

О.В. ОГНЕВИЙ, М.В. ЗАВОРОТНИЙ, А.М. ОГНЕВА
Хмельницький національний університет

МЕТОДИ СТВОРЕННЯ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ РЕСУРСАМИ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Стаття присвячена дослідженню теоретико-методологічних засад та практичних рекомендацій з питань ефективного управління інформаційними ресурсами підприємства в режимі реального часу. Розглядаються питання застосування технології мультиагентних систем для формування ефективної системи управління ресурсами підприємства у реальному часі. У зв'язку з цим стає актуальним завдання розробки моделей, методів і засобів для створення мультиагентних систем управління, планування та оптимізації мобільними ресурсами підприємства. Використання мультиагентних технологій дає можливість своєчасно реагувати на непередбачені події, що виникають в умовах господарювання, планувати та контролювати роботу персоналу підприємства в реальному часі. В статті розглянуто основні властивості агентів та визначено завдання управління мобільними ресурсами підприємства. Представлено моделі інформаційних потоків ресурсів підприємства за допомогою мультиагентного підходу. Для коректного та ефективного застосування технології програмних агентів досліджено загальні принципи і механізми їх взаємодії з інформаційними ресурсами підприємства в режимі реального часу.

Ключові слова: інформаційні ресурси, інформаційні системи, мультиагентна технологія, програмний агент, управління ресурсами, режим реального часу.

O.V. OGNEVY, M.V. ZAVOROTNIY, A.M. OGNEVA
Khmelnyskyi National University

METHODS OF CREATION MULTIPLE AGENT SYSTEMS MANAGEMENT BY INFORMATIVE RESOURCES IN REAL-TIME

The article is devoted to the study of theoretical and methodological foundations and practical recommendations on the issues of effective management of information resources of the enterprise in real time. We are seeking for ways to apply the technology of multiagent systems to establish an effective management method of the resources. Modern enterprises are complex dynamically developing systems in time. They include a large number of elements, implement production and management functions, and have a multi-level structure, a large number of external and internal information nodes. Therefore, the importance of an integrated approach to automating information processes at enterprises is growing. What it means is that the efficiency of information processes is depends on how widely it covers the complexes of calculations conducted in the management. Taking into the account everything what has been said above the task of developing models, methods and tools for the creation of multi-agent management systems, planning and optimization of enterprise's mobile resources becomes a topical issue. The use of multi-agent technologies makes it possible to react in a blink of the eye to unforeseen events occurring in the conditions of management, to plan and control the work of the personnel of the enterprise in real time. To take control over modern business management it's required to develop the separated next-generation intelligence systems that automatize decision-making processes that are built not as traditional closed, centralized, monolithic, or sequential IT systems, but as digital platforms of "artificial intelligence" (AI) and ecosystems of intelligent services capable of autonomous, asynchronous and parallel functioning, instantaneous reaction to events able to plan and coordinate their actions in the presence of conflicting interests and limited resources and also to control over the implementation of ambitious plans. In the article we considered the main properties of agents, determined the tasks of management exploiting the mobile resources of the enterprise. The models of information streams of resources are presented with the help of multi-agent approach. For the correct and efficient application of the technology of software agents, the general principles and mechanisms of their interaction with the information resources of the enterprise in real time are investigated.

Key words: information resources, information systems, multiagent technology, program agent, resource management, real-time mode.

Вступ. Інформаційні ресурси (ІР) відіграють важливу роль практично в усіх сферах народного господарства нашої країни і суспільства, в процесі господарської діяльності сучасних підприємств. Для нормального функціонування підприємства будь-якого масштабу недостатньо тільки матеріальні, фінансові і людські ресурси, необхідно знати, що з цим усім треба робити, отже мати інформацію про технології. Інформація, інформаційні ресурси розглядаються як окрема економічна категорія на основі вчасно наданої, достовірної і повної інформації приймаються управлінські рішення, конкурентоспроможність будь-якої організаційної структури напряму залежить від кількості та якості інформації, якою вона володіє.

Тому перед сучасними підприємствами, організаціям та установами постає необхідність вирішення питань ефективного управління ІР в режимі реального часу. Насамперед, це стосується тих підприємств, які мають у своєму розпорядженні значну кількість одиниць ресурсів різного роду, які перебувають в роботі одноразово, виконують безліч операцій на протязі дня, що реалізуються на істотних територіях, наприклад, на рівні національного масштабу, та орієнтовані на задоволення замовлень і вимог різного плану. Ефективне та своєчасне вирішення виникаючих завдань для таких підприємств є досить важливим, тому без застосування автоматизованих управлінських систем, ці підприємства не здатні розвиватися, вирішувати завдання, що постають перед ними, бути конкурентоспроможними і ефективними. Отже, перед нашою державою стоїть важливе завдання – удосконалення процесу використання наявних і виробництва нових ІР, розробка дієвих методик управління ІР і забезпечення інформаційної безпеки [6].

Рішення визначених задач вимагає розробки нових моделей і методів, алгоритмів та програмних

засобів, які дадуть можливість оперативно створювати, аналізувати і гнучко перебудовувати ІР в режимі реального часу. Це передбачає автоматичну оперативну реакцію на незаплановані події з можливістю підбору або заміною ІР (наприклад, термінове замовлення, форс-мажорні ситуації, незаплановані ремонтні роботи, різні відмови з боку інфраструктури). Одночасно повинно враховуватись сила різноманітних критеріїв: максимальна швидкість виконання замовлення, мінімальний холостий пробіг, рівномірне завантаження ресурсів, мінімальні ризики зриву термінів замовлень тощо.

Питанням дослідження теоретичних і практичних аспектів управління інформаційними ресурсами підприємств присвячено публікації таких вчених, як Буряк В.В., Василик М.А., Годин В.В., Корнеев І.К., Літнарівич Р.М., Мартинюк П.М., Пономаренко В.С., Павленко Л.А., Сіміонов Ю.Ф., Татарчук М.І., Гушко С.В., Шквір В.Д. та ін.

Розвиток систем штучного інтелекту (ШІ), методів об'єктно-орієнтованого програмування, мережевих технологій призвели до виникнення мультиагентного підходу. Значний внесок у розвиток теорії і практики мультиагентних систем та технологій внесли такі зарубіжні автори, як К. Лангтон, Р. Аксельрод, М. Вулдрідж, Н. Дженнінгс, Р. Хаммонд, Дж. Фербер, В.Б. Тарасов, В.І. Городецький, Д.А. Поспелов, О.Н. Гранічін, П.О. Скобелев та ін. Однак, в умовах розвитку сучасного інформаційного простору дослідження організаційних і технічних аспектів сучасної інформаційно-комунікаційної сфери управління інформаційними ресурсами підприємства лишаються досить актуальними.

Постановка задачі. Нова ера телекомунікаційних та інформаційних технологій ознаменована великими обсягами даних, хмарними обчисленнями (cloud-computing), використанням інформаційних мереж і мобільних технологій, змінами традиційних парадигм бізнесу. З одного боку, обчислювальні комплекси та системи постачальників, замовників та інших підприємств генерують більше даних, ніж будь-коли раніше, а з іншого, соціальні мережі та мобільні технології дали можливість користувачам та співробітникам миттєво ділитися своїми думками он-лайн, обмінюватись даними.

Сучасні підприємства є складними динамічними системами, що розвиваються в часі, включають велику кількість елементів, реалізують виробничі та управлінські функції, мають багаторівневу структуру, велику кількість зовнішніх та внутрішніх інформаційних зв'язків. Саме тому зростає важливість комплексного підходу до автоматизації інформаційних процесів на підприємствах. Ефективність яких, в першу чергу, залежить від того, наскільки широко вона охоплює комплекси розрахунків, проведених в управлінні [1].

В результаті таких значних змін підприємства повинні переглядати свої бізнес-позиції: бізнес-стратегія і інновація повинні починатися з постановки питань, які можуть покращити бізнес сьогодні. Інформаційні технології обробки даних в режимі реального часу сприяють поліпшенню бізнес-процесів, орієнтованих на майбутнє, інноваційні послуги і удосконалення процедури прийняття рішень. Розвивати і впроваджувати потрібно не просто автоматизовані системи, а нові стратегії, що будуть відповідати всім потребам майбутнього, будуть готові використовувати нові можливості, які пропонують великі обсяги даних, хмарні обчислення, мобільні технології і соціальні мережі [7].

Додатки, що працюють в реальному часі та використовують технології обчислення в оперативній пам'яті, підвищують продуктивність та дозволяють підприємствам:

- трансформувати бізнес швидше: впроваджувати інноваційні продукти і послуги;
- досягати найвищої продуктивності: приймати правильні рішення і реагувати швидше на потреби клієнта;
- керувати більш ефективно: здійснювати поточні справи швидше, краще і з найменшими витратами.
- Такі рішення є основою для використання баз даних (транзакційних, аналітичних, мобільних, вбудованих) та створюють революційні можливості для більш ефективного управління підприємством [1, 8]:
- бізнес-аналітика заснована на даних, що надходять в реальному часі, дозволяє підприємству вести бізнес більш оперативно;
- покращене керування процесом і легкий доступ до необхідної інформації дають можливість користувачам думати, планувати і управляти ефективніше;
- нові стратегії, засновані на актуальних даних, сприяють максимізації ринкових можливостей, зростанню інноваційних продуктів і послуг з одночасною мінімізацією ризиків завдяки більш прогнозованим змінам в поведінці/потребах клієнта;
- покращена ефективність ІТ: безпечне управління великими і складними обсягами даних.

У зв'язку з цим стає актуальним і значущим завдання розробки моделей, методів і засобів для створення систем управління інформаційними ресурсами підприємства на основі технології створення мультиагентних систем.

Мета дослідження. Основним завданням статті є розробка методів і засобів створення мультиагентних систем управління інформаційними ресурсами, що поєднують переваги класичного і мультиагентного підходів для планування ресурсів, розвитку інформаційно-комунікаційної взаємодії між користувачами, що формують і виконують плани в режимі реального часу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як показує досвід країн з розвинутою економікою та передовий вітчизняний досвід, ефективне управління великими підприємствами і корпораціями сьогодні неможливе без використання сучасних інформаційних технологій (ІТ). ІТ дозволяють застосовувати

ефективні методи управління, організації та планування, що охоплюють такі напрямки, як маркетинг, логістика, фінанси, виробництво із забезпеченням якості, збуту та післяпродажної підтримки (PLM – Product Lifecycle Management). Сучасні системи планування та управління ресурсами (матеріальними, фінансовими, трудовими) у межах корпорації (ERP – Enterprise Resource Planning) забезпечують виконання всіх основних функцій підприємства, незалежно від його роду діяльності, дозволяють менеджерам усіх рівнів управління приймати оптимальні рішення на основі повної і достовірної інформації у режимі «реального часу» в матеріальній сфері, фінансовому менеджменті та управлінні людськими ресурсами. Використання ERP-систем забезпечує конкурентоздатність бізнесу та дозволяє підвищувати його ефективність. Саме зміни в цих сферах дають змогу стверджувати, що економіка України вступає в нову епоху – інформаційну масово-персоніфіковану [2].

Управління сучасним бізнесом вимагає створення розподілених інтелектуальних систем нового покоління, що автоматизують процеси прийняття рішень, побудованих не як традиційні закриті, централізовані, монолітні і послідовні ІТ системи, а як цифрові платформи «штучного інтелекту» (ШІ) і екосистеми розумних сервісів, здатних до автономного, асинхронного і паралельного функціонування, миттєвої реакції на події, можливість планування і погодження своїх дій в умовах наявності суперечливих інтересів і обмежених ресурсів, контролю виконання намічених планів в реальному часі.

Сучасні підприємства використовують сучасні ІТ для стратегічного менеджменту (наприклад, DW (Data Warehouse) – сховища даних, BSC (Balanced Scorecard) – система збалансованих показників), технології, які відносять до класу інтелектуальних засобів підтримки бізнесу (BI – Business Intelligence система бізнес-аналітики для формування аналітичних звітів та оцінки бізнес-процесів). Максимальний ефект отримується при інтеграції всіх цих технологій, що і забезпечує підтримку всіх складових управління підприємствами (рис. 1).

Побудова принципово нового класу систем ШІ стає можливим на основі баз знань, мультиагентних систем і технологій, які забезпечують можливість створення систем, що самоорганізують управління ІР, в яких агенти працюють як одна команда і приймають рішення в консенсусі інтересів, витягають знання з досвіду, навчаються і еволюціонують [4].

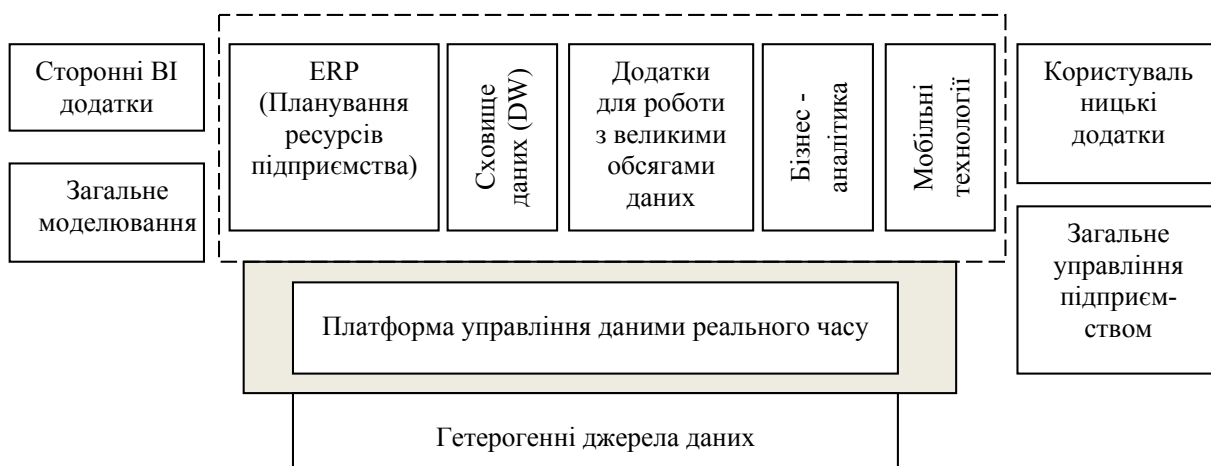


Рис. 1. Структура системи управління ресурсами підприємства у режимі реального часу

Розглянемо задачу управління мобільними ІР в реальному часі, до яких можна віднести такі як, наприклад, управління великими комплектами вантажоперевезеннями, дрібними міжміськими перевезеннями, сервісними та ремонтними бригадами, складанням і доставкою товарів з Інтернет-магазинів тощо.

Запропонований підхід до формалізації задач управління мобільними ІР на основі мультиагентних технологій дозволить створювати агентів з власними фітнес-функціями, забезпечувати їх спілкування між собою для поліпшення розкладу за згодою всіх сторін учасників. Суть цього підходу полягає в тому, щоб створювати власну унікальну мультиагентну модель для кожного конкретного підприємства, тому що не можливо мати одну модель для різних підприємств на всі випадки життя, так як їх бізнеси дуже різноманітні.

Завдання управління ІР підприємства досить складні та різноманітні за рахунок необхідності врахування особливостей предметної області для відповідних підприємств. Світовий досвід практичного вирішення таких завдань показує, що, вони можуть вирішуватися на єдиній методологічній основі віртуального підприємства і мультиагентного підходу [8].

Мультиагентна, або багатоагентна, система (МАС) будується як система агентів, які здійснюють взаємодію між собою [5]. Агент розглядається як комп'ютерна система що знаходиться в динамічному середовищі та здатна на автономні дії в цьому середовищі. Агенти є активними об'єктами, здатні сприймати ситуації, приймати рішення і спілкуватись з іншими агентами, знаходити варіанти рішень і узгоджувати їх між собою. Використання МАС дозволяє досягти більшої адаптивності і помилко стійкості в порівнянні з

традиційними системами.

МАС зазвичай складається з наступних основних компонентів: множина організаційних одиниць, серед яких виділяються: підмножина агентів, які маніпулюють підмножиною об'єктів; множина завдань; середовище, в якому існують агенти і об'єкти; множина відносин між агентами; множина дій агентів (наприклад, операцій над об'єктами). Таким чином МАС, у загальному вигляді, можна представити у вигляді множини з наступними елементами [1]: Агенти, Середовище, Зв'язки між Середовищем і Агентами:

$$\text{МАС} = \{ \text{Агенти, Середовище, Зв'язки} \}.$$

Мультиагентна технологія моделювання інформаційних потоків описує потік у вигляді агента за допомогою множини:

$$\text{Агент} = \{ C_i, B, A, P, M \},$$

де C_i – множина змінних, що визначають ціль діяльності агента; B – уявлення про стан зовнішнього середовища; A – алгоритм поведінки агента; P – знання агента; M – механізм взаємодії агента з іншими агентами.

Так як кожен агент визначений локально, то він має неповне уявлення про стан зовнішнього середовища та стан інших агентів, окрім інформації про свою минулу діяльність. Тому ці знання повинні оновлюватися динамічно в процесі моделювання. Відповідно існує і безліч обмежень по взаємодії, які визначають відносини агента з іншими агентами. Тому в описі кожного агента повинно бути позначено тих агентів, з якими він може взаємодіяти, і для кожного вказано ставлення до цього агента та характер угод, які регулюють їх взаємодії. Метою кожного агента є знаходження максимуму заданої цільової функції $f(x)$ на заданій області B . Вся інформація про інших агентів, яка доступна без пересилання повідомлень контролюється в режимі реального часу політикою управління інформацією.

Середовище в якому взаємодіють агенти, можна представити у вигляді імітаційної моделі об'єкта моделювання. Отже середовище це множина: $S_i = \{ \text{Стан}_i, \text{Процес}_i \}$.

Важливою особливістю є те, що середовище S_i є активним, має свої внутрішні процеси, які можуть змінювати стан системи незалежно від тих агентів, що входять в МАС [5]. Для кожного конкретного підприємства необхідно створювати власну унікальну мультиагентну модель, оскільки бізнеси підприємств дуже різноманітні, але основні принципи розробки системи планування і оптимізації, загальний склад агентів і протоколів їх переговорів може бути близьким за своєю природою різних завдань.

Представлений підхід заснований на зіставленні замовленнями і ресурсів програмних агентів з їх інтересами, здатність реагувати на зміни складу замовлень і ресурсів, приймати рішення і взаємодіяти між собою для вирішення конфліктів і пошуку компромісів, що дозволяє знаходити узгоджені рішення і підтримувати баланс інтересів агентів в інтересах всієї системи [9].

В результаті взаємодії агентів і зміни станів відповідних замовлень і ресурсів досягається локально оптимальне рішення, яке далі в реальному часі під час вступу нових подій (нове замовлення, поломка, затримка тощо) знову коригується в реальному режимі без зупинки і перезапуску системи.

Висновки. Одним із засобів ефективного функціонування системи управління інформаційними ресурсами на основі мультиагентних технологій є раціональна організація спільної роботи агентів. Для цього слід визначити склад агентів, способи їх взаємодії, сценарії роботи агентів. Необхідно забезпечити можливість системі управління IP постійно розвиватися і вдосконалюватися, розширювати коло вирішуваних ними завдань за рахунок проектування та розробки нових типів сценаріїв взаємодії і узгодження дій агентів.

Література

1. Берко А.Ю. Моделі та методи проектування інформаційних систем контент-електронної комерції / А.Ю. Берко, В.А. Висоцька // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – Львів 2008. – № 621. – С. 29–45.
2. Євтушенко О.В. Побудова моделі інтелектуального агента для інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості / О.В. Євтушенко, А.О. Сірик // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2016. – Том. 22, № 5. – С. 113–119.
3. Городецкий В. И. Многоагентные системы (обзор) [Електронний ресурс] / В. И. Городецкий, М. С. Грушинский, А. В. Хабалов. – Режим доступу : <http://spkurdymov.ru/networks/mnogoagentnye-sistemy-obzor/3/>.
4. Гороховський С. С. Агентні технології: спроба критичного огляду [Електронний ресурс] / Гороховський С. С. – Режим доступу : http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/10630/Horokhovs%27kyu_Ahentni_tekhnolohiyi_sproba.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
5. Коновалов О.Ю. Агентні технології у розподілених обчислювальних системах / О.Ю. Коновалов // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2013. – № 2(26). – С. 63–68.
6. Маслянюк П.П. Інформаційні ресурси та засоби їх створення / П.П. Маслянюк // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – 2008. – Т. 1, № 7. – С. 132–140.
7. Огневий О.В. Особливості управління інформаційними ресурсами в корпоративних інформаційних системах / О.В. Огневий, А.М. Огнева, В.А. Коваль, В.В. Присяжнюк // Вісник Хмельницького Національного Університету серія: Технічні науки. – Хмельницький. – 2018. – № 5 (265). –

C. 17–21.

8. Скобелев П.О. Интеллектуальные системы управления ресурсами в реальном времени: принципы разработки, опыт промышленных внедрений и перспективы развития / П.О. Скобелев // Информационные технологии». – 2013. – № 1. – С. 1–32.

References

1. Berko A.Iu. Modeli ta metody proektuvannia informatsiinykh system kontent-elektronnoi komertsii / A.Iu. Berko, V.A. Vysotska // Informatsiini systemy ta merezhi. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika». – Lviv 2008. – № 621. – С. 29–45.
2. Ievtushenko O.V. Pobudova modeli intelektualnoho ahenta dlia informatsiino-keruiuchoi systemy enerhetychnoho hospodarstva pidpriemstv kharchovoi promyslovosti / O.V. Yevtushenko, A.O. Siryk // Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii. – Kyiv : NUKhT, 2016. – Tom. 22, № 5. – С. 113–119.
3. Gorodeckij V. I. Mnogoagentnye sistemy (obzor) [Elektronnij resurs] / V. I. Gorodeckij, M. S. Grushinskij, A. V. Habalov. – Rezhim dostupu : <http://spkurdyumov.ru/networks/mnogoagentnye-sistemy-obzor/3/>.
4. Horokhovskiy S. S. Ahentni tekhnolohii: sprobа krytychnoho ohliadu [Elektronnyi resurs] / Horokhovskiy S. S. – Rezhym dostupu : http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/10630/Horokhovs%27kyy_Ahentni_tekhnolohiyi_sproba.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
5. Konovalov O.Iu. Ahentni tekhnolohii u rozpodilennykh obchysliuvalnykh systemakh / O.Iu. Konovalov // Naukovi zapysky Ukrainskoho naukovo-doslidnoho instytutu zviazku. – 2013. – № 2(26). – С. 63–68.
6. Maslianko P.P. Informatsiini resursy ta zasoby yikh stvorennia / P.P. Maslianko // Visn. Skhidnoukr. nats. un-tu im. V. Dalia.– 2008.– T. 1, № 7. – С. 132–140.
7. Ohnievyi O.V. Osoblyvosti upravlinnia informatsiinykh resursamy v korporatyvnykh informatsiinykh systemakh / O.V. Ohnievyi, A.M. Ohneva, V.A. Koval, V.V. Prysiazhniuk // Visnyk Khmelnytskoho Natsionalnoho Universytetu seriia: Tekhnichni nauky. – Khmelnytskyi. – 2018. – № 5 (265). – С. 17–21.
8. Skobelev P.O. Intellektualnye sistemy upravleniya resursami v realnom vremeni: principy razrabotki, opyt promyshlennykh vnedrenij i perspektivy razvitiya / P.O. Skobelev // Informacionnye tehnologii». – 2013. – № 1. – С. 1–32.

Рецензія/Peer review : 28.5.2019 р.

Надрукована/Printed : 18.7.2019 р.
Рецензент: д.т.н., проф. О.А. Мясіщев