

Роман ПАСІЧНИК, Богдан МАСЛИЯК

АРХІТЕКТУРА ПРОЦЕДУРНОЇ БАЗИ ЗНАНЬ ПІДПРИЄМСТВА

Стаття присвячена проблемі розробки ефективних інтегрованих інформаційних систем управління підприємством. Запропоновано концепцію бази знань управління підприємством. Як елемент наповнення бази знань розглянуто модель процесу прогнозування обсягу продажів. Проаналізовано основні компоненти цієї моделі прогнозування обсягу ринку та конкуренції марок товарів вказаного ринку. Наведено розрахункові співвідношення моделей, побудованих на основі динамічних співвідношень та методу групового врахування аргументів. Вказано перспективні методи розвитку цієї методики.

Проблему отримання зберігання та ефективного використання інформації в бізнесі покликані розв'язувати інтегровані системи управління підприємством, ефективність обробки якої забезпечують числові математичні моделі [1 – 3]. Однак широке запровадження математичних методів в управлінську практику стримується розрізненістю та частковістю постановок математичних задач, що або надто огрубляють процес управління, або не дають змоги розглядати його як єдине ціле. Дискретність постановок математичних задач обумовлює також вузьку сферу їх застосування, коли достатньо точні і потужні результати можуть бути отримані лише при виконанні допущень, покладених в основу математичної моделі. Ігнорування цих допущень може призвести до крупних прорахунків в оцінці функціонування та планування діяльності підприємства і принести відчутні фінансові втрати. Не сприяє розповсюдженню математичних моделей і важкість інтерпретації математичних рекомендацій, відсутність їх обґрунтування на базі простих економічних співвідношень, котрі дали б змогу своєчасно виявити неадекватність застосування математичного методу в конкретній ситуації.

Виходом із цих протиріч може стати експертна система управління підприємством [4]. Типова експертна система включає базу проблемних знань, механізм суджень, підсистему взаємозв'язку з користувачем і підсистему пояснення. У цій структурі ключову роль відіграє база знань, котру формують і поповнюють за допомогою спеціальних методів здобування знань. Одним із основних елементів методів здобування знань є виявлення прихованої логіки в роботі кращих спеціалістів галузі, тобто робота зі слабоструктурованими знаннями. Через унікальність кожного підприємства така експертна система буде ефективною лише для цього підприємства. З плином часу воно змінює свою структуру, змінюватимуться й емпіричні правила ефективного управління. Отже ця унікальна експертна система підприємства вимагатиме постійного поповнення і модернізації.

Вказані міркування пояснюють той факт, що експертні системи управління розроблялись лише для унікальних складних виробництв, причому переважно зосереджувались на управлінні складними технологічними процесами. Водночас не можна назвати знання про управління підприємством слабоструктурованими. Їм скоріше підходить термін середньоструктуровані, тобто такі, що характеризуються визначеною термінологією, теорією, що розвивається, явними взаємозв'язками між явищами. Тому, на наш погляд, як зручний інструментальний засіб управління підприємством доцільно розвивати не експертні системи, а їх ядра, тобто бази знань. Ці бази знань структуризуються і наповнюються на основі теоретичних досліджень, а не спостережень за експертами. Вони будуть типовими для всіх підприємств, та водночас зможуть налаштовуватись під архітектуру конкретного підприємства. Від експертних систем вони мають запозичити підсистему пояснення своїх рекомендацій, а також механізм здобування нових знань на основі конкретної економічної ситуації на підприємстві та в його бізнес-середовищі.

Функціональна схема бази знань

Розглянемо варіант функціональної схеми бази знань (рис. 1). Для ліквідації протиріччя між універсальністю бази знань та прив'язкою її до конкретного підприємства, вона має містити функціональну та структурну моделі підприємства. Функціональна модель є загальною ієрархією бізнес-процесів управління підприємством, а структурна – ієрархією моделей його структурних підрозділів, аж до конкретних виконавців, одиниць обладнання і зовнішніх підприємств та інституцій.

Структури даних, необхідних для вказаних моделей, породжують модель даних бізнесу, на основі якої формується й наповнюється база даних конкретного екземпляра бази знань. Набір даних моделей формує загальну модель стану бізнесу. На основі аналізу стану бізнесу диспетчер рекомендацій за допомогою бази типових завдань (проблемних ситуацій) виробляє рекомендації щодо підтримки бажаного функціонування підприємства та бажаного напрямку його розвитку із відповідним обґрунтуванням. Після погодження відповідальної особи з рекомендаціями диспетчера рекомендацію аналізують на наявність ресурсів і включають у базу планів підприємства. На основі укладених планів та реальних даних про їх виконання диспетчер моніторингу ідентифікує нові неочікувані явища в діяльності підприємства і передає їх до архіву нових явищ, а також диспетчеру рекомендацій для подальшого аналізу. Диспетчер моніторингу також моделює очікувані зміни стану бізнесу.

Уся складність розробки такої системи перемістилася в процес конструювання диспетчерів рекомендацій та моніторингу, на яких покладено виконання найважчих операцій. Цих труднощів можна уникнути із застосуванням об'єктної декомпозиції запропонованої структури бази знань. Це також дасть змогу спростити програмну реалізацію та модифікацію системи. Згідно з цим підходом, функціональність бази знань формують об'єкти трьох типів: елементарні, узагальнені та центральний об'єкти. Елементарні об'єкти відповідають виконавцям робіт на підприємстві (персонал, обладнання) або окремим зовнішнім організаціям (заклади торгівлі, постачальники,

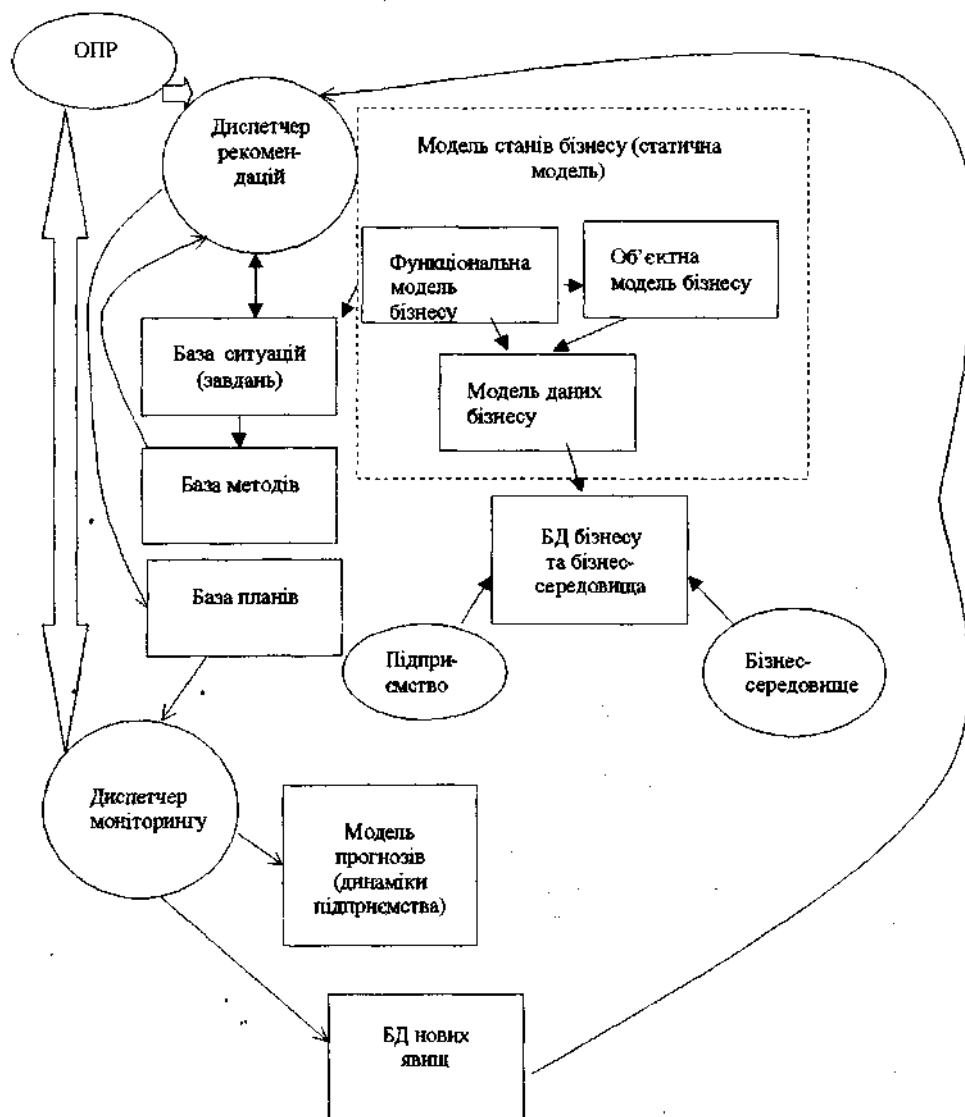


Рис 1. Функціональна схема бази знань.

банки, фонди, податкові інспекції тощо). Узагальнені об'єкти відповідають менеджменту нижніх і середніх ланок, а також об'єднанням зовнішніх об'єктів – локальні ринки, ринки товарів, галузі постачальників, банки, податкова адміністрація; а центральний об'єкт – менеджменту верхнього рівня, власникам підприємства, а також вищому керівництву державних і приватних інституцій та підприємств.

Кожен із об'єктів, котрі розглядаємо, повинен містити поля, що відповідають критеріям оцінки його діяльності, а також методи аналізу умов виконання об'єктом своїх бізнес-процесів, експертних пропозицій щодо їх поліпшення, планування ресурсів і виконавців такого поліпшення, моніторингу виконання поставлених

планових завдань із рекомендаціями щодо перегляду режимів роботи виконавців або самих планових завдань. Перегляд планових завдань також можна ініціювати як методами аналізу, так і експертними методами. За своєю суттю розглядувані об'єкти є контейнерами. Вони містять об'єкти, що відповідають бізнес-процесам модельованої сутності, із методами, котрі були перелічені вище. Планувальники нижчих рівнів підпорядковані вищим і пересилають їм свої пропозиції та приймають до розробки узгоджені ескізи планів вищого рівня. Методи об'єктів підприємства та їх бізнес-процесів можуть мати також різноманітні горизонтальні зв'язки, обмінюватись інформацією з іншими об'єктами, що володіють необхідними методами. При цьому суттєво спрощується процес конструювання механізмів аналізу, оцінки, планування та моніторингу стану підприємства, оскільки вони локалізуються по конкретних бізнес-процесах.

• Процес прогнозування обсягу продаж, як елемент наповнення бази знань

Ефективність даної методики можливо оцінити при моделюванні конкретної підсистеми підприємства, зокрема маркетингової. Її функціонування можна розбити на три складові: стратегічний, тактичний та оперативний маркетинг. Стратегічний маркетинг визначає ринкову мету діяльності підприємства, тактичний – загальний маршрут її досягнення, оперативний же – конкретну траєкторію по цьому маршруту. Стратегічні оцінки підприємства будуються на довготермінових прогнозах. Зупинимось лише на одному базисному бізнес-процесі стратегічного маркетингу – стратегічному аналізі обсягу продажів SV нового товару gd . Такий прогноз використовують як на початку першого бізнесу підприємства, так і при його розширенні, а також і при оцінці наслідків інноваційних розробок конкурентів. Побудуємо прогноз SV для кожного із локальних ринків LM_j підприємства.

Після проведення цих оцінок загальний прогноз GSV продажів товару gd на рік t знаходять елементарним підсумовуванням по всіх локальних ринках підприємства:

$$GSV(gd, t) = \sum_{j=1}^n SV[gd, LM_j, t].$$

Безумовно, попит формують споживачі, тому необхідно розглянути їх моделі. Обмежимося розглядом індивідуальних споживачів та їх потреб, що формують попит. Потреби проходять стадії життєвого циклу. На першому етапі відбувається усвідомлення абстрактної потреби. Коли відбувається відпрацювання технологічних принципів задоволення потреби за допомогою спеціально виготовленого пристрою, з'являється концепція відповідного товару. На кожну абстрактну потребу припадає велика кількість товарів. Тому ці товари об'єднують в групу. Група в свою чергу може поділятися на кластери, а кластери – на конкретні товари. Товари можуть мати різні покоління та цінові градації, наприклад дорогі, середні й дешеві товари. Конкретний екземпляр товару крім того характеризується відповідною товарною маркою.

Процес аналізу обсягу продажів, як і в методі Бостонської консультаційної групи, розбіємо на дві складові: аналіз обсягу продажів на ринку та аналіз конкуренції товарних марок на ньому. На обсяг даного ринку суттєво впливають зміни в доходах

споживачів, нововведення на ринках товарів-конкурентів і супутніх товарів, а також насиченість ринку даним товаром. Нехай встановлено обсяги реалізації цінкових градацій товару pg для даного локального ринку протягом періоду аналізу PA :

$$SV(gd, pg, LM_j, t) \quad t = \overline{-PA, 0}.$$

Період аналізу доцільно вибрати залежно від появи останнього супутнього або конкуруючого товару, який справив суттєвий вплив на динаміку реалізації цього товару. Якщо остання поява супутнього або конкуруючого товару відбулася зовсім недавно, то верхню межу періоду аналізу доцільно встановити за цією датою. Проаналізуємо інформацію про темпи зростання dY обсягу ВВП (Y) даної країни протягом тривалого періоду макроекономічного аналізу PMA , що може становити приблизно 10–20 років: $dY(t), t = \overline{-PMA, 0}$.

Щоб усунути зайві коливання перейдемо до усереднених (average) темпів зростання обсягу ВВП, приймаючи період усереднення таким, що дорівнює періоду прогнозу PP :

$$dYA_{-p} = \frac{1}{PP} \sum_{t=-p \cdot PP}^{-(p-1) \cdot PP} dY(t) \quad p = 1, \left[\frac{PMA}{PP} \right],$$

тут символом $[PMA/PP]$ позначена ціла частина частки PMA/PP . Побудуємо нечіткий прогноз обсягів реалізації товару PSV протягом періоду прогнозу, оскільки точний прогноз такого складного чинника, як ВВП, матиме надзвичайно велику похибку. Виберемо мінімальне dY_n та максимальне dY_x значення усереднених темпів зростання, а також обчислимо їх середнє значення dYa . Знайдемо для кожного з цих значень найближчі значення темпів приростів із періоду прогнозу: $dY(t_n), dY(t_x), dY(t_a)$ $t_n, t_x, t_a \in [-PA, 0]$ (період прогнозу значно менший за період макроекономічного аналізу). Встановимо динаміку обсягів реалізації цінкових градацій товару pg для встановлених років за рівнями lp оптимізму прогнозу:

$$dSV(gd, pg, LM_j, lp) = SV(gd, pg, LM_j, t(lp)) - SV(gd, pg, LM_j, t(lp) - 1),$$

$$lp = \min, \max, av, \quad t(lp) = \begin{cases} t_n & \text{нпу } lp = \min \\ t_x & \text{нпу } lp = \max \\ t_a & \text{нпу } lp = ave. \end{cases}$$

Побудуємо нечіткий прогноз обсягів реалізації товару PSV протягом періоду прогнозу за допомогою співвідношення:

$$PSV(gd, pg, LM_j, lp) = SV(gd, pg, LM_j, 0) + dSV(gd, pg, LM_j, lp) \cdot \frac{PP}{2}.$$

Якщо супутні товари, що можуть суттєво вплинути на обсяги реалізації товару, з'явилися в момент аналізу, побудований прогност потребує уточнення. Тому проводимо статистичні дослідження змін обсягів продажів супутнього товару cgd

і зміну обсягів продажів товару gd , після цієї зміни. Оцінюємо обсяги продажів супутнього товару за ціновими градаціями в деяких трьох рівновіддалених часових точках $SV(cgd, cpg, LM_j, t)$ $t = t_1, t_2, t_3$, а також коефіцієнт приросту подажу товару $ISG(cgd, cpg, gd, pg, LM_j)$ gd на одиницю продажу супутнього товару cgd із ціною градацією cpg на основі отриманих даних. Прогнозуємо зміну обсягів продажів супутнього товару на період прогнозу за допомогою логістичної кривої Ферхюльста $FSV(cgs, cpg, LM_j, t)$ $t \in [0, TP]$, побудованої на основі значень $SV(cgd, pg, LM_j, t)$ $t = t_1, t_2, t_3$. Логістична крива застереже нас від надмірно оптимістичних прогнозів. Тоді проводимо уточнення прогнозу реалізації товару gd :

$$PSV'(gd, pg, LM_j, lp) := PSV(gd, pg, LM_j, lp) + \\ + FSV(cgs, cpg, LM_j, \frac{TP}{2}) \cdot ISG(cgd, cpg, gd, pg)$$

Аналогічно здійснюємо уточнення прогнозу при появі таких конкуруючих товарів, які зменшують обсяги нашого ринку. Однак не використовуємо логістичної кривої для прогнозування тенденції продажів конкуруючого товару. Тут використовуємо звичайну криву другого порядку. Вона дасть змогу будувати песимістичніші прогнози, які мають менший ризик перевиробництва.

Оцінка конкурентоспроможності марок товару

Тепер проаналізуємо перерозподіл між обсягами конкуруючих марок товарів даного ринку. Розглядаємо товар як систему, котра має свої внутрішні та зовнішні властивості. Зовнішні властивості товару ідентифікуються його споживачами. Вони обумовлюються його внутрішніми властивостями. Нова марка товару може розроблятися на зовсім інших технологічних принципах, ніж попередні. Але споживачі виробили вже свою систему оцінки товару. Тому нова марка буде теж оцінена за своїми зовнішніми властивостями.

Числову модель конкуренції марок товару gd на локальному ринку можна створити за інформацією про продажі марок товарів на деяких торгових підприємствах цього ринку. Оцінимо приблизну частку продажів даних підприємств у торговій мережі ринку. Тоді отримаємо оцінки реалізації марок товару по ринку взагалі. Далі будемо функцію швидкості продажів SS марки товару на даному ринку залежно від її зовнішніх ознак. Використаємо для цього методи Data Mining, зокрема метод групового врахування аргументів А. Івахненка [5, 40]. У методі реалізується самоорганізація моделі за допомогою селекції часткових варіантів її структури. Виберемо критерій мінімуму зміщення md для здійснення цього відбору:

$$md(gd, pg, LM_j) = \frac{2 \sum_{bg} [MSS_A(gd, pg, bg, LM_j) - MSS_B(gd, pg, bg, LM_j)]^2}{\sum_{bg} SS(gd, pg, bg, LM_j)^2}$$

Тут символи MSS_A , MSS_B позначають прогнози швидкостей продажів марок товарів. Прогноз з індексом A побудований на основі підвибірки із максимальними значеннями дисперсії відносно середнього значення SS по марках товару (A) та підвибірки із мінімальними значеннями цієї дисперсії (B). Нехай товарні марки характеризуються деякими ознаками $X_1, X_2, \dots, X_s$ та ціною P . При найпростіших типах попиту із зростанням ціни та незмінністю інших характеристик марки товару, швидкість її продажу падає. Тому вплив ціни на швидкість продажів моделюємо за допомогою дробової функції, а вплив інших характеристик марки – за допомогою найпростішої лінії залежності. У результаті отримуємо наступну повну модель швидкості продажів:

$$MSS(gd, pg, X_1, X_2, \dots, X_s, P, LM_j) = SS_0(gd, pg) + \frac{a_0(gd, pg) + a_1(gd, pg) \cdot (X_1 - X_1^0(gd, pg)) + \dots + a_s(gd, pg)(X_s - X_s^0(gd, pg))}{1 + cp(gd, pg) \cdot (P - P_0(gd, pg))},$$

де $SS_0, P_0, X_1^0, \dots, X_s^0$ – базова швидкість продажів, ціна і властивості деякої характерної марки товару gd для цінової градації pg . Коефіцієнти цієї моделі будуються поетапно із селекцією за числом компонент. На підготовчому етапі проводять попередню оцінку коефіцієнта цінового впливу cp за допомогою часткового представлення:

$$MSS(gd, pg, X_1, X_2, \dots, X_s, P, LM_j) = SS_0(gd, pg) + \frac{a_0(gd, pg)}{1 + cp(gd, pg) \cdot (P - P_0(gd, pg))},$$

що зводиться до лінійної моделі:

$$\frac{1}{MSS(gd, pg, X_1, X_2, \dots, X_s, P, LM_j) - SS_0(gd, pg)} = \frac{1}{a_0(gd, pg)} + \frac{cp(gd, pg)}{a_0(gd, pg)} (P - P_0(gd, pg)).$$

Після попередньої оцінки коефіцієнтів $a_0(gd, pg)$, $cp(gd, pg)$ будуємо всі можливі часткові описи:

$$PSS(gd, pg, X_k, X_l, P, LM_j) = SS_0(gd, pg) + \frac{a_0(gd, pg) + a_k(gd, pg) \cdot (X_k - X_k^0(gd, pg)) + a_l(gd, pg) \cdot (X_l - X_l^0(gd, pg))}{1 + cp(gd, pg) \cdot (P - P_0(gd, pg))}.$$

Потім ітераційно уточнюємо знову цінові коефіцієнти часткового опису та

коефіцієнти впливу ознак. Серед побудованих часткових моделей відбираються F найкращих за мінімумом критерію md . Зафіксуємо найкраще значення md^1 , досягнуте на даному етапі та введемо F нових змінних:

$$Z_m^1(gd, pg) = a_k(gd, pg) \cdot (X_k - X_k^0(gd, pg)) + a_l(gd, pg) \cdot (X_l - X_l^0(gd, pg)) \quad m = \overline{1, F}.$$

На наступному етапі будуємо нові часткові описи:

$$PSS(gd, pg, Z_k^1, Z_l^1, P, LM_j) = SS_0(gd, pg) + \frac{a_0(gd, pg) + a_k^1(gd, pg) \cdot Z_k^1(gd, pg) + a_l^1(gd, pg) \cdot Z_l^1(gd, pg)}{1 + cp(gd, pg) \cdot (P - P_0(gd, pg))}$$

і повторюємо процедуру відбору. Ці кроки завершуємо при досягненні кроку e , на якому $md^e > md^{e-1}$. Побудована на попередньому кроці структура моделі вважається оптимальною. Її коефіцієнти уточнюються за даними об'єднання вибірок A та B . Таким чином отримуємо модель MSS .

За допомогою такої моделі оцінимо перспективи реалізації нових товарів, які щойно з'явилися на ринку і належать до парето-оптимальної множини товарів. Знаходимо відношення сумарних нових обсягів товарного ринку

$$\sum_{bg} MSS(gd, pg, bg, LM_j) \text{ до спрогнозованих сумарних попитів по ним}$$

$$PSV(gd, pg, LM_j, lp):$$

$$CC(gd, pg, LM_j, lp) = \frac{\sum_{bg} MSS(gd, pg, bg, LM_j)}{PSV(gd, pg, LM_j, lp)}.$$

На цей коригуючий коефіцієнт ділимо обсяги прогнозів попиту $MSS(gd, pg, bg, LM_j)$ нових марок товарів і цим визначаємо прогнози попиту по конкуруючих марках.

Отже, перспективним напрямком розвитку такої методики є прогнозування попиту на товар, котрий планують виготовляти. Згідно з його концепцією, відомий деякий набір його зовнішніх властивостей, покликаних стимулювати попит. Для побудови рекомендацій щодо запропонованого товару розглядуваний бізнес-процес має бути доповнений бізнес-процесом аналізу іноваційних проектів. Результати проведеної експертизи передаються експертному методу бізнес-процесу для оцінки нового товару, який формує обґрунтовану рекомендацію щодо перспектив його розробки. Залежно від цих рекомендацій проект розробки марки товару може бути відхилений, поданий на доопрацювання або прийнятий до реалізації. Терміни та ресурси реалізації будуть визначатися відповідною моделлю тактичного маркетингу.

Таким чином, запропоновано нову архітектуру процедурної бази знань підприємства. Методику її реалізації проілюстровано на прикладі сукупності методів, що реалізують стратегічний аналіз обсягів реалізації існуючих та проєктованих товарів підприємства. Після формалізованого опису методів оцінки привабливості інвестиційних проєктів описані методи можуть бути доповнені експертними методами рекомендацій щодо пропонувананих товарів, які б поєднували оцінки фінансової привабливості та маркетингової доцільності іновацій у товарному асортименті.

Література

1. Kevin Strange. *Business Intelligence in 2003: Year of the "Shake-Up"*. Gartner Group, 2002, December.
2. Sundar Kadayam, *The Promise of Knowledge Management, the ROI of Business Intelligence*. – KMWorld, 2002, January. http://whitepapers.informationweek.com/detail/RES/1070555542_673.html.
3. Черняк Л. Что Business Intelligence предлагает бизнесу. 24.04.2003. Открытые системы, № 04, 2003. www.osp.ru/os/2003/04/033.htm.
4. Allen Bonde. *Creating a Foundation for Enterprise Decision Management*. White paper, August 2003. http://whitepapers.informationweek.com/detail/RES/1061815769_59.html.
5. Ивахненко А. Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. – Киев: Наукова думка. – 296 с.

♦

Редакція отримала матеріал 19 березня 2004 р.