

## СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ: ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ

*Спроможність ефективно використовувати інформаційний ресурс, видобувати з нього знання, впроваджувати їх в управління постає одним з факторів підвищення конкурентоспроможності транспортних підприємств у сучасному світовому економічному просторі. У статті запропоновано поєднати потенціал аналітичних платформ, інтелектуального аналізу даних та агентного підходу і одержати інструменти для виробництва знань у реальному часі, необхідні для успішного управління. Розроблена інтелектуальна агентно-орієнтована система дозволяє одержати конкурентні переваги за рахунок підвищення точності рішень, швидкості їх прийняття та гнучкості.*

**Ключові слова:** *агентно-орієнтована система, інтелектуальний аналіз даних, управління, глобалізація.*

*The ability to effectively use information resource, to discovery knowledge, to apply it for management is one of the factors increasing the competitiveness of the transport enterprise in today's global economic environment. In the article it is suggested to combine the potential of analytical platforms, data mining and agent-based approach, and provide tools for knowledge discovery in real time for successful management. Developed intelligent agent-based system allows to obtain a competitive advantage by improving the accuracy of decisions, speed and flexibility.*

**Key words:** *agent-based system, data mining, management, globalization.*

---

\* кандидат економічних наук, доцент кафедри економічної кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка

*Способность эффективно использовать информационный ресурс, извлекать из него знания, применять их в управлении является одним из факторов повышения конкурентоспособности транспортных предприятий в современном мировом экономическом пространстве. В статье предложено совместить потенциал аналитических платформ, интеллектуального анализа данных и агентного подхода и получить инструменты для извлечения знаний в реальном времени, необходимые для успешного управления. Разработанная интеллектуальная агентно-ориентированная система позволяет получать конкурентные преимущества за счет повышения точности решений, скорости их принятия и гибкости.*

**Ключевые слова:** *агентно-ориентированная система, интеллектуальный анализ данных, управление, глобализация.*

**Постановка проблеми.** Нові виклики глобальної економіки призводять до ускладнення прийняття рішень з управління транспортним бізнесом. Зростання взаємозалежності між національним та міжнародними ринками логістичних послуг призводить до невизначеності щодо змін попиту та пропозиції, коливання цін на енергоносії, витратні матеріали тощо, і це, насамкінець, формує ризики тарифної політики. Управлінські рішення потрібно приймати не просто з огляду на певну поточну ситуацію, необхідно розглядати їх під кутом багатьох критеріїв та обмежень, враховувати тенденції майбутніх змін. Підвищується зв'язність процесів прийняття рішень: прийняття кожного окремого рішення викликає зміну залежних від нього рішень.

Споживачі транспортно-логістичних послуг дедалі більше потребують індивідуального підходу, що викликає нагальну потребу в механізмах диференціації при обслуговуванні замовлень, а також при формуванні ефективних маркетингових стратегій, спрямованих на конкретні категорії споживачів.

Таким чином, при обґрунтуванні управлінських рішень в транспортних компаніях, особливо тих, що займаються міжнародними перевезеннями; виникає потреба в аналізі величезних масивів даних, які характеризують перебіг світових економічних процесів.

Динамічні зміни, що відбуваються у зовнішньому та внутрішньому середовищах транспортних компаній, вимагають високої оперативності в прийнятті рішень, скорочують час, відведений на відповідь. Виникає необхідність постійно балансувати між різними критеріями, розраховувати варіанти та змінювати політики динамічно, перебуваючи в постійній взаємодії з усіма стейкхолдерами. Всі ці особливості потребують нових методів та засобів для підтримки прийняття рішень в реальному часі. При цьому ухвалені рішення мають бути проактивними, тобто, враховуючи історію руху компанії в сьогоднішній день, вони повинні передбачати і формувати майбутнє.

Розв'язання завдань проактивного управління пов'язане з постійним моніторингом зовнішнього та внутрішнього середовища і передбачає перманентне збирання та аналіз інформації для формування конкурентних переваг підприємства у сучасному глобалізованому світі.

Наразі транспортні підприємства використовують для підтримки процесів управління потужні інформаційні системи, як операційні, так і аналітичні, причому їхні складові охоплюють мережею офіси компаній у різних куточках планети. Для розв'язання більшості завдань проактивного управління стандартної функціональності аналітичних платформ недостатньо, вони потребують розвинення за рахунок спеціальних інструментів з видобування знань – інструментів інтелектуального аналізу даних (ІАД), пов'язаних з розв'язанням задач кластеризації, класифікації, регресії та асоціації [1].

Нагальну необхідність інтелектуалізації систем управління транспортними підприємствами викликає насамперед той факт, що планування їх діяльності відбувається у реальному часі. При цьому потрібно

забезпечити паралельну реалізацію збирання інформації, моніторинг ключових показників, економіко-математичне моделювання, формування та зберігання обґрунтованих рішень тощо. Це означає, що при розробленні інтелектуальної системи управління транспортним підприємством доцільно скористатися підходами для розподіленого вирішення проблем у реальному часі, наприклад, агентно-орієнтованим підходом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням розвитку концепції агентно-орієнтованого підходу у сфері розподіленого штучного інтелекту нині присвячена велика увага науковців всього світу. В дослідженнях Ю. Івашкіна, О. Кастілло, Л. Медскера, С. Рейлсбека, Н. Сіддіка, С. Субботіна, А. Швецова розкриваються технічні проблеми побудови агентних систем, виходячи з новітніх досягнень у сфері інформаційних технологій (ІТ), пропонуються варіанти заміни потужних централізованих систем повністю децентралізованими, в яких ієрархічна структура поступається місцем мережевій організації [2–8]. Зростає кількість наукових розробок, пов'язаних із запровадженням агентно-орієнтованого підходу до побудови систем підтримки прийняття рішень в різних економічних системах. Серед авторів таких робіт А.Вентре, А.Матуро, О.Рогозін, В.Романов, П.Скобелєв, Д.Срінівасан, Г.Трайковські та інші [9–14]. Практичні впровадження мультиагентних систем у транспортній логістиці, електронній комерції, в аерокосмічній сфері, в управлінні цехами виробничих підприємств у реальному часі подано у дослідженнях [12; 15–16] та в низці інших джерел.

**Невирішені раніше частини загальної проблеми.** У сфері управління логістикою напрацьовано достатній практичний досвід щодо створення мультиагентних систем управління перевезеннями [12; 16–18]. При цьому такі системи переважно спрямовані на управління рухомим складом підприємств, на оптимізацію розкладів руху та узгодження маршрутів наявних транспортних засобів. Проте залишаються поза увагою інші важливі блоки проблем управління транспортним підприємством,

наприклад, ті, що стосуються етапу розгляду та прийняття замовлень на перевезення.

Замовлення, які надходять на підприємство в реальному часі, необхідно планувати, враховуючи важливі ринкові тенденції, індивідуальні переваги та обмеження ресурсів. При цьому постає завдання оперативного визначення економічної оцінки альтернатив дій у сучасному динамічному глобалізованому середовищі, визначення конкретних параметрів оптимального варіанту перевезень, а саме, шляху, часу та вартості перевезення.

**Метою цієї статті** є проаналізувати можливості агентно-орієнтованого підходу для інтелектуальної підтримки процесів прийняття рішень щодо планування перевезень; окреслити сучасний інструментарій обґрунтування ефективних управлінських рішень; запропонувати варіант впровадження агентно-орієнтованої системи (АОС) в існуючу ІТ-інфраструктуру транспортного підприємства.

**Виклад основного матеріалу.** Теоретичною базою агентно-орієнтованого підходу є концепція розподіленого штучного інтелекту, яка передбачає досягнення ефективності розв'язання завдань через декомпозицію задач на підзадачі, кожна з яких адресується для певного інтелектуального агента та підтримується базою знань [2]. При цьому кожен функціональний модуль перетворюється в агента, працює автономно і взаємодіє з іншими модулями (агентами) шляхом передачі повідомлень через мережу. У процесі перетворення інтелектуальні модулі можуть бути доповнені керуючими і комунікативними знаннями, необхідними для їх об'єднання в мультиагентну систему (МАС). Таким чином забезпечується паралельне виконання операцій, розподіл рішень, переговори, управління знаннями, що конче необхідно при розв'язанні висунутих завдань управління транспортним підприємством.

Агентно-орієнтовані системи (АОС) є гібридними системами, що поряд з МАС містять й інші системи [8, с.16]. При цьому вони мають

високий рівень гнучкості та оперативності, адаптації до змінних умов середовища, високий потенціал інтегрованості і взаємодії з іншими компонентами ІТ-інфраструктури.

Інформаційно-технологічна революція та глобалізація висувають завдання ефективно використовувати для прийняття рішень величезний обсяг інформації, що надходить з різних джерел, видобувати з інформації латентний зміст, знання та впроваджувати їх в управління. Це означає, що сучасна АОС повинна володіти арсеналом методів ІАД як для забезпечення доступу до величезних обсягів внутрішніх і зовнішніх даних, так і для видобування з них знань, необхідних для ухвалення оптимальних управлінських рішень [19].

Виходячи з перспективності поєднання переваг інтелектуальних систем, заснованих на прецедентах, та правило-орієнтованих систем, потужних можливостей технології ІАД та мультиагентного підходу, запропоновано створити АОС для розв'язання проблеми формування в реальному часі маршрутів перевезень, оптимальних за критерієм часу або вартості. Її функціональну структуру представлено на рис. 1.

АОС можна подати у вигляді множини з трьох елементів [7, с.287]:

$$\tilde{A}\tilde{I}\tilde{N} \langle AG, SIS, COM \rangle,$$

де  $AG = \langle ag_1, ag_2, \dots, ag_{15} \rangle$  – програмні агенти,  $SIS$  – підсистеми корпоративної інформаційної системи,  $COM$  – зв'язки між цими підсистемами та агентами.

$SIS$  у цьому розгляді представлені корпоративними базами даних, сховищем даних, базою знань та базою моделей, а також такими операційними та аналітичними додатками, як OLTP (ERP, CRM) та BI системи.

Кожного агента  $ag_i, i = \overline{1,15}$ , можна описати за допомогою трьох елементів:

$$ag_i = \langle X_i, Y_i, PR_i \rangle,$$

де  $X_i, Y_i$  – входи та виходи агента відповідно, підмножини змінних, що повністю визначають  $i$ -го агента, елементи яких пов'язані з  $SIS$  та іншими елементами середовища,  $PR_i$  – автономний метод, що виконує відповідні трансформації над множиною змінних, що визначає  $i$ -го агента.

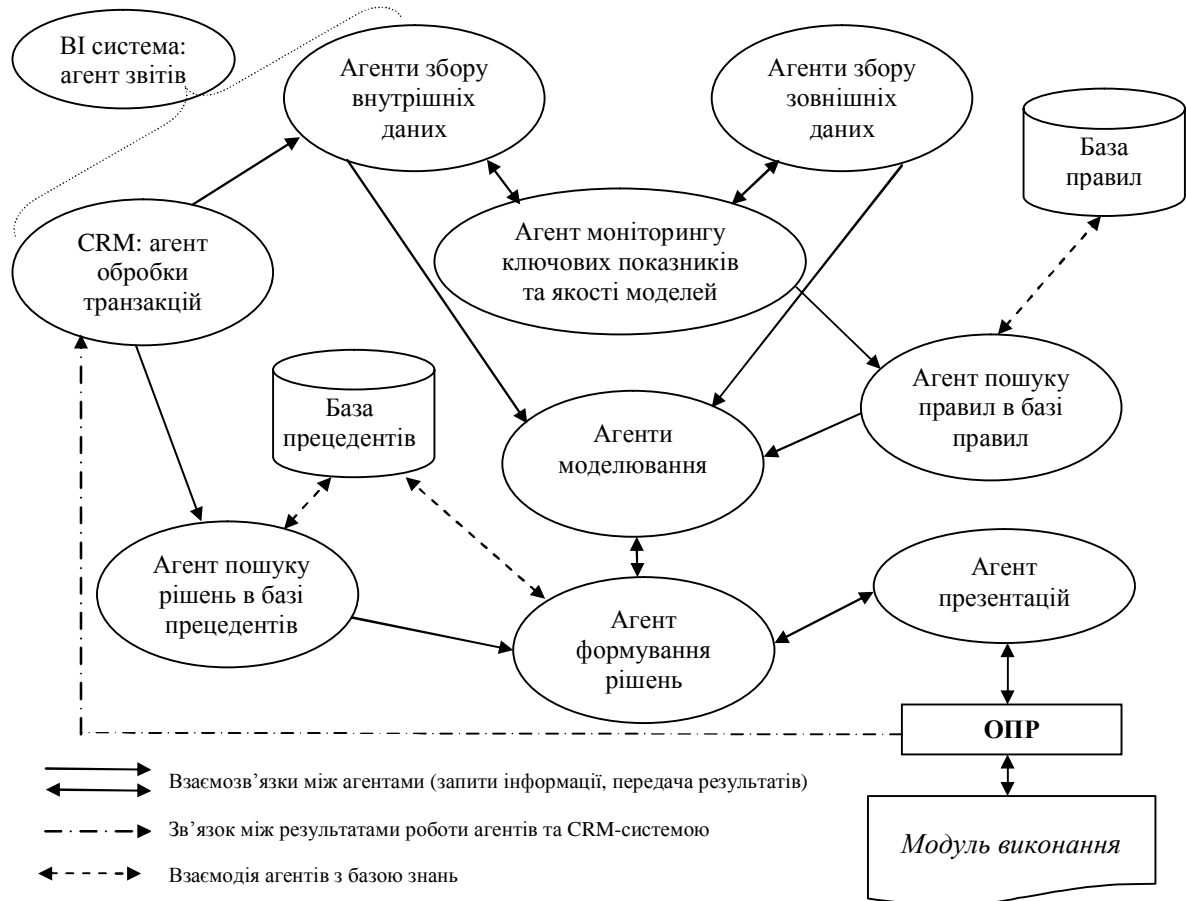


Рис. 1. Функціональна структура АОС управління маршрутом та ціною перевезень для транспортного підприємства

*Джерело:* створено автором.

Передбачається, що в системі функціонують агенти десяти типів, назву та призначення яких зазначено в табл. 1.

Центральне місце в розглядуваній АОС надається агентам моделювання  $ag_i, i = \overline{12,15}$ . За кожним з цих агентів закріплена певна модель визначення параметрів системи.

**Розширений перелік агентів мережі управління маршрутом  
та ціною перевезень**

Назва агента		Призначення
$ag_1$	Агент обробки транзакцій	Фіксує контакт зі споживачем; обслуговує процес формування замовлення на перевезення вантажу
$ag_1, ag_2$	Агенти збору внутрішньої інформації	Здійснюють збір та консолідацію внутрішніх вхідних даних; формують внутрішні ключові показники для моніторингу
$ag_4, ag_5$	Агенти збору зовнішньої інформації	Здійснюють збір та консолідацію зовнішніх вхідних даних; формують зовнішні ключові показники для моніторингу
$ag_6$	Агент моніторингу ключових показників та якості	Регулярно перевіряє значення показників. Повідомляє про необхідність змін
$ag_7$	Агент пошуку рішень у базі прецедентів	Реалізує розпізнавання поточного замовлення
$ag_8$	Агент пошуку правил	Реалізує пошук правила для визначення моделей, якими варто скористатися для обґрунтування рішень
$ag_9$	Агент формування рішень	Формує варіант рішення або на основі прецеденту, або на основі модельних розрахунків, що сам ініціює; формує на цій підставі нові прецеденти та передає їх до бази прецедентів; формує звіти щодо розроблених рішень; підтримує оновлення прецедентів
$ag_{10}$	Агент презентації	Надає компетентній особі деталізовану інформацію для обґрунтування пропонованого рішення
$ag_{11}$	Агент звітів	Формує різнопланові звіти
$ag_{12}, ag_{13}$ $ag_{14}, ag_{15}$	Агенти моделювання	Реалізують обслуговування модельних розрахунків

*Джерело:* складено автором.

$$ag_i = \langle In_i, Out_i, MTHD_i \rangle,$$

де  $In_i = \langle X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in} \rangle$  – входи  $i$ -ої моделі, що містять індикатори активації та вхідні показники, необхідні для розв'язання поставленого



перед моделлю завдання;  $Out_i = \langle Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{im} \rangle$  – виходи моделі, що включають розраховані параметри та звіти;  $MTHD_i$  – процеси, що підтримують реалізацію алгоритмів моделювання для  $i$ -ої моделі.

Потрібно зауважити, що процеси  $MTHD_i, i = \overline{12,15}$  мають підтримувати реалізацію кількох завдань: запит до оперативної бази даних (ОБД) та сховища даних (СД) на надання даних для функціонування агента, перетворення даних для наступної адекватної обробки, перетворення вхідної інформації відповідно до цілей та завдань агента, формування результатів розв'язання та звітів, що висвітлюють кількісні та якісні результати роботи агента.

Підтримка прийняття рішень через розглядувану АОС здійснюється на основі реалізації системи взаємопов'язаних моделей, розрахунки за якою дозволяють розв'язати питання щодо ціноутворення та визначення оптимального шляху перевезення.

Схематично структуру зв'язків між запропонованими економіко-математичними моделями представлено на рис. 2. З такою системою моделей можна інтегрувати низку моделей, що розв'язують інші завдання з управління транспортним підприємством.

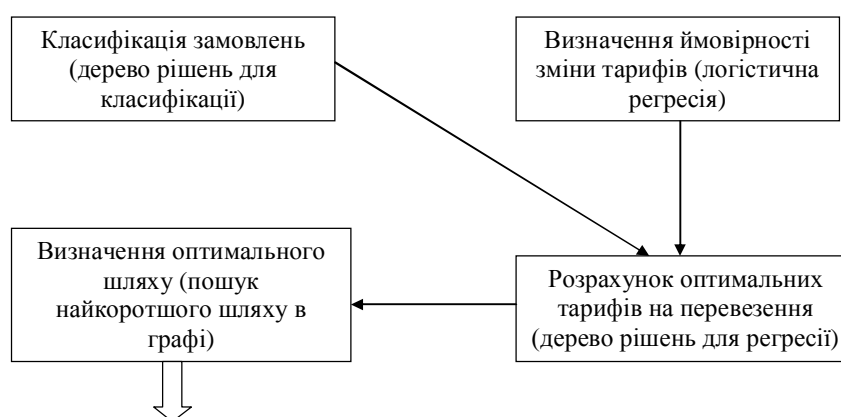


Рис. 2. Схема зв'язків між моделями в АОС

Джерело: створено автором.

Обґрунтування рішень щодо логістики базується, з одного боку, на визначенні ймовірності зміни ринкових цін і встановленні на цій основі

оптимальних тарифів на перевезення та, з іншого боку, оптимальний тариф має враховувати особливості категорій споживачів логістичних послуг, що можуть бути відтворені через класи замовлень, визначені на основі їх рентабельності.

Також важливим завданням є визначення оптимального маршруту перевезення, оптимальної кількості відповідних транспортних засобів. Такі розрахунки дозволять сформувані обґрунтовані загальні витрати за кожним замовленням та, відповідно, працювати в оптимальний спосіб, реалізуючи політику, спрямовану на максимальне задоволення клієнта.

Агент моделювання  $ag_{12}$  відповідає за розв'язання завдання класифікації замовлень, що дозволяє визначити належність розглядуваного замовлення до певної категорії, пов'язаної, перш за все, з рентабельністю. Розуміння подібної приналежності дозволяє формувати певну цінову політику для кожної категорії, а також розробляти конкретні маркетингові стратегії для різних категорій замовлень та замовників. Цей агент активується завжди при надходженні замовлення, результати за яким відсутні в базі прецедентів.

При активації агент  $ag_{12}$  отримує необхідні вхідні дані зі сховища чи ОВД та звертається до відповідної моделі, що зберігається у базі моделей.

Адекватною моделлю в даній ситуації може бути дерево рішень, а як класифікаційний алгоритм запропоновано алгоритм CART [1]. Кожне замовлення має  $n$  атрибутів – ознак, за якими буде здійснюватися перехід по вузлах у дереві рішень. Для навчання дерева використовуються актуальна база даних минулих транзакцій. Замовлення перед початком навчання дерева розбиваються на кластери, відповідно, наприклад, до їх рентабельності.

В результаті реалізації моделі агент  $ag_{12}$  готує інформацію про клас замовлення, необхідну для агента моделювання  $ag_{13}$ .

Паралельно з агентом  $ag_{12}$  може працювати агент моделювання  $ag_{13}$ , до завдань якого входить визначення ймовірності коливання (як правило, зростання) цін на енергоносії, витратні матеріали, змін ставок оподаткування тощо, що, природно, впливатиме на вартість перевезень. Проте тарифна політика компаній, котрі надають транспортні послуги, зазвичай змінюється поступово, а не динамічно. Використання відповідної моделі дозволяє передбачити зміни, які впливатимуть на вартість перевезення та в такий спосіб проактивно сформулювати оптимальний тариф. Агент  $ag_{13}$  працює одночасно з кількома моделями, які визначають ймовірність змін для певних видів транспорту (автомобільного, залізничного, авіаційного тощо).

Запропоновані моделі базуються на логістичній регресії. Залежна змінна набуває значення від 0 до 1 та характеризує ймовірність зростання ціни. Агент  $ag_{13}$  звертається до кожної з логістичних регресій, пов'язаних з видами транспорту та реалізує розрахунок ймовірності необхідності зміни тарифу на перевезення кожним видом транспорту, результати якого потрібні для роботи агенту моделювання  $ag_{14}$ .

Для обчислення витрат за новим замовленням необхідно володіти інформацією щодо тарифів на перевезення кожним видом транспорту. Причому ці тарифи можуть різнитися залежно від класу замовлення (відповідно до програм лояльності). Тому важливо побудувати модель, що дозволить визначати обґрунтований тариф для конкретного перевезення, за якого ефективність функціонування транспортного підприємства буде високою. Базовою моделлю пропонується регресійне дерево рішень, що дозволяє спрогнозувати оптимальну величину тарифу.

У базі моделей розглядуваної агентно-орієнтованої системи мають міститися кілька моделей дерев рішень, що пройшли навчання на даних, які відповідають перевезенням з високою рентабельністю. Кожна з моделей пов'язана з відповідним видом транспорту. Агент моделювання

$ag_{14}$ , створений спеціально для обслуговування таких моделей, працює одночасно з кількома моделями, здійснюючи розрахунок оптимальних тарифів на перевезення кожним видом транспорту для певного класу замовлення.

Наступним важливим кроком при прийнятті логістичних рішень є визначення оптимального шляху перевезень. Завдання оптимізації транспортних шляхів пов'язане з виправданням сподівань споживачів щодо часу та вартості доставки, які висловлюються ними при формуванні замовлення. Таким чином, виникає необхідність у функціонуванні ще одного агента моделювання  $ag_{15}$ , який відповідатиме за розрахунок оптимального маршруту. Входами відповідної моделі є показники, що зберігаються в базі даних системи, а саме: матриці відстаней між пунктами, через які проходить перевезення, матриці сполучень між пунктами кожним видом транспорту та матриці відповідних витрат часу; а також виходи моделей формування оптимальних тарифів, що дають можливість розрахувати матриці витрат коштів при перевезенні певним видом транспорту. Маючи в наявності таку інформацію, агент  $ag_{15}$  ініціює роботу алгоритму пошуку найкоротшого шляху в графі, наприклад алгоритм Дейкстри, який на виході дає оптимальний (за вартістю або часом) маршрут та вартість перевезення за маршрутом [20].

Результати розрахунку за моделями, що включають оптимальний (за вартістю або часом) маршрут, загальну вартість перевезення, загальний час на перевезення, повертаються агентів формування рішень  $ag_9$  та на їх основі формується інформація для презентації компетентній особі.

Результати, одержані за представленими моделями, можуть бути використані не лише для вирішення блоку проблем, пов'язаних із плануванням конкретного замовлення, а й для багатьох інших проблем, наприклад, визначення оптимальної кількості транспортних засобів, обґрунтування маркетингових стратегій тощо.

Використання моделей для розрахунку оптимального маршруту перевезення відбувається у реальному часі, самі моделі зберігаються в базі моделей. Розробкою моделей займаються аналітики, вони ж підтримують моделі в актуальному стані. Паралельно може розроблятися кілька моделей для розв'язання кожного завдання.

Розроблена для АОС система моделей використовує такі інструменти ІАД, як дерева рішень (у класифікаційному та регресійному варіантах) та логістичну регресію.

Для формалізації та впорядкування знань, що накопичуються агентами в розробленій АОС, використовується база знань, що об'єднує базу прецедентів та базу правил.

Входи та результати транзакцій зберігаються у вигляді прецедентів. Використання прецедентів дозволяє аналізувати на предмет аналогії кожен нову транзакцію, і, залежно від ступеня схожості та результативності аналога, обирати певну тактику управління. На початкових етапах функціонування системи, передбачається, що база прецедентів буде незначною і управлінські рішення ухвалюватимуться переважно на основі результатів моделювання, затверджених компетентними особами. База прецедентів поповнюватиметься не лише за рахунок накопичення виробничого досвіду, а й за рахунок пошуку шаблонів (за умови наявних обсягів історичних даних, що включають не лише історію транзакцій, а й інші ретроспективні внутрішні та зовнішні дані), а також завдяки регулярній розробці проактивних рішень – нових сценаріїв дій у потенційно можливих або перспективних ситуаціях.

Пошук шаблонів та реалізацію сценарного аналізу можуть забезпечити моделі ІАД. Підтримувати актуальність наявних в базі прецедентів в умовах швидких економічних змін дозволяє постійно діючий механізм моніторингу ключових показників, що ініціює регулярне оновлення варіантів рішень у прецедентах. Враховуючи те, що база прецедентів міститиме як увесь досвід компанії, так і проактивно розроблені

сценарії, рішення ухвалюватимуться не лише оперативно, але будуть заздалегідь проаналізовані та обгрунтовані. Оптимізація самої бази прецедентів передбачає використання методів індексації та групування прецедентів за напрямками.

База правил системи містить логічні конструкції типу «Якщо (умова), то (дія)», де умова характеризує величини відхилень значень ключових показників. Як дії можуть передбачатися запуск процесів модельних перерахунків за певними конкретними моделями або визнання певних моделей неефективними, про що створюється відповідне повідомлення. Якщо система передбачатиме паралельну розробку та тестування моделей-претендентів, найкращі з них можуть бути автоматично обрані як діючі.

Запропоновану АОС було апробовано на даних однієї транспортно-логістичної компанії, що є частиною міжнародного логістичного холдингу і діє на українському ринку вже понад 10 років, надаючи окремо та в комплексі послуги з перевезень, зберігання, митного оформлення та страхування вантажів.

Важливим напрямом діяльності компанії є послуги з перевезення різних видів вантажу (комплектного, збірного та невеликими партіями, негабаритного та важковагового, насипного та наливного, рефрижераторного, небезпечного, контейнерного, генерального, та спеціалізованого) всіма основними видами транспорту (автомобільним, авіатранспортом, морським та річковим, залізничним) по всьому світу. Можливі види перевезень – одним видом транспорту та мультимодальні (комбіновані) перевезення.

Впровадженню запропонованої АОС на даному підприємстві сприяло те, що обробка замовлень тут давно реалізується на основі ERP Oracle. За солідний час, який компанія перебуває на ринку логістичних послуг, вона накопичила значні обсяги даних, на основі яких можна будувати та реалізовувати моделі ІАД.

Це дало можливість адаптувати запропоновану систему управління маршрутом та ціною перевезень до умов діяльності компанії, інтегруючи її з існуючою IT-інфраструктурою компанії. Базовою платформою для створення АОС стала Java, це забезпечило масштабованість, надійність, стійкість, конфіденційність, гарну візуалізацію, десктоп та веб-інтерфейс.

Дослідження з моделювання зосередились на створенні чотирьох видів моделей ІАД: дерева рішень для класифікації та регресії, логістичної регресії та нейронної мережі.

Проведені лабораторні експерименти дозволили визначити низку зисків від упровадження системи управління маршрутом та ціною перевезень: зниження експлуатаційних витрат, зростання доходів та досягнення стратегічних переваг (табл. 2).

Таблиця 2

**Результати експериментальних розрахунків для транспортної компанії**

Назва показника	Реальне значення	Розрахункове значення	Зміни, %
Середній прибуток від перевезень в день, <i>євро</i>	14000	14570	4,07
Середня кількість оброблених замовлень в день, <i>хв.</i>	250	280	12,02
Середня собівартість перевезення в розрахунку на одного клієнта, <i>євро</i>	10500	10400	- 0,96
Середній час побудови маршрутів на одне замовлення, <i>хв.</i>	2	1,8	- 10,34
Річний оборот компанії, <i>млн євро</i>	200	207	3,5

*Джерело:* розраховано автором.

Серед елементів зниження витрат можна виділити час, необхідний для обробки замовлення. Впровадження АОС дало можливість зменшити час на побудову маршрутів та розрахунок витрат клієнта майже на 11%

завдяки використанню технології міркування за прецедентами. Оскільки більшість клієнтів компанії є постійними, а їхні замовлення – регулярними, то використання прецедентів повністю себе виправдовує. До того ж готові рішення, що пропонуються клієнтам, заздалегідь розроблені та перевірені на найактуальніших даних. При такому підході зменшуються витрати втрачених можливостей, тобто витрати, викликані невдалою реакцією на зміну ринку.

Підвищення точності в прийнятті рішень призводить до підвищення доходів компанії від кожного випадку спілкування з клієнтом. Середня собівартість перевезення в розрахунку на одного клієнта зменшується через використання системи на 1%. На жаль, лабораторні експерименти не дозволяють враховувати можливість співпраці з іншими перспективними партнерами, а також відчутти прямий ефект від гнучкої тарифної політики, що відтворюється через збільшення попиту на послуги компанії. Проте можна передбачити, що таке збільшення обов'язково мало б місце, принаймні значна кількість клієнтів були б задоволені зменшенням власних витрат. З іншого боку, вдале передбачення тенденцій ринку дозволило б одержати більші доходи, якби компанія вчасно прореагувала на сигнали ринку та підвищила тарифи для деяких категорій замовлень.

Зрозуміло, що для формування визначених зисків компанія повинна здійснити цілу низку витрат: на навчання персоналу, на купівлю даних, на створення робочих місць аналітиків тощо. Проте витрати на розробку моделей з часом знижуються, більша кількість створених моделей покращує ефективність використання даних, а розвиток процесів розробки знижує вартість моделей.

**Висновки.** Становлення глобального економічного простору підсилює взаємозв'язок, взаємозалежність та взаємодію різних напрямів та суб'єктів економічної діяльності. Перебіг потужних глобалізаційних процесів відбувається за умов активного розвитку інформаційного



суспільства, яке щодня накопичує величезні обсяги інформації і конче потребує механізмів управління нею.

Спроможність ефективно використовувати інформаційний ресурс, видобувати з нього знання, впроваджувати їх в управління постає одним з факторів підвищення конкурентоспроможності транспортних підприємств у сучасному світовому економічному просторі. При цьому поєднання в єдиній системі потенціалу аналітичних платформ, ІАД та інтелектуальних агентів дозволяє одержати необхідні інструменти для виробництва знань в реальному часі, що забезпечують успішне проактивне управління.

Запропонована у статті система є агентно-орієнтованою. Завдяки цьому багато процесів реалізуються в ній паралельно – збирання даних та їх підготовка до аналізу, моніторинг у режимі реального часу, розробка та налаштування моделей, оновлення бази прецедентів. Все це дає можливість мати як актуальні дані для прийняття рішень, так і підготовані рішення у вигляді прецедентів, а також використовувати адекватні економіко-математичні моделі для підтримки процесів управління. Проблеми щодо управління даними в реальному часі полягають не лише в затримці їх отримання (часі, за який відкривається доступ до даних для аналізу). Суттєвими є також затримки аналізу (час аналізу даних) та затримки рішення (час на ухвалення відповідно до результатів аналізу). Систему управління маршрутом та ціною перевезень побудовано з метою зменшення загальних затримок за допомогою новітніх технологій інтеграції даних та управління ними.

Пропонована АОС є інтелектуальною та реалізує гібридні підходи для прийняття рішень. Присутність в ній бази знань дає можливість фіксувати та надалі використовувати знання у вигляді прецедентів та правил і це, насправді, є найбільшою стратегічною перевагою використання інформаційних систем такого класу. Важливими також є переваги, що створює використання моделей ІАД. Поділ замовлень та клієнтів на сегменти разом із дослідженням ринкових тенденцій дозволяє ухвалювати

рішення, які найкраще відповідають моделі визначення ціни на основі аналізу ризиків.

Проведена апробація продемонструвала перспективність запропонованої системи. Її використання дозволяє одержати конкурентні переваги за рахунок підвищення точності рішень, швидкості їх прийняття та гнучкості, тобто спроможності вчасно передбачати та використовувати зміни умов бізнесу.

Впровадження запропонованої АОС є доцільним, перш за все, на підприємствах з розвинутою ІТ-інфраструктурою, де вже наразі сформовані масиви внутрішніх даних, зібраних, інтегрованих, структурованих за роки використання транзакційних та аналітичних систем. Йдеться, насамперед, про міжнародні транспортні компанії.

Розвиток запропонованих інтелектуальних автоматизованих систем може відбуватися як за рахунок широкого залучення різних інструментів аналітики «великих даних», збільшення «інтелектуальності», так і за рахунок інтеграції з інформаційними системами, здатними реалізувати аналітику в оперативній пам'яті.

#### **Список використаних джерел**

1. Черняк О.І. Інтелектуальний аналіз даних / О.І. Черняк, П.В. Захарченко. – К.: Знання, 2014. – 599 с.
2. Ивашкин Ю.А. Агентные технологии и мультиагентное моделирование систем / Ю.А.Ивашкин. – М.: МФТИ, 2013. – 267 с.
3. Castillo O. Recent Advances on Hybrid Approaches for Designing Intelligent Systems / O.Castillo, P.Melin, W.Pedrycz, J.Kacprzyk (ed.). – Berlin: Springer, 2014. – 721 p.
4. Medsker L.R. Hybrid Intelligent Systems / L.R.Medsker. – Boston: Springer, 2013. – 298 с.
5. Railsback S.F. Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction / S.F. Railsback, V. Grimm. – Princeton University Press, 2011. – 352 p.

6. Siddique N. Intelligent Control: A Hybrid Approach Based on Fuzzy Logic, Neural Networks and Genetic Algorithms / N.Siddique. – Berlin: Springer; 2014. – 287 p.

7. Ітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей / [С.О. Субботін, А.О.Олійник, О.О.Олійник]; за ред. С.О. Субботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375 с.

8. Швецов А.Н. Агентно-ориентированные системы: основные модели / А.Н. Швецов. – Вологда : ВоГТУ, 2012. – 189 с.

9. Ventre A.G. Multicriteria and Multiagent Decision Making with Applications to Economics and Social Sciences / A.G.S. Ventre, A.Maturo, S.Hosková-Mayerová, J.Kacprzyk. – Springer, 2013. – 315 p.

10. Рогозин О.В. Методы и модели поддержки принятия инновационных решений в агентно-ориентированных системах / О.В.Рогозин. – М.: МЭСИ, 2012. – 158 с.

11. Романов В.П. Мультиагентные системы в экономике / В.П.Романов, А.В.Лельчук. – М.: РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2013. – 87 с.

12. Скобелев П.О. Мультиагентные технологии для управления ресурсами предприятий в реальном времени [Электронный ресурс] / П.О.Скобелев. – Режим доступа: [http://www.iki.rssi.ru/seminar/2011030204/presentation/20110303\\_03.pdf](http://www.iki.rssi.ru/seminar/2011030204/presentation/20110303_03.pdf)

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

14. Trajkovski G. Developments in Intelligent Agent Technologies and Multi-Agent Systems: Concepts and Applications / G. Trajkovski. – IGI Global, 2010. – 396 p.

15. Результаты внедрения и перспективы развития мультиагентной системы для оперативного управления инструментальным цехом ОАО «Ижевский мотозавод – Аксион холдинг» [Электронный ресурс] / И.Ю.Тюрин, А.С.Вылегжанин, М.В.Андреев, Э.В.Кольбова, П.О.Скобелев, Я.Ю.Шепилов. – Режим доступа:

[http://egov.samregion.ru/external/elgov/files/c\\_10506/Programma\\_PUMSS-2012.pdf](http://egov.samregion.ru/external/elgov/files/c_10506/Programma_PUMSS-2012.pdf)

16. Ржевский Д. Мультиагентные системы в логистике и е-коммерции [Электронный ресурс] / Д.Ржевский. – Режим доступа: [http://www.iteam.ru/publications/logistics/section\\_80/article\\_2689/](http://www.iteam.ru/publications/logistics/section_80/article_2689/)

17. Андреев В.В. Мультиагентные системы адаптивного планирования мобильных ресурсов / В.В. Андреев, А.В. Глащенко и др.// Труды IV Международной конференции по проблемам управления (МКПУ – IV). – М.: ИПУ РАН, 2009. – С.1534–1542.

18. Колесников А.В. Гибридные и синергетические интеллектуальные системы для поддержки принятия решений [Электронный ресурс] / А.В. Колесников. – Режим доступа: [http://eta.ktl.mii.lt/~mask/LIKS-IS/2013-02-06\\_Kolesnikov.pdf](http://eta.ktl.mii.lt/~mask/LIKS-IS/2013-02-06_Kolesnikov.pdf)

19. Черноус Г.О. Гібридне використання методів інтелектуального аналізу даних для моделювання процесів проактивного управління / Г.О. Черноус // Бізнес інформ. – 2013. – №4. – С.172–177.

20. Окулов С. Программирование в алгоритмах / С. Окулов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 384 с.