

Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics, 2016; 1 (178): 41-47

УДК 330.46:004.89

JEL C89

DOI: <http://dx.doi.org/10.17721/1728-2667.2016/178-1/7>

Г. Черноус, канд. екон. наук, доц.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

АГЕНТНА МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ В ЕКОНОМІЦІ

У статті досліджено проблему побудови моделі ефективної інформаційної системи управління суб'єктами економіки, яка відповідає провідним тенденціям сучасного економічного розвитку. Проаналізовано наявну програмно-технологічну базу для підтримки управлінських процесів в економіці; обґрунтовано перспективність агентної багаторівневої моделі інтелектуальної інформаційної системи проактивного управління соціально-економічною системою; запропоновано структуру відповідної моделі та проаналізовано результати її впровадження у практику управління.

Ключові слова: інформаційна система управління, агентно-орієнтований підхід, модель, проактивне управління, соціально-економічна система.

Постановка проблеми. Глобалізація, інформатизація, інтелектуалізація соціально-економічних процесів, активна інтеграція України у світовий економічний простір потребують застосування адекватних моделей управління соціально-економічними системами (СЕС), відповідних наукових методів підготовки і прийняття управлінських рішень. Зростання ефективності управління можна досягти лише на основі підвищення змістової глибини теорій, моделей, інструментів, що використовуються для підготовки та ухвалення рішень. Тому актуальним нині є як пошук перспективних концептуальних моделей прийняття управлінських рішень в СЕС, так і виявлення та повноцінне впровадження відповідного інструментарію для його підтримки.

Особливості інформаційного забезпечення процесів прийняття управлінських рішень у СЕС в умовах формування та розвитку інформаційного суспільства, а саме, зростання обсягів та швидкості інформаційних потоків, можливості накопичення і аналізу величезних масивів даних, надають особливих перспектив для здобуття конкурентних переваг у світовому економічному просторі. Проте суб'єкти економіки України в переважній більшості не готові до вирішення технічних та управлінських проблем, пов'язаних з обробкою великих інформаційних масивів. Тому надзвичайної актуальності нині набувають питання створення на основі ефективних моделей процесу прийняття рішень дієвих інформаційних систем управління, їх інтеграції у світовий інформаційно-економічний простір, що дозволить національним суб'єктам економіки скористатися результатами новітніх технологічних досягнень для отримання переваг в конкуренції, сприятиме формуванню конкурентоспроможної національної економіки.

Покращення якості управлінських рішень сьогодні і на перспективу можна досягти через впровадження проактивного механізму прийняття управлінських рішень [1]. В основу такого механізму покладено реалізацію цінності часу, розширення інтелектуальних можливостей людини, динамічний зв'язок між оперативним і стратегічним управлінням, оперативне прийняття рішень у точці bifurкації, вимірювання, постійне покращення і неперервна перевірка рішень в умовах, що швидко змінюються. Сучасні досягнення ІТ мають високий потенціал для вирішення відповідних завдань, тому розробка інформаційних систем, що підтримують проактивне управління СЕС, створюють нові можливості для оптимізації процесу прийняття рішень, нині перевершує за актуальністю багато інших ІТ-проектів в економіці.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблемам використання інформаційних систем в економіці нині присвячують дослідження багато закордонних і вітчизняних вчених, серед яких Ф. Бурстейн, К. Версе-

ліс, М. Мінеллі, Д. Пауер, В. Плескач, Е. Трахтенгерц, Е. Турбан, С. Устенко, О. Черняк, Р. Шарда [2-9].

Переважає більшість науковців і практиків переконані, що підтримка прийняття рішень у сучасних умовах пов'язана з упровадженням інтелектуальних аналітичних технологій, спрямованих на отримання знань, що дозволить покращити якість управлінських рішень, і має втілюватися у вигляді сучасних інтелектуальних інформаційних систем управління (ІСУ) [3-4; 7; 10-12]. В. Вітлінський у своєму дослідженні [10] визначає основні модулі та інструментарій для створення інтелектуальних ІСУ. Дослідженню гібридного підходу в проектуванні інтелектуальних ІСУ, що дозволяє синтезувати якісно різні підходи до обґрунтування рішень, присвячено роботу А. Колесникова та І. Кірікова [11]. У перспективності використання гібридних інтелектуальних систем для вирішення комплексних завдань управління СЕС дозволяють переконатися численні зразки поєднання різних методів та інструментів інтелектуального аналізу даних (ІАД), реалізовані на практиці і представлені у колективній монографії [12]. Вони засвідчують високу економічну ефективність підходу.

Надзвичайно багатообіцяючим напрямом у розвитку інтегрованих гібридних систем вважають розподілені інтелектуальні системи, що представляють мультиагентний підхід у сфері розподіленого штучного інтелекту [5; 8; 11; 13]. Хронологію розвитку концепції агентно-орієнтованого підходу та мультиагентних систем представлено у монографії [13]. Практичні впровадження таких систем у різних галузях промисловості, інформаційно-телекомунікаційній сфері, у системах державного і організаційного управління подано у роботах [8; 13-17] та багатьох інших джерелах. Багато прикладів застосування підходу в економічній діяльності, особливо щодо логістики, електронних ринків та електронної комерції, представлено у дослідженні В. Плескач та Ю. Рогушиної [5]. Результати функціонування агентно-орієнтованих систем переконують, що такий підхід забезпечує можливість переходу СЕС до підтримки прийняття рішень у реальному часі, дозволяючи підняти ефективність використання ресурсів до 20-40% [14].

Аналіз останніх досліджень і публікацій підтверджує необхідність переходу від фрагментарних прикладних досліджень до фундаментальних узагальнень механізму реалізації агентно-орієнтованого підходу щодо синтезу інтелектуальних інформаційних систем управління СЕС будь-якого рівня.

Методологія дослідження. Універсальним методом отримання, опису та використання знань в організації управління СЕС є моделювання. Найперспективнішим з огляду на можливості не тільки вибирати найкращі, а й покращувати вже наявні моделі, методи та алгоритми

виявився гібридний підхід, що поєднує в собі структурну та еволюційну методик проектування систем.

Реалізація потенціалу гібридних інформаційних систем неминує породжує наукові й технологічні проблеми системного аналізу складних об'єктів, процесів, явищ, з одного боку, та синтезу єдиного цілого з різномірних частин, з іншого. Гібридна система поєднує спадкові ознаки складного завдання, що випливає з певної проблеми, тобто йдеться про функціональну неоднорідність, та спадкові ознаки методів для вирішення частин завдання, що викликає її інструментальну неоднорідність.

Інформаційні системи проактивного управління СЕС як інтегровані системи спрямовані на вирішення завдань, які є неоднорідними, проте можуть бути представлені через низку однорідних завдань. Методи вирішення однорідних завдань (автономні методи) можна використовувати як об'єкти-прототиби про синтезі системи.

Описати розробку інформаційної системи, тобто багатоступінчастий процес перетворення інформації про об'єкти-оригінали – складні практичні завдання, що є неоднорідними (гетерогенними), через об'єкти-прототиби – методи вирішення однорідних завдань (автономні методи) у гібридну інформаційну систему, мовою математики наразі неможливо. У цьому переконує теорія і практика побудови різних систем [11-12]. При цьому є можливість представити "життєвий цикл" розробки системи відповідно до проблемно-структурної методології. Основними перевагами застосування проблемно-структурної методології синтезу гібридних систем, представленої А. Колесниковим в роботі [11], є те, що вона дає принципову можливість вирішувати без спрощення складні практичні завдання, які постійно виникають у СЕС; приводить до створення соціальних моделей, що самоорганізуються, кожен елемент яких розвивається, отримуючи дані і знання від інших елементів, дозволяє розробляти моделі систем, релевантні оригіналу, що підтверджується прикладами побудови ІС не лише в економіці, а й в інших предметних областях [12]. Цінність такого підходу у тому, що він дає змогу створювати й експериментувати з великою кількістю методів, які адаптуються до неперервних змін у складі та структурі неоднорідних завдань, спрямовує еволюцію методів накопичення, обробки інформації, моделювання в русло, визначене законами природи, розвитку суспільства і науки. Це відкриває шлях до синтезу інформаційних систем, здатних вирішувати проблеми не лише сьогодення, а таких, що забезпечують можливості щодо майбутнього за рахунок включення найактуальніших елементів і методів, які з'являються завдяки постійному виявленню нових, до цієї пори невідомих фундаментальних законів розвитку і поведінки СЕС, в яких тісно переплітається природа, людина і створена нею техніка і технологія.

Метою даного дослідження є побудова моделі багаторівневої інформаційної системи проактивного управління, створення якої ґрунтується на інтеграції ІАД, інших новітніх ІТ та використанні агентного підходу, що за рахунок розподіленої інтелектуальної підтримки рішень дозволяє забезпечити розробку обґрунтованих своєчасних управлінських рішень у СЕС. Окреслена мета потребує вирішення наступних завдань: проаналізувати наявну програмно-технологічну базу для підтримки управлінських процесів в економіці; обґрунтувати перспективність агентної багаторівневої моделі інформаційної системи проактивного управління СЕС; представити відповідну модель та приклади її впровадження. В основу процесів розробки агентної моделі інформаційної системи управління СЕС покладемо життєвий цикл проблемно-структурної методології синтезу інтегрованих гібридних інтелектуальних систем.

Результати. Для підтримки процесу прийняття ефективних управлінських рішень у СЕС створено багато прикладних систем, що вирішують завдання різного масштабу. Сучасне управління може бути побудовано відповідно до оцінки продуктивності (Business Performance Management, BPM), на базі процесів (Business Process Management, BPM) або сервісів, що надаються бізнесу (BusinessServiceManagement, BSM), відповідно до ланцюжків поставок (Supply Chain Management, SCM), з урахуванням відносин з клієнтами (CustomerRelationshipManagement, CRM), життєвого циклу виробів (ProductLifecycleManagement, PLM), у відповідності до контенту (Enterprise Content Management, ECM) або знань (Enterprise Knowledge Management, EKM) тощо. Кожному напрямку відповідає велика кількість програмних додатків: від базових бухгалтерських до ERP (EnterpriseResourcePlanning), а також ECM, EMM, SSTD, EAM, MES, WMS, CMMS, HRM, CTMS та інших корисних спеціалізованих систем. За даними ForresterResearch, близько половини опитаних аналітиками організацій використовують від трьох до п'яти різних систем, близько 10% мають від шести до дев'яти продуктів, а 15% впровадили десять і більше рішень. Для досягнення системності у використанні такої великої кількості різних продуктів створено цілий технологічний напрям – інтеграція корпоративних додатків (EnterpriseApplicationIntegration, EAI).

Проведене дослідження дозволяє виділити чотири основні рівні систем, які, поєднуючись у корпоративну інформаційну систему, забезпечують підтримку прийняття управлінських рішень: ІТ-інфраструктура (СУБД, сервери додатків, Workflow, Middleware, SOA та ін.), операційне управління (системи оперативного контролю, планування і транзакцій ERP, CRM, SCM, HCM та ін.), оперативне управління (системи планування, бюджетування, прогнозування, аналізу інформації ABC, ABM, BI та ін.), стратегічне управління (системи для підтримки стратегічних цілей BSC, CPM, EPM, BPM та ін.). В останні кілька років виникла тенденція переходу від розрізнених систем підтримки прийняття оперативних та стратегічних рішень до комплексних пакетів – аналітичних платформ бізнес-інтелекту (Business Intelligence, BI) [3; 7].

Зважаючи на прикладну спрямованість BI-систем, їх доволі часто ототожнюють з системами підтримки прийняття рішень (СППР, англійський термін Decision Support Systems, DSS). Концепція СППР виникла в 70-ті роки ХХ століття і передбачає створення систем-порадників для відповідальних осіб [2; 6; 7].

СППР набули широкого застосування в економіках різних країн, причому їхня кількість постійно зростає. Найбільша частка комп'ютерної підтримки припадає на стратегічне планування, управління і розвиток підприємств, операційне управління й розподіл ресурсів. Створено також достатньо ефективних галузевих та регіональних систем [2].

Варто погодитися з дослідниками, які вважають визначальним кроком у розвитку комп'ютерних технологій управління створення інформаційних систем, що не лише генерують рішення, а й формують управлінські впливи, контролюють їхню ефективність та здійснюють моніторинг, – ІСУ). Сучасна концепція ІСУ творчо поєднує елементи підходів підтримки прийняття рішень, прийняття рішень, колегіальної підтримки рішень та інші.

Розвиток технологій підтримки прийняття рішень триває на тлі значних глобальних технологічних зрушень, що обумовлює необхідність врахування сучасних трендів при побудові ІСУ – мобільних, хмарових, соціальних технологій та технології "великих даних", яку ще

називають управлінням інформацією, що передбачає обробку великих обсягів неструктурованих даних, аналітику у реальному часі, інтерактивну візуалізацію даних тощо [4]. Проекти "великих даних" стосуються як питань можливостей їх швидкої обробки в реальному часі, так і реалізації новітніх методів аналізу, до яких належить ІАД. Тобто підтримка прийняття рішень у сучасних умовах нерозривно пов'язана з впровадженням новітніх інтелектуальних аналітичних технологій.

Результати досліджень, представлених нами в монографії [1], продемонстрували, що на сучасному етапі розвитку інформаційного суспільства розроблено потужну програмно-технічну та технологічну базу для підтримки управлінських процесів в економіці, більшість основних здобутків уже впроваджено в Україні. Покращення якості управлінських рішень сьогодні і на перспективу можна досягти через впровадження проактивного механізму прийняття управлінських рішень на основі новітніх технічних і технологічних досягнень. Специфічні риси проактивного управління потребують перегляду та удосконалення підходів до синтезу ІСУ.

Поєднання оперативного і стратегічного управління в єдиній системі передбачає реалізацію нею відповідних функцій: забезпечення взаємопов'язаності потоків інформації між різними рівнями управління СЕС; обґрунтування характеру і величини стратегічних та оперативних впливів, їх реалізація; визначення ефективності оперативних впливів щодо реалізації обраної стратегії; оцінка успішності реалізації стратегії в досягненні поставленої мети; забезпечення підтримки зміни стратегії у разі неможливості досягнення мети за допомогою поточної стратегії, а також при виникненні загроз або можливостей; забезпечення підтримки зміни мети, досягнення якої стає нереальним або невигідним; обґрунтування стратегічних рішень, що реалізують виконання мети; формування параметрів стратегічних рішень на основі оцінок ефективності оперативних впливів; визначення характеру й величини оперативних впливів залежно від оцінок ефективності реалізації стратегій; забезпечення модифікації мети, стратегії та оперативних впливів залежно від їх ефективності.

Аналіз ефективності оперативних впливів, правильності реалізованих стратегій і ступеня успішності досягнення мети можуть провадитись за різними критеріями, але при цьому повинна забезпечуватись одночасна (паралельна) реалізація взаємозв'язку всіх трьох рівнів прийняття рішень: оперативного, стратегічного, цілепокладаючого.

Щоб досягти такого ефекту, ІСУ має формувати єдину інформаційну картину – інформаційний образ СЕС, який нами запропоновано представляти у вигляді конфігурації "проект-процес-середовище" [1], рівні якої пов'язані із вибором цілей, стратегій, оперативних рішень відповідно, та проводити неперервний моніторинг стану СЕС. Важливим завданням ІСУ є також підготовка альтернативних ефективних конфігурацій СЕС, які можуть бути оперативно впроваджені в умовах загроз або появи можливостей. Розробка таких варіантів має базуватись на основі інтелектуального аналізу величезних обсягів різноманітної інформації, що стосується СЕС, виявлення з цієї інформації латентного змісту, знань щодо кожного рівня конфігурації [3].

Для вирішення завдань проактивного управління синтезована ІСУ має поєднати такі новітні технологічні надбання, як ІАД; мобільні технології; технології моделювання, підтримки рішень та реалізації управлінських впливів в масштабі реального часу, а також інтегрувати підходи як підтримки, так і суто прийняття рішень.

При підтримці глобальних і локальних стратегічних рішень важливе значення має підказка, пропозиція, що формулює СППР для компетентних осіб, пропонуючи перелік рішень, генерованих на основі формалізованих методів, які ґрунтуються на поглибленому аналізі інформаційного образу системи, або застосовуваних в аналогічних ситуаціях, а також варіанти рішень, що відкидалися раніше. До прийняття великої кількості стандартних оперативних рішень, що не передбачають поглибленого аналізу ситуації, що склалася в СЕС, доцільно використати підхід автоматичного прийняття рішень.

Оскільки більшість завдань проактивного управління мають вирішуватись в реальному часі за умов групового процесу прийняття рішень на різних рівнях управління, то відповідній ІСУ природно мати розподілену структуру, тобто представлятися мережею, що поєднує основні складові інтелектуальних інформаційних систем та працює у масштабі реального часу. Особливості комп'ютерної підтримки проактивного механізму прийняття рішень дозволяють синтезувати ІСУ у вигляді інтелектуальної системи, що складається з багатьох модулів, поєднаних за рахунок інформаційної та інтелектуальної інтеграції. Серед складових таких систем можуть бути ситуаційні центри, обладнані всіма необхідними мультимедійними засобами, що забезпечують швидке та глибоке "занурення" спеціалістів в ситуацію та отримання в такий спосіб обґрунтованого рішення; локальні СППР; ВІ-платформи; підсистеми корпоративної інформаційної системи, які надають допомогу в підтримці локальних стратегічних рішень; локальні системи прийняття оперативних рішень; аналітичні платформи та різні програмні додатки.

Таким чином, в основу розроблення відповідних ІСУ доцільно покласти гібридний підхід, що дозволить поєднати переваги напрацьованого програмного забезпечення підтримки прийняття рішень, синтезувати якісно різні підходи до обґрунтування рішень, комбінувати різні інтелектуальні методи та моделі, широко залучити гібридні алгоритми. Як модель такої системи пропонуємо обрати мережеву структуру з колективною взаємодією програмних модулів, що забезпечує можливість паралельного виконання операцій як на рівні ухвалення певного виду рішення, так і на всій управлінській вертикалі – від визначення цілі до оперативного впливу, та реалізувати агентно-орієнтований підхід, який призводить до виникнення багаторівневого поєднання апаратних, програмних, концептуальних сутностей, що утворюють гетерогенну структуру глобального інформаційного простору, дозволяє будувати дуже великі відкриті, гнучкі, надійні, продуктивні системи, кожен компонент яких працює повністю автономно, але при необхідності координує свою роботу з іншими системами [5]. Агенти створюються і знищуються у відповідності до потреб виконання певних завдань, мережева архітектура агентно-орієнтованих систем (АОС) дозволяє новим агентам підключатися до системи "на льоту" (або існуючим відключатися) без зупинки та перезапуску інших структурних елементів системи. Нині АОС являють собою глобально розподілені та взаємопов'язані сукупності програмних та апаратних систем, що містять значну кількість компонентів, це визначає зростаючу складність їх розробки, впровадження та експлуатації.

Приклади функціонуючих в СЕС агентних систем демонструють, що основними їх перевагами є високий рівень гнучкості та оперативності, адаптивність до змінних умов середовища, високий потенціал інтегрованості і взаємодії з іншими системами, підвищення продуктивності тощо. Мультиагентний підхід підтримує неперервне управління в реальному часі з швидкою та гнуч-

кою реакцією на події, допомагає знизити залежність від персоналії в прийнятті рішень, створює надійну та масштабовану платформу для росту складності розв'язуваних задач та розвитку діяльності. Реалізація агентних технологій для побудови інтелектуальних систем має багато переваг, з нею пов'язують найбільші перспективи переходу від просторів даних до просторів знань в глобальних і локальних мережах. Створювані на їх основі комп'ютерні системи використовують принципи самоорганізації й еволюції. Технологія легко інтегрується з сучасними системами комунікацій, будь-якими Інтернет-сервісами.

Разом з визначальними позитивними рисами АОС, вони мають низку недоліків (непрозорість процесу отримання рішення, можливість невдалого завершення функціонально правильної дії агентів тощо). При цьому для зменшення негативного впливу ми пропонуємо координувати зв'язки між технологічними і функціональними елементами ІСУ, передбачати можливість доопрацьовувати рішення через інтерактивні процедури.

Агентно-орієнтований підхід має всі підстави для покладання його в основу розроблення моделі ІСУ в економіці.

В цілому агентну модель ІСУ можна подати у вигляді множини з таких елементів:

$$MAS = \langle AG, env, com \rangle,$$

де $AG = \langle ag_1, ag_2, \dots, ag_n \rangle$ – агенти, env – середовище системи, com – зв'язки між середовищем та агентами.

Кожного агента $ag_i, i = \overline{1, n}$, можна описати за допомогою чотирьох елементів:

$$ag_i = \langle State_i, X_i, Y_i, Process_i \rangle,$$

де $State_i$ – множина змінних, що повністю визначають ag_i , X_i, Y_i – входи та виходи ag_i , підмножини $State_i$,

елементи яких пов'язані з env , $Process_i$ – автономний метод, що виконує відповідні зміни над $State_i$.

Середовище env може бути подане через елементи:

$$env = \langle State_{env}, Process_{env} \rangle.$$

Важливою особливістю такого подання середовища є те, що воно саме по собі активне, містить свій власний $Process_{env}$, котрий може змінювати $State_{env}$ незалежно від агентів, що входять до цього середовища.

Структурні елементи середовища env можуть бути представлені корпоративними базами та сховищами даних, базою знань та базою моделей, різними транзакційними та аналітичними системами, поштовими серверами, системами документообігу тощо.

Агентна ІСУ складається з підсистем, в кожній з яких у режимі реального часу взаємодіють множина простих і необов'язково інтелектуальних агентів. Виходячи з їхніх функцій, усіх агентів системи можна розділити на групи: агенти збирання даних, агенти моніторингу, агенти пошуку рішень, агенти моделювання, агенти впливів, агенти вивчення преференцій користувача та агенти презентацій.

Для ефективної взаємодії між рівнями управління СЕС, представленої у вигляді конфігурації "проект-процес-середовище", при проектуванні ІСУ може використовуватись концепція багаторівневих інтелектуальних систем. Багаторівневий підхід реалізує модель взаємодії, в якій набір складових компонентів інтелектуальної системи взаємодіє і обмінюється знаннями в деякому внутрішньому представленні.

Використовуючи такий багаторівневий підхід, агентну модель ІСУ можна умовно розбити на три рівні – проект, процес, середовище, кожен з яких відповідає за прийняття цілепокладаючих, стратегічних та оперативних рішень відповідно, і на кожному з яких взаємодіють відповідні агенти (рис. 1).

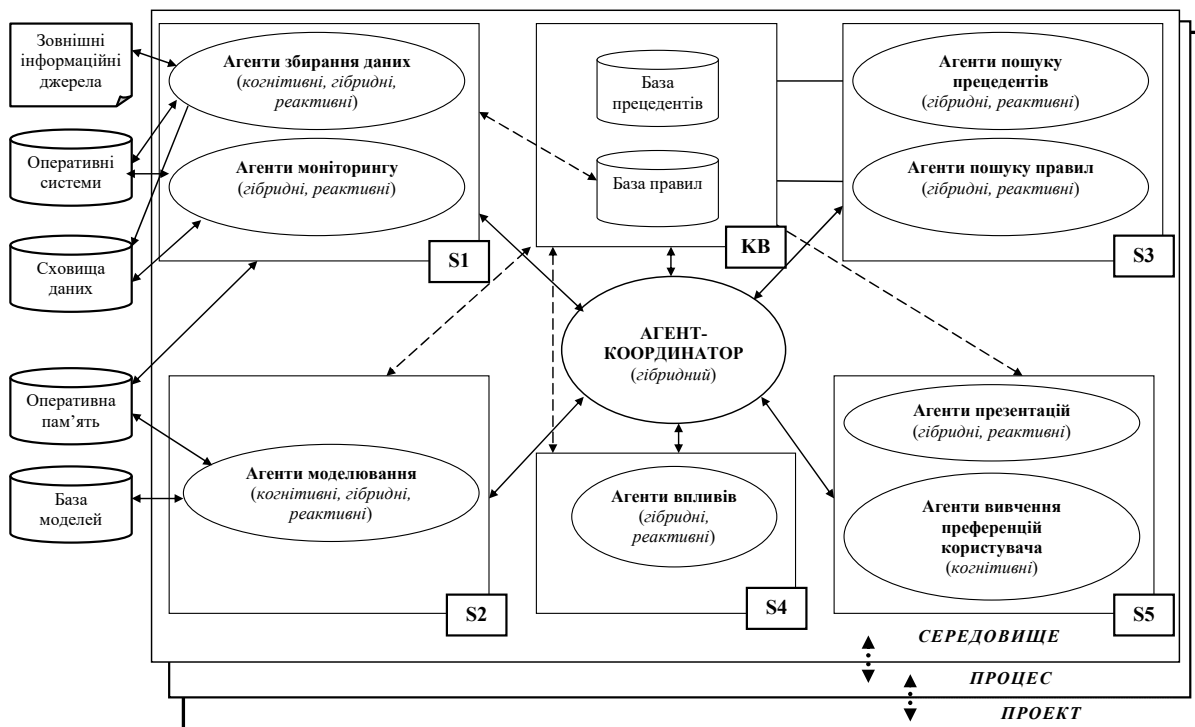


Рис. 1. Схема взаємодії програмних агентів в ІСПУ

Джерело: створено автором

Призначення різних груп агентів дозволяє об'єднати їх в різні функціональні підсистеми ІСУ.

Підсистема [S1] відповідає за формування і аналіз образу СЕС. В середовищі цієї підсистеми взаємодіють між собою агенти збирання даних, що представляють собою програми, які здійснюють збір та консолідацію інформації для вирішення завдань ІСУ. Можна виділити кілька видів агентів збору інформації, діяльність яких пов'язана з наповненням сховища даних та оперативної бази даних. Зона відповідальності різних груп таких агентів включає збирання внутрішніх даних (результати діяльності СЕС, їх пошук здійснюється з внутрішніх оперативних джерел даних та на основі технології M2M) та зовнішніх даних (інформації, що отримується із зовнішніх джерел і відображає загальний стан розвитку світової економіки, галузей національної економіки, дані екосистеми тощо).

Процес коректної передачі даних від розглядуваних груп агентів до оперативної бази даних та сховища даних відбувається із застосуванням процедур завантаження даних (ETL-процедур, що вирішують завдання вилучення даних з різнотипних джерел, їх перетворення до вигляду, придатного для зберігання в певній структурі, а також завантаження до відповідної бази даних, або ELT-процедур, що здійснюють трансформацію даних без її зберігання в транспортній області).

Агенти збирання даних найчастіше проектує як когнітивні. Використання інтелектуальних агентів при пошуку та зборі інформації має низку переваг [17]. Вважаємо перспективною також взаємодію гібридних агентів або багатьох реактивних агентів збирання даних, якщо процедура пошуку є чітко формалізованою.

Агенти моделювання, що взаємодіють в середовищі підсистеми моделювання рішень [S2], демонструють високу результативність в своїй інтелектуальній реалізації. Вони навчаються на досвіді і можуть запропонувати найбільш придатну модель обчислень та аналізу, у тому числі й гібридну. Доцільно створити кілька видів інтелектуальних агентів моделювання, що відповідають різним завданням аналізу даних. Зважаючи на складність розробки інтелектуальних агентів моделювання, доволі часто їх можна замінити гібридними структурами, тоді доцільно створювати кількох агентів для розв'язання однієї задачі з подальшим узагальненням їх результатів. Ще одним варіантом реалізації агентів моделювання є реактивна структура. Агент-координатор може створювати багатьох реактивних агентів, що дає можливість одержати певний набір альтернатив, що у підсумку може бути узагальнений агентом аналізу результатів моделювання за алгоритмами, подібними до ансамблів моделей.

Агенти пошуку правил і прецедентів виступають як складові підсистеми пошуку рішень в базі знань [S3]. Вони можуть бути реактивними, створювати в процесі вирішення висунутих перед ними завдань ансамбль агентів; також можливі агенти з гібридною структурою.

В більшості реактивні структури характерні і для агентів впливу, що функціонують в середовищі підсистеми формування і реалізації управлінських впливів [S4] та агентів презентацій з інтерфейсної підсистеми [S5]. Вирішувані ними завдання можуть бути реалізовані незначною кількістю реактивних агентів або агентів з гібридною структурою.

Агенти вивчення преференцій користувача мають бути когнітивними, лише в такій реалізації вони можуть виконати поставлені перед ними завдання. Накопичення

та обробка знань таких агентів здійснюється на основі бази знань [KB], наприклад, із застосуванням онтологій.

У межах ІСУ-агентів може використовуватись такий допоміжний інструментарій як тригери (наприклад, активізуються до та після запуску агента та сприяють автоматичній інтеграції різних компонентів системи); фільтри (формують робочу вибірку даних); умовна метрика (активізує дії агента).

Такий інструментарій може бути втілений у функціонал агента-координатора, який повинен мати гібридну структуру. Відповідний мета-агент може самостійно розподіляти завдання між агентами-виконавцями або влаштовувати розподіл через змагання агентів, координуючи і контролюючи їх дії. До функцій мета-агента можна включити створення та знищення агентів певного виду. Мета-агенти узгоджують діяльність агентів свого рівня, а також підтримують інформаційний зв'язок між рівнями управління.

Обираючи структуру ІСУ, в кожному конкретному випадку потрібно розуміти, що залучення великої кількості реактивних агентів потребує значних обчислювальних потужностей, а використання когнітивних агентів пов'язано з необхідністю підтримки їх ментальної підсистеми. Використання гібридних структур в більшості випадків є раціональним варіантом будови агентів.

Розробка конфігурації ІСУ, що створюється для вирішення завдань конкретної СЕС, є складним процесом, який передбачає глибоке дослідження як особливостей функціонування системи, так і особливостей реалізації управління нею.

На основі запропонованої агентної моделі ІСУ нами розроблено та протестовано АОС для управління маршрутом та ціною перевезень для транспортного підприємства [15] та діагностики стану фармацевтичного підприємства [16]. Побудовані АОС поєднують переваги систем, орієнтованих на знання, дані і моделі; система для фармацевтичного підприємства втілює багаторівневий підхід. Експерименти, проведені на побудованих АОС, переконують у значному економічному ефекті від їх використання.

Запропонований підхід до будови АОС було імплементовано на одному з потужних вітчизняних підприємств фармацевтичної галузі, при цьому її компоненти були інтегровані в IT-інфраструктуру підприємства на основі SAP NetWeaver. Розрахунки продемонстрували, що впровадження АОС в першому році промислової експлуатації дозволить повністю покрити витрати на її розробку.

Результати діяльності впроваджених АОС підтверджують перспективність мультиагентної технології при створенні ІСУ в економіці. Огляд відповідних напрямів поширення підходу демонструє, що такі системи широко використовують для управління станами обладнання, контролю за діяльністю тощо, і поки досить рідко в організаційному управлінні СЕС [5; 8; 17]. Проте здатність програмних агентів автономно планувати і координувати свої дії, гнучко та інтелектуально приймати рішення в динамічно змінюваних і непередбачуваних умовах життєдіяльності переконує, що агентно-орієнтований підхід має всі підстави бути ключовим в автоматизованій підтримці організаційного управління.

Висновки та дискусія. Програмно-технічний та технологічний базис світового інформаційно-економічного простору сьогодні розвинутий настільки, що дозволяє корінним чином змінити не лише характер функціонування, а й управління суб'єктами економічної діяльності та економікою в цілому.

Висока швидкість і глибина змін, притаманні сучасному суспільству, висувують імператив проактивності, і як перспективна розглядається проактивна модель процесу прийняття управлінських рішень. Аналіз відповідних теоретичних, методичних, технічних та технологічних досягнень останніх років переконує, що наразі сформовані достатні умови для реалізації проактивного механізму підготовки та прийняття управлінських рішень у СЕС. Результати дослідження рівня зрілості програмно-технічного та інформаційно-технологічного забезпечення управління СЕС дозволяють переконатися в актуальності реалізації підходу в українських економічних реаліях.

Реалізація проактивного механізму прийняття управлінських рішень у СЕС вимагає розробки і впровадження в практику управління гібридних інтелектуальних ІСУ, що ґрунтуються на інтеграції новітніх інформаційних аналітичних технологій для виявлення знань щодо законів розвитку СЕС у величезних масивах даних.

Для реалізації ефективної взаємодії між рівнями управління при проектуванні ІСУ повинна використовуватись концепція багаторівневих інтелектуальних систем. Як багаторівнева система ІСУ має включати аналітичні інструменти підтримки стратегічних рішень, забезпечувати керівників найповнішою інформацією щодо тенденцій розвитку зовнішнього середовища, потенціал СЕС, а також широко впроваджувати автоматичні функції прийняття оперативних рішень.

Ключові вимоги до сучасних ІСУ – високий рівень гнучкості, оперативності, продуктивності; адаптивності до змін умов середовища; високий потенціал інтегрованості і взаємодії з іншими системами – визначають доцільність мережевої структури системи та перспективність застосування при її формуванні агентно-орієнтованого підходу, що розвивається в межах концепції розподіленого штучного інтелекту. Мережева структура ІСУ цілком відповідає мережевому принципу організації інформаційної економіки. Агентний підхід у поєднанні з проблемно-структурною методологією формування гібридних систем здатні забезпечити еволюцію, підтримати самоорганізацію, створити умови для розвитку ІСУ, що дозволяє визнати їх відповідність та високі потенційні можливості для підтримки вирішення завдань проактивного управління СЕС.

Запропонована агентна багаторівнева модель ІСУ підтримує механізм діагностування стану СЕС як конфігурації "об'єкт-проект-процес-середовище" та ґрунтується на інтеграції новітніх ІТ накопичення та аналізу даних. Використаний при її побудові агентно-орієнтований підхід забезпечує паралельне виконання операцій на рівнях проекту, процесу і середовища, розподіл формування рішення між спеціалізованими агентами, управління знаннями, переходи між процесами проактивного управління, а також інтеграцію різних інформаційних систем, методів, режимів підготовки та аналізу даних в межах однієї моделі.

Набудовуючись над наявними засобами автоматизації, запропонована ІСУ дозволяє дієво і раціонально інтегрувати різні види програмного забезпечення управління СЕС на основі існуючої ІТ-інфраструктури. Колективна взаємодія програмних агентів, що утворюють таку інтелектуальну інформаційну систему, не просто інтегрує програмне забезпечення, а формує системну компетенцію проактивності самої ІСУ, оскільки проактивність – базова властивість кожного окремого агента, якою він наділяє функціонуючу систему. Створена інтелектуальна система стає частиною глобального мережевого сере-

довища, його структурною ланкою. При цьому відпадає необхідність відносити її до певного чітко визначеного рівня ієрархії систем: галузевого, територіального (регіонального), підприємств тощо, оскільки вона має не ієрархічну, а мережеву форму організації, що найкраще відповідає зростаючій складності суспільної і господарської взаємодії, тобто модель може бути запроваджена у будь-яких СЕС.

Агентне моделювання ІСУ, як і будь-який метод пізнання, має низку недоліків, серед яких непрозорість процесу отримання рішення, можливість невдалого завершення функціонально правильної дії агентів тощо. Проте факти успішного використання технології в економічній сфері, зокрема представлені і в наших дослідженнях [1; 15-16], є вагомим підтвердженням перспективності обраного підходу. Можливість інтерактивного доопрацювання рішення компетентною особою дозволяє певним чином зменшити вплив некерованих факторів та удосконалити підхід.

Запропонована в роботі агентна модель інтелектуальної ІСУ СЕС надалі буде розвиватися в напрямі конкретних форм і методів її реалізації. Подальші дослідження насамперед мають концентруватися на питаннях підвищення значення аналітичної складової у структурі системи та формування прямих та зворотних кординаційних зв'язків між технологічним елементом та функціональними елементами ІСУ. Оскільки агентний підхід передбачає використання рефлексивних відношень та взаємодій, з'являється можливість досліджуваної моделі когнітивного управління СЕС. Розвиток цього напрямку без сумніву має значні перспективи.

Список використаних джерел:

1. Черноус Г.О. Проактивное управление социально-экономическими системами на основе интеллектуального анализа данных: методология и модели: монография / Г.О. Черноус. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2014. – 351 с.
2. Power D.J. Decision Support Systems / D.J. Power, R. Sharda and F. Burstein // Wiley Encyclopedia of Management: Management Information Systems. Vol. 7. – Wiley, 2015. – Pp. 235-290.
3. Vercellis C. Business Intelligence: Data Mining and optimization for decision making / C. Vercellis. – Wiley Publishing, 2009. – 436 p.
4. Minelli M. Big Data, Big Analytics: Emerging Business Intelligence and Analytic Trends for Today's Businesses / M. Minelli, M. Chambers, A. Dhiraaj. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2013. – 224 p.
5. Плєскач В.Л. Агентні технології / В.Л. Плєскач, Ю.В. Рогушина. – К.: КНТЕУ, 2005. – 338 с.
6. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 2. Реализация решений. – М.: СИНТЕГ, 2009. – 224 с.
7. Decision Support and Business Intelligence Systems / E. Turban, R. Sharda, D. Delen, J.E. Aronson, T.-P. Liang, D. King. – Prentice Hall, 2010. – 720p.
8. Інформаційні системи в економіці: монографія / [С. В. Устенко та ін.]; за заг. ред. проф. С.В. Устенка. – К.: КНТЕУ, 2012. – 425 с.
9. Черняк О.І. Інтелектуальний аналіз даних / О.І. Черняк, П.В. Захарченко. – К.: Знання, 2014. – 599 с.
10. Вітлінський В.В. Штучний інтелект у системі прийняття управлінських рішень / В.В. Вітлінський // Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. – 2012. – №1. – С. 97–118.
11. Колесников А.В. Методология и технология решения сложных задач методами функциональных гибридных интеллектуальных систем / А.В. Колесников, И.А. Кириков. – М.: ИПИ РАН, 2007. – 387с.
12. Гибридные адаптивные интеллектуальные системы / П.М. Клячек и др.; Ч. 1. Теория и технология разработки. – Калининград, 2011. – 373 с.
13. Швецов А.Н. Агентно-ориентированные системы: основные модели / А.Н. Швецов. – Вологда: ВоГУ, 2012. – 189 с.
14. Скобелев П.О. Мультиагентные технологии для управления ресурсами предприятий в реальном времени в практических приложениях / П.О. Скобелев. – http://www.iki.rssi.ru/seminar/2011030204/presentation/20110303_03.pdf
15. Черноус Г.О. Системы управления транспортным предприятием: интеллектуализация в условиях глобализации [Электронный ресурс] / Г.О. Черноус // Міжнародні відносини. Серія: економічні науки. – 2014. – №3. – Режим доступу: http://journals.iir.kiev.ua/index.php/lec_n/article/view/2307

16. Черноус Г.О. Розробк інтелектуальної агентно-орієнтованої системи підтримки прийняття рішень на підприємстві / Г.О. Черноус // Вісник Київського національного університету. Економіка. – 2014. – Вип. 160. – С. 101–109. <http://dx.doi.org/10.17721/1728-2667.2014/160-7/20>

17. Srinivasan D. Innovations in Multi-Agent Systems and Application / D. Srinivasan (Eds). – Springer, 2013. – 312 p.

Надійшла до редакції 25.12.15

Г. Черноус, канд. экон. наук, доц.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ЭКОНОМИКЕ

В статье исследована проблема построения модели эффективной информационной системы управления субъектами экономики, соответствующей ведущим тенденциям современного экономического развития. Проанализирована современная программно-технологическая база для поддержки управленческих процессов в экономике; обоснована перспективность агентной многоуровневой модели интеллектуальной информационной системы проактивного управления социально-экономической системой; предложена структура соответствующей модели и проанализированы результаты ее внедрения в практику управления.

Ключевые слова: информационная система управления, агентно-ориентированный подход, модель, проактивное управление, социально-экономическая система.

G. Chornous, PhD in Economics, Associate Professor

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

AGENT-BASED MODEL OF INTELLIGENT INFORMATION CONTROL SYSTEMS IN ECONOMICS

The paper deals with the problem of developing the effective information control system' model for economic subjects corresponding to the main trends of modern economic development (globalization, informatization, intellectualization, etc.). The basis of the system model development is proactive decision-making process as one that best matched to the current pace of information society development. Analysis of existing software and technology base for support of control processes in the economy demonstrates the need of the formation and implementation in practice hybrid intelligent information control systems, based on the integration of information analytics technology and other advanced IT. The agent multilevel model of intelligent information systems for proactive management of socio-economic system was recognized advantageous as one that provides distribution of solution generation between specialized agents, knowledge management, transitions between the processes of proactive management and the integration of different information systems, methods, modes of preparation and analysis within the same model. The structure of the model was proposed, it includes the groups of agents: data collection, monitoring, solutions generation, modelling, action, user preferences study and presentations. The analysis of the results of the model implementation in management practices demonstrates significant economic effect.

Keywords: informationcontrolsystem, agent-orientedapproach, model, proactivemanagement, socio-economicsystem.

Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics, 2016; 1 (178): 47-52

УДК 330.341.1

JEL M 21, O 31

DOI: <http://dx.doi.org/10.17721/1728-2667.2016/178-1/8>

Г. Ямненко, канд. экон. наук, доц.

ДВНЗ "Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана", Київ

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Світовий досвід економічного розвитку свідчить, що каталізатором модернізації й структурної перебудови економіки країни є інновації, які сприяють посиленню конкурентоспроможності, присутності та інноваційного розвитку підприємств, допомагають завойовувати нові й утримувати існуючі ринки. Вирішення проблем активізації інноваційної діяльності підприємств стає головною запорукою забезпечення успіху ринкових реформ. У результаті дослідження визначено конкурентні переваги, пов'язані з інноваційною діяльністю. Обґрунтовано, що утримання стійкої конкурентної позиції на ринку залежить від визначення та підтримання ключових чинників успіху. Запропоновано основні етапи забезпечення конкурентоспроможності підприємства на основі використання його інноваційних можливостей. Показано, що тільки розвиваючи існуючі та формуючи нові конкурентні переваги підприємство зможе досягти бажаного стану конкурентоспроможності у сучасних реаліях. Для забезпечення конкурентоспроможності підприємств пропонується формувати ефективну конкурентну стратегію шляхом широкого використання інноваційних рішень на основі знань. Основою конкурентних переваг слід вважати процес стимулювання інновацій.

Ключові слова: інноваційна діяльність, знання, конкурентоспроможність підприємств, конкурентні переваги.

Постановка проблеми. У сучасному ринковому середовищі, що постійно змінюється, проблема забезпечення конкурентоспроможності є надзвичайно актуальною для підприємств, що намагаються вести успішну господарську діяльність. Загострення конкуренції ставить нові вимоги до бізнес-процесів діяльності суб'єктів господарювання. Забезпечення та підтримка конкурентоспроможності підприємства є важливим фактором його успішного функціонування у довгостроковій перспективі. Сьогодні, в умовах мінливого ринкового середовища та глобалізації підприємство досягне успіху на основі імплементації певних переваг, що піднімають його на щабель вище своїх конкурентів.

Запорукою успіху сучасних підприємств є інновації як підґрунтя модернізації, фактор успішної діяльності. Саме вони сприяють формуванню та підтриманню конкурентоспроможності, а також є стимулом економічного

зростання держави. Активна інноваційна діяльність не тільки забезпечує прогресивність розвитку суспільства, а й сприяє підвищенню рівня конкурентоспроможності підприємств. Інтенсифікація та глобалізація сучасних економічних процесів на основі швидкої зміни інформації та знань викликають необхідність гнучкої адаптації в функціонуванні різних суб'єктів господарювання та пошуків шляхів посилення конкурентоспроможності на ринку, що надає їм особливої актуальності.

Дослідження проблем активізації інноваційної активності підприємств обумовлено її впливом на ефективність діяльності, стабільність функціонування, відтворення виробничого потенціалу, рівень інтелектуалізації бізнес-процесів, безпосередньо впливаючи на конкурентоспроможність підприємства. Від інновацій чекають забезпечення розвитку підприємств та створення потужних стимулів ефективної праці, підвищення конкурен-