

ПРИЛАДИ

УДК 681.3.01

А.І. Валюх
в/ч А1686І.А. Круковський, к.т.н., с.н.с., пров.н.с.
Житомирський військовий інститут ім. С.П. КорольоваВ.Л. Сімаков
в/ч А0191

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА, УЗГОДЖЕНА З BUSINESS INTELLIGENCE 2.0

Розроблена архітектура гібридної експертної системи відрізняється узгодженістю з Business Intelligence 2.0 (BI 2.0), що полягає в її синергетичному об'єднанні з OLAP, Data Mining, мережевою системою управління знаннями та ін. Це дозволяє відкривати нові нетривіальні знання у результатах експертиз і продовжити логічне виведення експертної системи у семантичних мережах. Для цього розроблені трикомпонентна модель подання знань FPS/BI 2.0 і модель метазнань SixW's/BI 2.0, які також забезпечують інтеграцію з системою підтримки прийняття рішень і геоінформаційною системою, що узгоджені з BI 2.0. Дефініція «експертна система» може розглядатися окремо лише у навчальних цілях.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. Експертні системи розвивають з 1950-х років, а на комерційний рівень вивели з 1970-х – для інтерпретації вхідних даних, діагностики, моніторингу, проектування, прогнозування, планування, навчання, управління та іншого у сферах науки, освіти, державного управління, оборони, правочинства, промисловості, сільського господарства, торгівлі та ін. Вони незамінні, але мають обмежені можливості [1–8]. Дослідження з Artificial Intelligence (перекладається як термін-метафора «штучний інтелект») та баз даних привели у кінці 1980-х–першій половині 90-х років до нової генерації зв'язаних концепцій, технологій і засобів підтримки прийняття рішень, які узагальнено позначили Business Intelligence [9–13]. Найбільш важливими складовими 1-ої генерації Business Intelligence (BI 1.0) стали Data Warehouse (сховище даних), OLAP і Data Mining, введений у 1958 р. термін «А Business Intelligence System» мав дещо інше значення [9–25]. Орієнтовно з 2005 р. визначають нову генерацію Business Intelligence, яку позначають Business Intelligence 2.0 або BI 2.0, що передбачає також інтеграцію з мережевою системою управління знаннями (далі – KMS, Knowledge Management System) на Web-технологіях та ін. [25–27]. Виходячи з цього, доцільно узгодити архітектуру експертної системи з BI 2.0 (далі – ES/BI 2.0, Expert System/BI 2.0). Також має бути передбачена можливість її інтеграції з системою підтримки прийняття рішень і геоінформаційною системою, які узгоджені з BI 2.0 (далі – DSS/BI 2.0, Decision Support System/BI 2.0; GIS/BI 2.0, Geospatial Information System/BI 2.0). Це узгоджено з тенденціями ери Business Intelligence, що визначають з 21-го століття [10] та ери Zettabyte («Big Data»), яку визначають орієнтовно з 2010 р. [21] і це має важливе науково-практичне значення для підвищення ефективності діяльності державних підсистем [21]. Англійські терміни-метафори у статті є загальноприйнятими у глобальному інформаційному полі, дозволяють уникнути помилок перекладу, зменшити неоднозначність тлумачення, скоротити позначення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, що відображають питання інтеграції з OLAP, Data Mining, елементами мережевої KMS показав таке.

1. Запит *Expert system OLAP Data Mining* 05.05.2011 р. повернув у бібліотеці AAAI 18 записів [30], в ACM SIGART – 4 [31], в ACM SIG KDD – 22 [32]. Аналіз доступних статей, їх анотацій та інших публікацій показав, що питання створення гібридних експертних систем з OLAP і Data Mining розкриті не повністю, а нейромережі й генетичні алгоритми у гібридах виконують найчастіше лише часткові задачі Data Mining [1–6, 8–10, 22, 23, 30–33].

2. Не повністю розкриті можливості інтеграції експертних систем з мережевими KMS, що може розширити можливості логічного виведення експертної системи шляхом його продовження на семантичних мережах KMS [1–6, 10, 30–32, 34, 35]. Для прикладу, у принципах Knowledge Management Армії США не вживається термін Expert System, хоча акцентується базовий для обох систем процес перетворення Tacit Knowledge («мовчазних знань» професіоналів) до Explicit Knowledge (доступних всім «явних знань») [34–38], що можливо тільки у спрощеній формі. Виділяють також Implicit Knowledge («доступні але раніше не висловлені знання») [38], які також необхідно перетворити до Explicit Knowledge.

3. Не повністю розкриті проблемні питання моделей даних, знань і метазнань для гібридних систем, що визначають їх функціональні можливості [1–6, 15, 17–21, 28, 29]. Відома значна кількість таких моделей. Для прикладу, моделі подання знань для заснованих на знаннях систем (Knowledge Based

System): логіка предикатів; фрейми; продукційна модель; семантичні мережі; гібридна фреймово-продукційна модель та ін. [1–7]. Моделі даних для OLAP: Star Schema (Схема «Зірка»), Snowflake Schema (Схема «Сніжинка») та їх модифікації [18, 19, 22, 23, 39]. Моделі даних для Data Mining нерегламентовані, тому процес відкриття знань у даних (Knowledge Discovery in Date [16, 17]) часто містить значний об'єм операцій вилучення, перетворення і завантаження (Extract, Transform, Load, ETL) даних до форми, що дозволяє реалізувати алгоритми Data Mining [22, 23]. Найбільш відома модель метааналізу у KMS і журналістиці – Six W's (Five W's (and one H)), яка розроблена на основі метафори Р.Кіплінга (R.Kipling) «Six Honest Serving Men» («Шість Чесних Слуг») [40]. Шість елементів моделі Six W's у KMS позначають: KNOW-WHO (...ПРО КОГО), KNOW-WHAT (...ЩО СТАЛОСЯ), KNOW-WHEN (...КОЛИ СТАЛОСЯ), KNOW-WHERE (...ДЕ СТАЛОСЯ), KNOW-WHY (...ЧОМУ СТАЛОСЯ), KNOW-HOW (...ЯК СТАЛОСЯ). Ця модель взята за основу без елемента KNOW-WHERE у принципах Knowledge Management Армії США [34] і підтверджена у [35], проте це порушує логіку інтеграції KMS з GIS, яка забезпечує візуалізацію KNOW-WHERE та ін. [29]. Модель Six W's також використовують як шестивимірну модель метаданих Zachman Framework (Схема Захмана) для Data Warehouse [22]. Складність реалізації в умовах конкуренції єдиних онтологій [6] і моделей метааналізу є ключовою проблемою Web 2.0 і Semantic Web (Web 3.0). Розвиток у цій сфері йде відповідно до основного закону діалектики про єднання і боротьбу протилежностей.

Мета статті є подання результатів розробки архітектури гібридної експертної системи, що відрізняється інтеграцією з OLAP, Data Mining, Visual Mining, Dashboard, Scorecard, елементами мережевої KMS та має інші узгоджені з BI 2.0 властивості, тому її позначено ES/BI 2.0, по аналогії з DSS/BI 2.0. Розглянуто також деякі особливості реалізації системи.

Викладення основного матеріалу. Функціональні можливості заснованих на знаннях систем та їх гібридів визначаються структуризацією вхідної інформації, яка повинна забезпечувати ситуативну самоактивацію знань, математичні й текстові функції та ін. Дослідження відповідних моделей призвело до розробки ES/BI 2.0, тому їм відведена значна частина статті.

ES/BI 2.0 є гібридом трьох початково самодостатніх систем (експертна система + OLAP, Data Mining + мережева KMS). Для їх об'єднання розроблені гібридна трикомпонентна модель подання знань FPS/BI 2.0 (Frame, Production system, Semantic network) і модель метааналізу SixW's/BI 2.0, які прототипувалися у [39, 24, 25, 27–29]. Індекс BI 2.0 означає, що на відміну від BI 1.0 передбачена інтеграція з мережевими KMS та ін. [26, 25]. Особливості запропонованих моделей розглянуто у пп. 1–3.

1. *Фрейми (Frame – 1-й елемент FPS/BI 2.0)* – основа бази фактів експертної системи.

Факти, що надходять на експертизу характеризують у спрощеній формі будь-які об'єкти, події, процеси. За її результатами елементи фактів записують до слотів системи фреймів. Один екзофрейм характеризує звичайно один факт [5]. Він також може характеризувати один етап процесу та ін. Тоді весь процес (послідовність етапів), можна визначити у результатах експертиз за допомогою алгоритмів Data Mining для пошуку асоціацій і послідовностей.

На відміну від традиційної системи, в ES/BI 2.0 база фактів з результатами експертиз накопичується в Data Mart (кіоску даних) у внутрішній підсистемі, яка може мати вбудовані чи клієнтські засоби OLAP, Data Mining й інші засоби Business Intelligence, а також може передаватися до зовнішньої підсистеми, до групового чи корпоративного Data Warehouse із відповідними серверними засобами. Фреймову модель можна реалізувати як розширену модель ROLAP Star Schema на основі моделі Six W's, узгодивши елементи останньої з функціями BI 2.0 і з проблемною галуззю роботи [39]. Для цього до Six W's додано нові (New) елементи:

- KNOW-FORECAST (...ПРОГНОЗ), адже прогнозування (forecast), передбачувальна аналітика (predictive analytics) є базовою задачею Knowledge Discovery and Data Mining, Business Intelligence й Performance Management, Analytic Applications [11–13, 23];

- KNOW-AS MUCH (...СКІЛЬКИ), адже без кількісних оцінок неможлива повноцінна підтримка прийняття рішень, яка використовує також нечітку логіку (fuzzy logic) [6–8];

- KNOW-X, де X – множина елементів метааналізу для даної проблемної галузі роботи, для прикладу, її елементом може бути KNOW-SOURCE (...ДЖЕРЕЛО ІНФОРМАЦІЇ).

Розширену модель метааналізу позначено SixW's/BI 2.0, а зміст її елементів:

$$\text{SixW's/BI 2.0} = \text{SixW's (WHO, WHAT, WHEN, WHERE, WHY, HOW)} + \text{New (FORECAST, AS MUCH, X)} \quad (1)$$

Елементи KNOW-FORECAST і KNOW-AS MUCH є обов'язковими для підтримки рішень, адже прогнозують можливі результати та акцентують необхідність кількісних оцінок. Тому модель SixW's/BI 2.0 більше узгоджена з Business Intelligence і з принципами Knowledge Management, адже носії Tacit Knowledge й Implicit Knowledge у сфері KNOW-FORECAST й KNOW-AS MUCH є важливим ресурсом будь-якої корпорації. Елемент KNOW-FORECAST дозволяє відокремити цю невелику, але дуже цінну групу носіїв знань у KMS.

2. *Продукційні правила (Production system (rules) – 2-й елемент FPS/BI 2.0)* реалізовані у процедурах-демонах й процедурах-слугах, які приєднані до слотів фреймів (протофреймів) і забезпечують

багатокритерійне логічне виведення на елементах фактів [5].

3. Семантичні мережі (*Semantic network – 3-й елемент FPS/BI 2.0*) є результатом логічного виведення експертної системи і розширюють його можливості. Вони можуть містити:

- відомості та засоби «дружньої допомоги» користувачам шляхом їх з'єднання з експертами, які є носіями Tacit Knowledge й Implicit Knowledge у мережевій KMS та в Інтернеті (у соціальних мережах та ін.), чий знання не повністю формалізовані у внутрішній підсистемі;

- додаткові елементи Explicit Knowledge для поглибленої інтерпретації логічного виведення, у тому числі в приєднаних діагностичних системах на гіпермедійних семантичних мережах з переходом між їх вузлами відповідями на запитання «ЯКЩО...ТО...»;

- елементи DSS/BI 2.0 та GIS/BI 2.0 із задалегідь складеними алгоритмами аналізу, що можуть активуватися логічним виведенням;

- програмно-технічні засоби віддаленого управління пристроями, що після сигналу ES/BI 2.0 переходять до активних дій по зв'язаному алгоритму або згідно з внутрішніми цілями.

Отже, гібридна трикомпонентна модель подання знань FPS/BI 2.0 є подальшим розвитком гібридної двокомпонентної фреймово-продукційної моделі, що є основою традиційної архітектури експертної системи продукційного типу з логічним виведенням за зразками. Вона відрізняється наявністю гіпермедійних семантичних мереж, які розширюють можливості логічного виведення експертної системи. Моделі FPS/BI 2.0 та SixW's/BI 2.0 забезпечують синергетичну інтеграцію компонентів ES/BI 2.0, DSS/BI 2.0, GIS/BI 2.0. Вони повинні бути загальнокорпоративними і мати незмінну для всіх статичну частину і спеціальні для окремих користувачів чи їх груп темпоральні частини. Така можливість підтверджена у [19], як доповнення до [18]. Це доцільно віднести й до програмного забезпечення і моделей аналізу.

Для ілюстрації логічного виведення експертної системи його елементи надаються у таблиці, яка має назву «матриця знань» [8]. Для ES/BI 2.0 розроблено вдосконалену матрицю знань, що надана у таблиці 1. Вона відрізняється від запропонованих у [8, 24, 25] введенням множин елементів T_{1j}, Z_k, T_{2j}, Y_j та збільшеною кількістю значень R_j . Логічне виведення на X_{ij}, T_{1j}, R_j описане у [24, 25], тому розглянемо особливості, які не описані раніше.

Результати експертиз, що відповідають елементам множин $X_{ij}, T_{1j}, Z_k, T_{2j}, Y_j$ аналізують засобами OLAP, Data Mining, Visual Mining і використовують як ключові індикатори діяльності (Key Performance Indicators, KPI) у простих інструментальних панелях (Dashboards, spark lines, micro and bullet charts та ін.) і в більш складній оцінювальній карті (Scorecard), яка зв'яже їх з груповими й корпоративними цілями у загальній стратегічній схемі. Доцільно будувати Scorecards з урахуванням методик Balanced Scorecard, Six Sigma [11–13]. Множина Z_k ($k = 1..f$, де f – номер репліки гібридної системи) відображає ідентифікатори екземплярів ES/BI 2.0.k у корпоративній системі. Її значення можуть входити до метаправил логічного виведення, які при однакових елементах X_{ij} у різних екземплярах мають різні результати, а також використовуються для групування результатів експертиз під час аналізу засобами OLAP, Data Mining та ін. Множина Y_j ($j = 1..g$, де g – номер продукційного правила розпізнавання факту) відображає ідентифікатори фактів за результатами експертиз. Ці значення можуть підтверджуватися користувачем, якщо експертне правило попереджає про необхідність додаткового аналізу за допомогою R_j . Ідентифікатор Y_j можуть отримувати і не розпізнані набори вхідних елементів: невідомі факти, для яких треба розробити нові продукційні правила розпізнавання: відомі факти, в описі або у правилах виявлення яких допущені помилки; інформаційний шум. Заповнення Y_j є донавчанням бази знань ES/BI 2.0 для подальшого добування знань засобами OLAP, Data Mining та ін.

Таблиця 1

Матриця знань на моделі FPS/BI 2.0 для ES/BI 2.0

Елемент лівої частини продукційних правил: ЯКЩО ...					Елемент правої частини продукційних правил: ТО ...				
елемент фактів, що проходить експертизу і записується до Data Mart (X_{ij})					час виникнення факту, що записується до Data Mart (T_{1j})	номер репліки гібридної системи у груповій чи корпоративній системі, що автоматично записується до Data Mart (Z_k)	час реєстрації експертизи, що автоматично записується до Data Mart (T_{2j})	множина можливих результатів логічного виведення (R_j)	ідентифікатор факту, який записується до Data Mart за результатами експертизи (Y_j)
e_1	e_2	e_3	...	e_n					
X_{111}	X_{112}	X_{113}	...	X_{11n}	t_{11}	Z_k	t_{21}	$R_1 = \{w_1^L, w_1^{LU}, w_1^{IU}, f_1^L, f_1^U, f_1^{IU}\}$	y_1
X_{121}	X_{122}	X_{123}	...	X_{12n}					
X_{131}	X_{132}	X_{133}	...	X_{13n}					
...					
X_{1m1}	X_{1m2}	X_{1m3}	...	X_{1mn}					

...	
X_{g11}	X_{g12}	X_{g13}	...	X_{g1n}	t_{1g}	Z_k	t_{2g}	$R_g = \{w_g^L, w_g^{LU}, w_g^U, f_g^L, f_g^U\}$	Y_g
X_{g21}	X_{g22}	X_{g23}	...	X_{g2n}					
X_{g31}	X_{g32}	X_{g33}	...	X_{g3n}					
...					
X_{gm1}	X_{gm2}	X_{gm3}	...	X_{gmn}					

Отже, порівняно з традиційною експертною системою, база знань ES/BI 2.0 розширена за рахунок безшовного зв'язку з елементами мережевої KMS та з базою моделей OLAP і Data Mining, що забезпечує розширення логічного виведення експертної системи у мережевій KMS та добування нових *нетривіальних знань* [16, 17] у результатах експертиз.

На рисунку 1 у спрощеній формі показано традиційна експертна система, як вона зображена у [1] та інтегровані з нею засоби, які разом утворюють ES/BI 2.0.

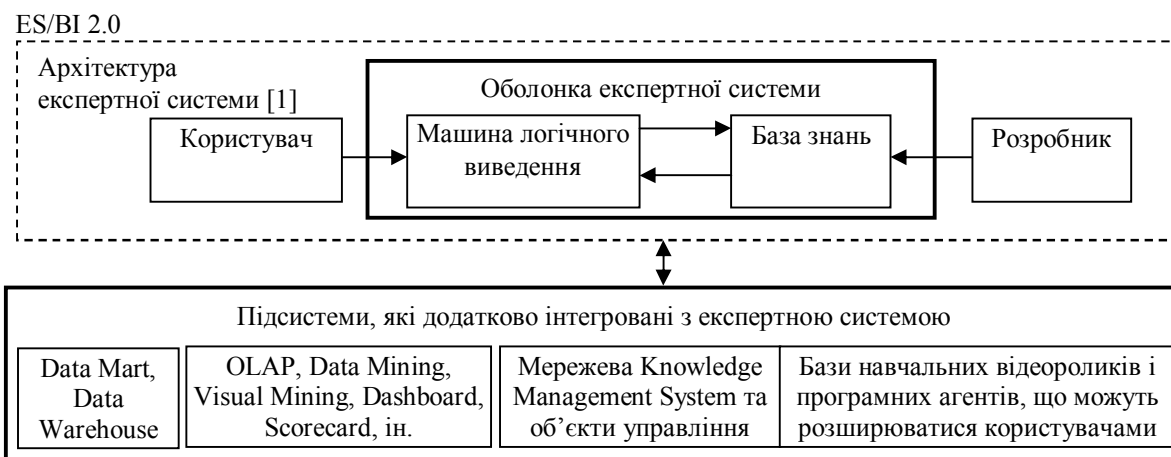


Рис. 1. Традиційна експертна система [1] разом з приєднаними засобами OLAP, Data Mining, елементами мережевої KMS та іншими, які разом утворюють ES/BI 2.0

На рисунку 2 показано варіант архітектури ES/BI 2 на основі запропонованої архітектури у [28]. Як видно, ES/BI 2.0 складається з внутрішньої та зовнішньої підсистем.

Внутрішня підсистема ES/BI 2.0 відрізняється від традиційної експертної системи:

- включенням Data Mart для накопичення результатів експертиз, як правило, з клієнтськими чи вбудованими засобами OLAP, Data Mining, Dashboard, Scorecard та ін.;

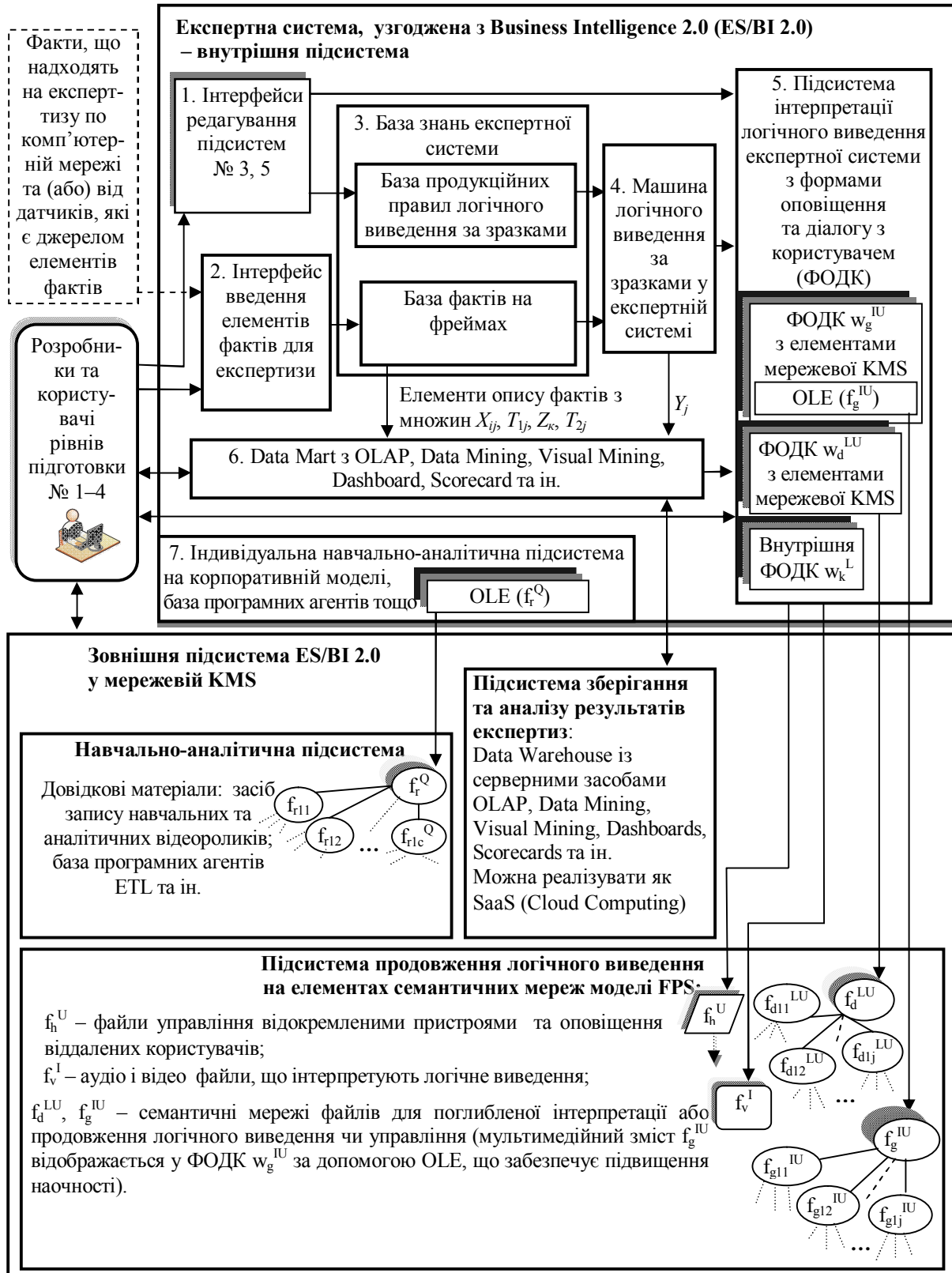


Рис. 2. Варіант архітектури експертної системи, узгодженої з Business Intelligence 2.0 за рахунок об'єднання з OLAP, Data Mining, елементами мережевої Knowledge Management System та ін.

- можливість передачі результатів експертизи до Data Warehouse із серверними засобами OLAP, Data Mining, Visual Mining, Dashboard, Scorecard та управління, або аналізу з використанням SaaS (як правило, Private Cloud Computing) та Outsourcing, якщо це дозволено вимогами з безпеки інформації, з урахуванням «золотого правила» Outsourcing щодо його використання для виконання допоміжних завдань [10];
- включенням форм оповіщення й діалогу з користувачем (ФОДК), які виводять до зв'язаних

елементів у мережевій KMS, а також в Інтернеті в т.ч. у соціальних мережах, якщо це дозволено вимогами з безпеки інформації та ін.;

- включенням навчально-аналітичної мультимедійної підсистеми та бази програмних агентів як автономної модульно-уніфікованої частини групової та корпоративної KMS, яку можуть розширювати користувачі за допомогою засобів відеозапису та мов рівня 4GL та ін.

Зовнішня підсистема ES/BI 2.0:

- розширює функції внутрішньої підсистеми будь-якими засобами, що запускаються логічним виведенням внутрішньої підсистеми під контролем користувача або без його участі і далі функціонують згідно з раніше складеним алгоритмом або згідно з внутрішніми цілями;

- зменшує розмір і складність внутрішньої підсистеми, підвищує надійність її роботи, у тому числі в автономному режимі з обмеженою функціональністю;

- забезпечує поступове нарощування функцій ES/BI 2.0 та розбудову ієрархічно-синергетичної групової і корпоративної інформаційно-управляючої системи узгоджено з BI 2.0.

Отже, експертна система, OLAP і Data Mining, мережева KMS можуть використовуватися окремо, проте їх об'єднання в ES/BI 2.0 забезпечує значний синергетичний ефект у загальній функціональності, який значно перевищує ефективність окремо взятих складових, що підтверджено методами групового експертного оцінювання розробленого прототипу.

При побудові корпоративної системи, модульно-уніфікована архітектура ES/BI 2.0, DSS/BI 2.0 та GIS/BI 2.0 із статичними і темпоральними частинами забезпечує підключення будь-якої кількості підсистем до центральної системи з Data Warehouse подібно до мережево-центричної концепції. Також забезпечується у разі відсутності мережевого зв'язку – функціонування автономних підсистем як окремих «островів» з можливістю об'єднання їх інформації у будь-який доступний спосіб. Мережево-центрична «острівна» система дозволяє автоматизувати найбільш важливі «острови» і «вертикальні» ділові процеси (Business Process) та поступово нарощувати систему при побудові надійних комп'ютерних мереж і набутті досвіду. Це дозволяє поступово будувати «мережевий ергатичний організм» – мережеву людино-машинну систему з виконавчими пристроями, у якій функції нетривіального добування знань і управління гармонійно розділені у єдиному інформаційному полі між програмно-технічними засобами і людьми та значна частина цих функцій (крім критичних для безпеки) виконується з мінімальною участю людей. Цей підхід до автоматизації у частковій проблемній галузі роботи визнано більш ефективним за відому концепцію «єдиного інформаційного простору» і прийнято для розробки на основі робіт наукової школи Б.М. Герасимова за підтримки інших вчених. Вперше організмичний підхід до ергатичних систем розроблено у 1975 р. радянськими українськими кібернетиками В.В. Павловим за участю В.Л. Баранова, А.М. Вороніна та ін. [41].

Провідні бізнес-корпорації, що акумулюють світові фінансові ресурси, вже реалізують по суті мережеві ергатичні організми з управлінням, що засноване на нетривіальних знаннях. Насамперед, це Microsoft, а також Google, адже їх KMS/Business Intelligence/GIS системи, до яких включені бажані користувачі, розвиваються по суті як ефективні глобальні мережеві ергатичні організми в Інтернеті. Є системи, що можна розглядати як окремі ергатичні організми в Інтернеті, адже багато їх функцій виконують програмні агенти. Для прикладу, найбільш авторитетний в області Knowledge Discovery and Data Mining сайт KDnugget.com («Відкриття самородків знань»), який створив засновник цього наукового напрямку Г.Пятецький-Шапіро (G. Piatetski-Shapiro) – в 1989 р., у США. Він народився у сім'ї відомого радянського математика, чий батьки до переїзду до м. Москви жили у м. Бердичеві на Україні. У 70-х роках емігрував з батьком до Ізраїлю, який у 1989 р. отримав премію Вольфа для видатних світових математиків. Втрата для держави таких науковців є наслідком грубого порушення принципів Knowledge Management на загальносистемному рівні.

Потрібні не тільки складні експертні системи, але й прості – з невеликою кількістю правил логічного виведення. Адже людина допускає помилки навіть при однокритерійній експертизі. З ростом напруженості роботи й ускладненням експертних правил, помилки ростуть експоненційно [7]. Запропонована ES/BI 2.0 забезпечує гармонійний розподіл функцій між програмно-технічними засобами і людьми, залишаючи їм творчі функції, що проблематично реалізувати за допомогою обчислювальних методів та Artificial Intelligence.

Для розробки та експлуатації ES/BI 2.0 та DSS/BI 2.0 потребують удосконалення рекомендації до фахівців: DSS/BI Analyst (аналітик); Business Intelligence Engineer (інженер); Business Intelligence Project Manager (менеджер проекту); DSS/BI Designer (конструктор); DSS/BI Project Lead (керівник проекту) та ін. Ці спеціальності вивели програмні агенти indeed.com та ін. 07.07.2011 р. у перших 10-ти записах Google з українським інтерфейсом після запиту DSS BI 2.0 (DSS/BI 2.0). Після настання ери Business Intelligence та ери Zettabyte (Big Data) [10, 21] зростає роль структур керівників: CEO – Chief Executive Officer (загальне керівництво); CSO – Chief Science Officer (наукові дослідження); CKO – Chief Knowledge Officer (управління знаннями – Knowledge Management); CDO – Chief Data Officer (обробка інформації з використанням Knowledge Discovery and Data Mining); CLO – Chief Learning Officer

(навчання); CIO – Chief Information Officer (інформаційні технології); CISO – Chief Information Security Officer (інформаційна безпека) та ін. Це особливо важливо для корпорацій, що створюють знання як основний вид вихідної продукції. Для прикладу, першим CDO й одночасно старшим віце-президентом компанії Yahoo!, яка стала однією з найбільш потужних з пошуку в Web та у галузі е-комерції, був співзасновник ACM SIG KDD Усама Файяд (Usama Fayyad). Він у різний час був керівником спеціальної дослідницької групи з Data Mining у Microsoft Research, державним експертом у галузі Government Data Mining (державні програми США), є головою останніх конференцій ACM SIG KDD та засновником і CEO компанії Open Insights, що спеціалізується з Business Intelligence і зв'язаних технологій.

Дослідна експлуатація прототипів ES/BI 2.0 та DSS/BI 2.0 показує, що їх користувачів узгоджено із запропонованими у [22] за рівнем підготовки можна розділити на 4 групи.

1. Читач звітів (Report Reader) – може вводити елементи опису фактів для експертизи та користуватися ФОДК, Dashboard і Scorecard без навиків їх редагування.

2. Читач та розробник простих звітів (Information Browsers) має додаткові навички: використання клієнтських засобів OLAP для евристичного аналізу результатів експертизи (інтерактивні зведені таблиці, діаграми схеми); створення за допомогою вбудованої мови рівня 4 GL процедур логічного виведення ФОДК у внутрішній підсистемі; створення і розповсюдження відеороликів у KMS. Доцільне загальне розуміння BI 2.0 згідно з корпоративним тлумачним словником, адже, для прикладу, метафоричне визначення Data Mining у [20] призвело до уточнень у підзвітних документах.

3. Досвідчений користувач (Advanced User) має додаткові навички: використання клієнтських засобів Data Mining; створення процедур логічного виведення ФОДК з елементами у зовнішній мережевій KMS. Необхідні знання BI 2.0, участь в організації розбудови темпоральної частин групової KMS узгоджено з корпоративною.

4. Потужний користувач (Power User) має додаткові навички: використання серверних засобів OLAP і Data Mining; редагування Dashboard і Scorecards для управління й оповіщення; використання Private Cloud Computing, якщо це дозволено CISO. Необхідні загальні знання стану і тенденцій розвитку BI 2.0 згідно з щорічними звітами провідних консалтингових компаній Gartner, IDC, Forrester та інших, участь в організації розбудови групової і корпоративної KMS згідно з адаптованими принципами Knowledge Management для часткової проблемної галузі роботи.

Отже, узгоджено з BI 2.0, користуватися засобами можуть як офісні працівники (рівні 1–3), так і професіонали BI 2.0 високого мультидисциплінарного рівня підготовки (рівні 3–4).

Розробку ES/BI 2.0 необхідно здійснювати подібно до експертних систем [6] та DSS [22]. Проте, група розробників повинна мати більш мультидисциплінарну підготовку, а їх співпраця потребує більшої узгодженості для отримання стійкого ефекту синергії знань, умінь і зусиль, адже частина цих професіоналів не є ієрархічно підпорядкованими. Організація групи є найбільш складним частковим завданням, яке визначає успішність розробки системи, тому її особливості планується розглянути в окремій публікації на основі [39, 42] та ін.

Висновки:

1. Розроблена архітектура експертної системи (Expert system/Business Intelligence 2.0, ES/BI 2.0) відрізняється від традиційної: узгодженістю з BI 2.0, що полягає в її інтеграції з OLAP, Data Mining, Visual Mining, Dashboard, Scorecard; елементами мережевої KMS та ін. і забезпечує:

- розширення функцій логічного виведення експертної системи шляхом його продовження у мережевій KMS, яка також включає об'єкти управління та ін.;

- нетривіальне добування дійсних, нових, корисних і зрозумілих знань [16, 17] у результатах експертизи за допомогою OLAP, Data Mining та інших засобів BI;

- безшовну синергетичну інтеграцію складових корпоративної ергатичної системи BI 2.0/KMS/GIS на модульно-уніфікованих моделях, які мають статичну частину (загальну для всіх) і темпоральні частини (часткові для окремих користувачів і їх груп).

2. Архітектура ES/BI 2.0 може мати різні варіанти реалізації, використовуватися окремо чи у складі DSS/BI 2.0, GIS/BI 2.0, аналітичних додатків. Визначення цих систем передбачає розвиток відповідної класифікації узгоджено із запропонованими у [33, 10–13]. Дефініція «Експертна система» може розглядатися окремо лише у навчальних цілях, тому що у результаті розвитку BI й KMS стала функціонально неповною для практики.

3. Запропонована вдосконалена гібридна трикомпонентна модель подання знань FPS/BI 2.0 (Frame, Production system, Semantic network/BI 2.0) є подальшим розвитком відомої гібридної двохкомпонентної фреймово-продукційної моделі [39]. Вона відрізняється використанням гіпермедійних семантичних мереж, що забезпечує розширення логічного виведення експертної системи у мережевій KMS узгоджено з BI 2.0, безшовну синергетичну інтеграцію складових ES/BI/KMS/GIS.

4. Запропонована вдосконалена модель метазнань Six W's/BI 2.0 є подальшим розвитком відомої моделі Six W's [40]. Вона відрізняється більшою узгодженістю елементів з BI 2.0, що забезпечує більшу відповідність проблемній області роботи [39], безшовну інтеграцію складових ES/BI 2.0/KMS/GIS та ін.

5. Розроблена ES/BI 2.0 має розширювану користувачами мультимедійну навчально-аналітичну підсистему з базою відеороликів і базою програмних агентів, що забезпечує більш глибоке й оперативне освоєння та розширення користувачами робочих функцій системи згідно з частковими потребами, а також розбудову групової й корпоративної KMS.

6. У корпораціях, які створюють знання, вони стали високотехнологічним (hi-tech) видом продукції, яку виробляють відповідні працівники (Knowledge Worker) [37, 11–13, 22, 43]. Запропоновані ES/BI 2.0, DSS/BI 2.0, GIS/BI 2.0 забезпечують підвищення ефективності засобів добування *нетривіальних* знань і перетворення їх у більш ефективні рішення. Вирішальне значення для їх реалізації у державних структурах має склад, підготовка та бажання співпрацювати учасників груп розробників і користувачів без фінансової вигоди. Зростає відповідальність структур CEO, CDO, SKO, CLO, CIO, CISO за організацію удосконалення корпоративної культури аналізу. Доцільно ввести кваліфікаційну вимогу до всіх аналітиків щодо умінь використовувати засоби OLAP, Data Mining та інші для вирішення типових аналітичних задач у своїй проблемній області роботи.

7. «Інформаційні суспільства» за останні 10 років переходять на новий рівень розвитку, де вирішальною силою у конкурентній боротьбі для задоволення своїх потреб стає заснована на нетривіальних hi-tech знаннях діяльність з використанням інформаційних мереж – на основі і для добування достатніх ресурсів (людських, інформаційних, фінансових, енергетичних, матеріальних). Для цього державні підсистеми повинні мати узгоджені стратегії «Big Data» [21], основою яких є стратегії (концепції) реалізації Business Intelligence та відповідних аналітичних додатків у розширеному тлумаченні. У частковій проблемній області роботи окремі питання досліджені, прототип узагальненої концепції запропоновано у середині 2009 р. [27], її актуальність і вірність основних положень підтверджено пропозиціями, що викладені у кінці 2010 р. у [21] та ін. Перспективою подальших досліджень є продовження розробки цих проблемних питань для державних підсистем, Збройних Сил України.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Джесксон П.* Введение в экспертные системы : пер. с англ. / *П.Джесксон.* – М. : Изд. дом «Вильямс», 2001. – 624 с.
2. *Рассел Ст.* Искусственный интеллект: современный подход (Artificial Intelligence. A Modern Approach. Second edition) : пер. с англ. / *Ст.Рассел, П.Норвиг.* – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – 1408 .
3. *Люгер Дж.Ф.* Искусственный интеллект : стратегии и методы решения сложных проблем : пер. с англ. / *Дж.Ф. Люгер.* – М. : Вильямс, 2005. – 864 с.
4. *Поспелов Г.С.* Исследование по искусственному интеллекту в СССР. Кибернетику – на службу коммунизму : сб. ст. / *Г.С. Поспелов, Д.А. Поспелов* ; под ред. акад. *А.И. Берга.* – М. : Энергия, 1978. – Т. 9 : Управление и информатизация. – С. 212–236.
5. *Алиев Р.А.* Производственные системы с искусственным интеллектом / *Р.А. Алиев, Н.М. Абдикеев, М.М. Шахназаров.* – М. : Радио и связь, 1990. – 264 с.
6. *Гаврилова Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / *Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский.* – СПб. : Питер, 2001. – 384 с.
7. *Герасимов Б.М.* Проектування та застосування експертно-навчальних систем : монографія / *Б.М. Герасимов, О.Г. Оксіюк, С.А. Шворов.* – К. : Вид-во Європ. ун-ту, 2008. – 263 с.
8. *Ротштейн О.І.* Інтелектуальні технології ідентифікації: нечіткі множини, генетичні алгоритми, нейронні мережі / *О.І. Ротштейн.* – Вінниця : Універсум, 1999. – 320 с.
9. *Deborah Quarles van Ufford.* Business Intelligence. The Umbrella Term (2002). – Режим доступа : www.few.vu.nl/en/Images/werkstuk-quarles_tcm39-91416.doc.
10. US Army ESCC (The U.S. Army Enterprise Solutions Competency Center, Army Business Intelligence Competency Center). Business Intelligence Reference Guide. – Режим доступа: <http://escs.army.mil>.
11. Gartner. Magic Quadrant for Business Intelligence Platforms. 27 January 2011. *Rita L. Sallam, James Richardson, John Hagerty, Bill Hostmann.* – Режим доступа : <http://www.gartner.com>.
12. IDC. Competitive Analysis. Worldwide Business Intelligence Tools 2010 Vendor Share. *Dan Vesset.* June 2011. – Режим доступа: <http://www.idc.com>.
13. Forrester. The Forrester Wave™: Enterprise Business Intelligence Platforms, Q4 2010 by Boris Evelson for Business Process Professional. October 20, 2010. – Режим доступа : <http://www.forrester.com> .
14. *Luhn H.P.* «A Business Intelligence System» / *H.P. Luhn* // IBM Journal of Research and Development. Volume 2, Issue 4, October 1958. – Pp. 314–319.
15. *Codd E.F.* «Providing OLAP : On-Line Analytical Processing to User-Analysts : An IT Mandate» / *E.F. Codd, S.B. Codd, C.T. Salley* // E.F. Codd & Associates. – 1993. – 18 p.

16. *Gregory Piatetsky-Shapiro*. Knowledge Discovery in Real Databases: A Report on the IJCAI-89 Workshop / *Gregory Piatetsky-Shapiro* // AI Magazine (© AAAI), 11 (5): Fall 1990. – Pp. 68–70.
17. *Usama M.Fayyad, Gregory Piatetsky-Shapiro and Padhraic Smyth*. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. (Chapter 1) / *Usama M.Fayyad, Gregory Piatetsky-Shapiro and Padhraic Smyth* // AI Magazine (© AAAI), 17(3): Fall 1996. – Pp. 37–53.
18. *Bill Inmon*. Data Mart Does Not Equal Data Warehouse / *Bill Inmon* // InfoManagement Direct, November, 1999. – Режим доступа : <http://www.information-management.com/infodirect/19991120/1675-1.html>.
19. *Bill Inmon*. When Are Star Schemas Okay in a Data Warehouse? – Режим доступа : <http://www.b-eye-network.com/view/5626>.
20. A Bill To require reports to Congress on Federal agency use of data mining. 110th CONGRESS, 1st session, S.236. June 4, 2007. – Режим доступа : <http://www.gpo.gov/>.
21. PCAST (President's Council of Advisors on Science and Technology). Report to the President And Congress «Designing a Digital Future: Federally Funded Research and Development in Networking and Information Technology». December 16, 2010. – Режим доступа : <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/pcast>.
22. *Стурли Э.* Корпоративные хранилища данных : планирование, разработка, реализация. Т. 1 : пер. с англ. / *Э.Стурли*. – К.–М.–СПб. : Вильямс, 2001. – 400 с.
23. Анализ данных и процес сов : учеб. пособие / *А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, И.И. Холод и др.* – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 512 с.
24. *Круковський І.А.* Удосконалені вимоги до реалізації OLAP у DSS для часткових проблемних областей інформаційно-аналітичної роботи : військ.-техн. зб. / *І.А. Круковський* // Академія сухопутних військ. – 2010. – Вип. 3. – С. 26–32.
25. *Круковський І.А.* Узагальнена архітектура системи підтримки прийняття рішень на основі Business Intelligence у розширеному тлумаченні / *І.А. Круковський* // Вісник ЖДТУ. – 2010. – Вип. 2 (53). – С. 103–111.
26. *Neil Raden* Business Intelligence 2.0: Simpler, More Accessible, Inevitable. InformationWeek. February 01, 2007 / *Neil Raden*. – Режим доступа : <http://www.informationweek.com/news/software/bi/197002610>.
27. *Сімаков В.Л.* Проблемні питання реалізації Business Intelligence 2.0 у некомерційних сферах роботи / *В.Л. Сімаков, І.А. Круковський* // Проблеми створення, розвитку та застосування інформаційних систем спеціального призначення : 18 наук.-практ. конф., Житомир, 15 квітня 2011 р : тези доп. – Ч. 1. – Житомир : ЖВІ НАУ, 2011. – С. 194.
28. *Круковський І.А.* Архітектура експертної системи з розширеним виведенням на трикомпонентній гібридній моделі подання знань / *І.А. Круковський* // зб. наук. праць ВІТІ НТУ України «КПІ». – 2009. – Вип. 3. – С. 20–24.
29. *Круковський І.А.* Проблемні питання розробки і реалізації Geospatial Business Intelligence / *І.А. Круковський* // Геоінформаційні системи у військових задачах. Другий науково-технічний семінар 21–22 січня 2011 року. – Львів : Академія Сухопутних військ, 2011. – С. 117–125.
30. AAAI (Association for the Advancement of Artificial Intelligence, formerly the American Association for Artificial Intelligence), AAAI DIGITAL LIBRARY. – Режим доступа : <http://www.aaai.org/Library/library.php>.
31. ACM SIGART (Association for Computing Machinery, Special Interest Group on Artificial Intelligence). ACM Digital Library, SIGART. – Режим доступа : <http://dl.acm.org/sig.cfm?id=SP918>.
32. ACM SIGKDD (Association for Computing Machinery, Special Interest Group on Knowledge Discovery in Data), ACM Digital Library, SIGKDD. – Режим доступа : <http://portal.acm.org/sig.cfm?id=SP936>.
33. *D.J. Power*. Ask Dan! about DSS, Brief History of Decision Support Systems (version 4.1). Editor, DSSResources.COM. – Режим доступа : <http://dssresources.com/history/dsshistory.html>.
34. AKO (U.S. Army Knowledge On-Line). Army Knowledge Management Principles (on Army Knowledge On-Line). – Режим доступа : <https://www.us.army.mil/>.
35. *Dr. Ramon Barquin*. The U.S. Army Knowledge Management Principles and their Relevance to Other Organizations. January 4, 2011. – Режим доступа : <http://www.b-eye-network.com/view/14826>.
36. *Polanyi, M.* Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy / *Polanyi, M.* // Chicago: University of Chicago Press, 1958. – 442 p.
37. *Nonaka I.* The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynasties of innovation / *I.Nonaka, H.Takeuchi*. – Oxford : Oxford University Press, 1995. – 304 p.
38. *Wilson T.D.* The nonsense of 'knowledge management'. Information Research, Vol. 8, No. 1, October 2002. – Режим доступа : <http://informationr.net/ir/8-1/paper144.html?referer=www.clickfind.com.au>.

39. Герасимов Б.М. Методика вибору раціональної моделі подання знань для автоматизованої системи підтримки інформаційно-аналітичної роботи корпоративного інформаційно-аналітичного центру / Б.М. Герасимов, І.А. Круковський // Проблеми створення, випробовування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем / Технічні науки : зб. наук. праць ЖВІ НАУ. – 2008. – Вип. 1. – С. 178–187.
40. Wikipedia, Six Honest Serving Men (Five Ws.) From Wikipedia, the free encyclopedia. –Режим доступу : http://en.wikipedia.org/wiki/Five_Ws.
41. Павлов В.В. Начала теории эргатических систем / В.В. Павлов. – К. : Наук. думка, 1975.
42. Герасимов Б.М. Методика оцінювання якості програмного забезпечення систем, заснованих на знаннях / Б.М. Герасимов, І.А. Круковський, О.М. Перегуда // Проблеми створення, випробовування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем / Технічні науки : зб. наук. пр. Житомир. військ. ін-т Нац. авіац. ун-ту. – Житомир, 2009. – Вип. 2. – С. 97–101.
43. Bill Ackerly, Battle Command Knowledge Center. 2nd knowledge management – course graduates. Feb 18, 2010. ARMY.MIL, The Official Homepage of the United States Army. – Режим доступу: <http://www.army.mil/>.

ВАЛЮХ Андрій Іванович – військова частина А1686.

Наукові інтереси:

- інформаційна робота з прийняття рішень з використанням високих технологій.

КРУКОВСЬКИЙ Ігор Анатолійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник наукового центру Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

- розробка інформаційно-управляючих систем.

Тел.: (095)931–50–50.

E-mail: BusinessIntelligence@mail.ru

СИМАКОВ Валентин Леонідович – військова частина А0191.

Наукові інтереси:

- дослідження шляхів підвищення ефективності інформаційної роботи для підтримки прийняття рішень з використанням високих технологій (hi-tech);
- удосконалення методичного забезпечення розробки, реалізації й оцінювання ефективності складних інформаційно-управляючих систем з використанням експертного оцінювання.

Подано 20.06.2011 р.

