язків. Визначаються автоматизовані процеси й функції, необхідні для досягнення поставлених цілей, які потім розділяються на задачі, що підлягають реалізації на стадії розробки; **архітектура процесів**. Стосовно до СППР, визначає інформаційне забезпечення системи – склад і зміст процесів перетворення й передачі даних; компонентна архітектура. Подає архітектуру ПЗ системи, її декомпозицію на підсистеми й компоненти; **технічна архітектура**. Описує фізичні вузли системи та зв'язки між ними.

Автоматизовані процеси й функції. Система підтримки прийняття рішень за видом автоматизованої діяльності відноситься до систем обробки й передачі інформації. Об'єктами автоматизації є технічні процеси, пов'язані з інформаційним забезпеченням управлінської та аналітичної діяльності управлінського персоналу й фахівців підрозділів і вищого керівництва компанії. Цілями системи є: **1) Інтеграція раніше роз'єднаних деталізованих даних:** історичних архівів, даних з оперативних систем, даних із зовнішніх джерел. **2) Поділ наборів даних:** а) на використовувані для оперативної обробки; б) для вирішення задач підтримки прийняття рішень. **3) Забезпечення всебічної інформаційної підтримки** максимальному колу користувачів.

Для реалізації поставлених цілей у рамках системи **підлягають автоматизації такі процеси:** 1) Збір даних. 2) Перетворення даних: очищення даних; узгодження даних; уніфікація даних; агрегування даних; 3) Зберігання даних: проміжне зберігання даних; нагромадження історичних даних. 4) Надання даних споживачам. 5) Супровід метаданих.

Інформаційне забезпечення. У загальному випадку інформаційне забезпечення системи складається з п'яти класів даних: джерел даних, оперативного складу даних, сховища даних, вітрини даних, репозитарію метаданих.

Проектування інформаційного забезпечення системи здійснюється зверху донизу. На підставі аналізу прецедентів використання системи, виявлених на етапі системно-аналітичного обстеження, визначаються подання даних кінцевим прикладним користувачам системи: склад показників та їхні розрізи. Здійснюється сегментація подань даних відповідно до їхньої проблемної орієнтації. Відповідно до груп подань вітрин даних, повинні бути визначені виміри, їхні ієрархії й рівень деталізації. Наприклад, для тимчасового виміру повинен бути визначений мінімальний інтервал часу (день, тиждень, місяць), за яким будуть індексуватися показники у вітрині; базові показники, виміри, які індексують, і правила агрегування кожного показника за ієрархіями. Правила агрегування за ієрархічним виміром залежать від показника. Наприклад, якщо для доходу від продажів агрегування за часом здійснюється простим підсумовуванням, то при дослідженні ціни продукції агрегування за часом може бути реалізоване у вигляді середнього, максимального або мінімального значення за період агрегації.

Вибір конкретного способу подання вітрин ROLAP, MOLAP або HOLAP виконується, як

правило, на стадії реалізації системи. Виявлені виміри й показники служать вихідними даними для проектування сховища.

У першу чергу узагальнюються всі виявлені розрізи та їхні ієрархії. На їхній підставі проектується бізнес-простір сховища. Виміри, як правило, тісно пов'язані зі структурованою нормативно-довідковою інформацією компанії. Наприклад, вимірами сховища часто служать організаційна структура компанії, довідник адміністративно-територіального поділу, план фінансових статей компанії тощо. На просторі, що задається бізнес-вимірами, проектують базові й похідні показники, які мають перебувати в сховищі. Для великих систем доцільно проводити сегментацію сховища за предметними областями.

На наступному етапі виконується аналіз результатів обстеження джерел даних. Під час вибору підходящого джерела до уваги беруться такі питання: 1) Якщо є більше одного джерела, чи варто визначити, яке з них краще? 2) Які перетворення необхідно виконати, щоб підготувати джерело до завантаження в сховище? 3) Чи будуть погоджені структури джерела та сховища? 4) Наскільки дані джерела узгоджені з нормативно-довідковою інформацією? 5) Що відбудеться, якщо джерело має кілька місць розташування? 6) Наскільки акуратні дані джерела? 7) Як джерело оновлюється? 8) Який вік і перспективність джерела? 9) Наскільки повні дані? 10) Що буде потрібно для інтеграції даних джерела в потік завантаження? 11) Яка технологія зберігання даних у джерелі? 12) Наскільки ефективно може здійснюватися доступ до джерела й т. ін.?

На підставі виконаного аналізу приймаються такі архітектурні рішення: визначаються склад, зміст і джерела потоків даних, що будуть надходити у сховище; накреслюються перетворення, що повинні бути виконані над даними при завантаженні, а також періодичність завантаження даних у сховище; при необхідності проектуються структури оперативного складу даних і транзитних файлів; виявляються дані, відсутні в джерелах інформаційного сховища. Для таких даних, як правило, проектуються процедури й регламенти ручного уведення.

Загальна структура репозитарію сховища є свого роду віддзеркаленням головної мети його побудови, а саме – максимально повно й швидко задовольнити потреби користувачів у тій або іншій інформації. Залежно від потреб користувачів в інформації, можна виділити такі її основні типи: **персональну інформацію**, тобто дані, яких потребують користувачі зі строго певними обов'язками й інформаційними потребами. Звісно, потребує значної попередньої обробки, або, інакше кажучи, має високий рівень агрегації. Найчастіше зберігається в МБД; **інформацію з бізнес-тем** – інформацію, що відповідає певній тематиці, наприклад, як фінансова діяльність організації. Для організацій, що мають близькі функціональні й організаційні структури, таку інформацію можна визначити як інформацію для підрозділу (у нашому випадку, для фінансової служби). Має більш широкий спектр, як у предметних

областях, так і в часі, але разом з тим прямо використовується рідше, ніж персоналізована інформація. Звичайно зберігається в змішаних структурах: МБД і реляційних таблицях; **детальні дані** – найдетальніша інформація, доступна в сховищі даних. Звичайними користувачами застосовується досить рідко, тільки у випадках необхідності докладного уточнення інформації. Зазвичай є полем діяльності аналітиків для видобутку знань (або пошуку схованих залежностей у великих обсягах інформації). Зберігається в реляційних структурах.

Компонентна архітектура. Система на самому верхньому рівні складається, як правило, із двох видів ПЗ: загального і спеціального.

До загального ПЗ відносяться: *1) ПЗ проміжного шару*, що забезпечує мережний доступ до додатків і БД. Це мережні й комунікаційні протоколи, драйвери, системи обміну повідомленнями та ін. *2) ПЗ завантаження й попередньої обробки даних.* Цей рівень містить набір засобів для завантаження даних з OLTP-Систем і зовнішніх джерел. Проектується, як правило, разом з додатковою обробкою: перевіркою даних на чистоту, консолідацією, форматуванням, фільтрацією та ін. *3) Серверне ПЗ*, що є ядром всієї системи. Воно містить: сервери реляційних БД, сервери МБД, сервери додатків (пошукові, аналітичної обробки, видобутку знань тощо).

Спеціальне ПЗ є сукупністю програм, розроблювальних при створенні систем підтримки прийняття рішень. Вони поєднуються в такі **підсистеми**: підсистему завантаження даних, підсистему обробки запитів і подання даних, підсистему адміністрування.

У цій частині повинні бути спроектовані модулі, що складають підсистему, і алгоритми окремих процедур, які входять до їхнього складу.

Технічна архітектура. Серверне ПЗ працює під управлінням серверів додатків і серверів БД. Клієнтське ПЗ установлюється на ПК кінцевих користувачів. В останні роки намітилося стрімке впровадження технології “тонкого” клієнта, при якій на ПК користувача знаходиться лише Web-Браузер, а вся функціональність клієнтського ПЗ завантажується із сервера додатків у вигляді JavaScript-програм або аплетів. Технічна архітектура багато в чому залежить від масштабів і вимог, що ставляться до її продуктивності й надійності. Залежно від цього, серверні компоненти системи можуть розташовуватися на одному комп’ютері або на кількох. Сегменти сховища й вітрини даних у великих системах можуть міститися на кількох комп’ютерах.

Реалізація. Дана стадія проекту безпосередньо пов’язана з розробкою й тестуванням компонентів інформаційного й спеціального ПЗ системи відповідно до розробленої на етапі проектування архітектури.

До основних результатів роботи на цьому етапі варто віднести: безпосередньо саму систему у вигляді загального й спеціального ПЗ, баз даних; план впровадження системи, що

повинен включати всі роботи із впровадження системи в замовника: пакування системи, доставку її замовникові, інсталяцію системи на технічних засобах замовника, тестування й доробку; набір тестів, які повинні бути виконані після установки системи в замовника; користувальницьку документацію й навчальні матеріали для користувачів системи.

Упровадження. Дана фаза полягає у виконанні робіт, передбачених планом впровадження, що був розроблений на попередньому етапі.

На стадії розгортання здійснюються монтаж і установка системи та окремих її компонентів у замовника. Здійснюється початкове завантаження сховища необхідними даними, виконується експериментальна експлуатація системи. Крім того, на стадії розгортання здійснюється навчання користувачів і співробітників служби технічної підтримки. Закінченням даного етапу вважається момент переходу до виробничої експлуатації сховища й СППР.

Список використаних джерел

1. Тарасенко Ф.П. Surveying Decision Support: New Realms of Analysis [Text] / Ф.П. Тарасенко // Database Programming and Design. – 2006. – № 4. – P. 37-42.
2. Щавелёв Л.В. Способы аналитической обработки данных для поддержки принятия решений / Л.В. Щавелёв // СУБД. – 2008. – № 4-5. – С. 23-25.
3. Codd E.F. Providing OLAP (On–Line Analytical Processing) to User–Analysts: An IT Mandate [Text] / E.F.Codd, S.B. Codd, C.T. Salley. – E.F. Codd & Associates, 2003. – 322 P.
4. Сахаров А.А. Концепция построения и реализации информационных систем, ориентированных на анализ данных / А.А. Сахаров // СУБД. – 2006. – № 4. – С. 55-70.
5. Parsaye K. OLAP and Data Mining: Bridging the Gap / K. Parsaye // Database Programming and Design. – 2007. – № 2. – P. 83-88.
6. Gray J. Data Cube: A Relational Aggregation Operator Generalizing Group–By, Cross–Tab, and Sub–Totals [Text] / J. Gray, S. Chaudhuri, A. Bosworth, A. Layman, D. Reichart, M. Venkatrao, F. Pellow, H. Pirahesh // Data Mining and Knowledge Discovery. – 1997. – № 1. – P. 29-53.
7. Adomavicius G. Expert–Driven Validation of Rule–Based User Models in Personalization Applications / G. Adomavicius, A. Tuzhilin. // J. Data Mining and Knowledge Discovery. Jan. 2001. – P. 33-58.
8. Agrawal R. Fast Discovery of Association Rules. Advances in Knowledge Discovery and Data Mining / R. Agrawal et al // AAAI Press, Menlo Park. – Calif., 2006, chap. 12.
9. Srikant R. Mining Association Rules with Item Constraints / R. Srikant, Q. Vu, R. Agrawal // Proc. Third Int’l Conf. Knowledge Discovery and Data Mining. – AAAI Press. Menlo Park, Calif., 2007. – P. 67-73.
10. Киселев М. Средства добычи знаний в бизнесе и финансах / М. Киселев, Е. Соломатин // Открытые системы. – № 4. – 2007. – С. 41-44.
11. Асеев Г.Г. Проблема обнаружения нового знания в хранилищах данных методами Knowledge Discovery in Databases / Г.Г. Асеев // Вестник НТУ “ХПИ”. – X. : НТУ “ХПИ”, 2006. – № 19. – С. 62-70.
12. Асеев Г.Г. Методы интеллектуального анализа данных в электронных хранилищах [Текст] / Г.Г. Асеев // Бионика интеллекта: науч.-техн. журн. – 2008. – № 1(70). – С. 28-33.

13. Хамфрис П. Уровни структуризации проблем принятия решений / П. Хамфрис // Сб. тр. НИИСИ. – М., 2004. – Вып. 9. – С. 3-20.
14. Ларичев О.И. Проблема взаимодействия человек – ЭВМ в системах подготовки принятия решений / О.И. Ларичев // Сб. тр. НИИСИ. – М., 2004. – Вып. 9. – С. 20-28.
15. Simon H. Heuristic problem solving: the next advance in operations research [Text] / H. Simon, A. Newell // Operations research. – 2008. – V. 6. – P.43-50.
16. Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М. : Высш. шк., 2009. – 390 с.
17. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения / О.И. Ларичев. – М. : Наука, 2000. – 532 с.
18. Бекмуратов Т.Ф. Этапы построения и структурная организация системы поддержки принятия решений / Т.Ф. Бекмуратов, Г.М. Хаджиматова // Узб. журн. “Проблемы информатики и энергетики”. – 2009. – № 1. – С. 11-14.