

Гужва В. М.

АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ НА ОСНОВІ ПРЕЦЕДЕНТІВ: АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД

Організаційно-економічна стійкість економічних об'єктів в ринкових умовах насамперед залежить від того, на яких засадах побудована і функціонує відповідна система управління. Очевидно, що така система повинна бути адаптивною. Для промислових підприємств доцільно використовувати адаптивне управління на основі прецедентів. Як елементи системи управління, які б дозволяли відобразити динаміку функціонування підприємств, відобразити зв'язки між суб'єктами та об'єктами та виступати як прецеденти, можуть розглядатися бізнес-процеси. У статті пропонується агентно-орієнтований підхід до побудови еталонних (референтних) бізнес-процесів та агентно-орієнтована технологія реалізації концепції процес-майнінгу (Process Mining), завдяки якій можна отримати реальні бізнес-процеси.

Ключові слова: адаптивне управління, прецеденти, агентно-орієнтований підхід, бізнес-процеси, промислові підприємства

Рис.: 4. Табл.: 3. Бібл.: 4.

Гужва Володимир Михайлович – кандидат економічних наук, професор, кафедра інформаційних системи в економіці, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)

УДК 004.157

Гужва В. М.

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ НА ОСНОВЕ ПРЕЦЕДЕНТОВ: АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД

Организационно-экономическая устойчивость экономических объектов в рыночных условиях зависит прежде всего от того, на каких принципах построена и функционирует соответствующая система управления. Очевидно, что такая система должна быть адаптивной. Для промышленных предприятий целесообразно использовать адаптивное управление на основе прецедентов. В качестве элементов системы управления, которые позволяли бы отражать динамику функционирования предприятий, отображать связи между субъектами и объектами и выступать в качестве прецедентов, могут рассматриваться бизнес-процессы. В статье предлагается агентно-ориентированный подход к построению эталонных (референтных) бизнес-процессов и агентно-ориентированная технология реализации концепции процесс-майнинга (Process Mining), благодаря которой можно получить реальные бизнес-процессы.

Ключевые слова: адаптивное управление, прецеденты, агентно-ориентированный подход, бизнес-процессы, промышленные предприятия

Рис.: 4. Табл.: 3. Библ.: 4.

Гужва Владимир Михайлович – кандидат экономических наук, профессор, кафедра информационных систем в экономике, Киевский национальный экономический университет им. В. Гетьмана (пр. Победы, 54/1, Киев, 03068, Украина)

UDC 004.157

Guzhva V. M.

ADAPTIVE MANAGEMENT OF AN ENTERPRISE ON THE BASIS OF PRECEDENTS: AGENT SPECIFIC APPROACH

Organisational and economic stability of economic objects in market conditions depends, first of all, on what principles the relevant system of management is based and functioning. It is evident that such a system should be adaptive. It is expedient for industrial enterprises to use adaptive management on the basis of precedents. Business processes could be considered as elements of the system of management, which would allow reflection of dynamics of enterprise functioning, representation of links between subjects and objects and play the role of precedents. The article offers the agent specific approach to construction of reference business processes and agent specific technology of realisation of the Process Mining concept, due to which one can obtain real business processes.

Key words: adaptive management, precedents, agent specific approach, business processes, industrial enterprise

Pic.: 4. Tabl.: 3. Bibl.: 4.

Guzhva Vladimir M. – Candidate of Sciences (Economics), Professor, Department «Informational Systems in Economy», Kyiv National Economic University named after V. Getman (pr. Peremogy, 54/1, Kyiv, 03068, Ukraine)

Постановка проблеми. Організаційно-економічна стійкість промислових підприємств в умовах ринку насамперед залежить від того, настільки ефективною є відповідна система управління – така система повинна забезпечувати швидку реакцію на зміни як внутрішнього, так і, насамперед, зовнішнього середовищ. А це означає, що в таку систему повинні бути закладені механізми адаптивного управління. Такі механізми достатньо напрацьовані для управління технічними об'єктами та системами. Проте перенести їх в сферу соціально-економічних систем практично неможливо за низкою причин: а) значна складність систем, б) неможливість формалізації опису динаміки (поведінки) систем такого класу, в) наявність непередбачуваних зовнішніх впливів тощо. Серед можливих шляхів вирішення проблеми ефективного управління соціально-економічними системами – впровадження принципу адаптивного управління такими системами на основі преце-

дентів з пошуком та реалізацією відповідних практичних механізмів та інструментарію. Це і складає проблематику даної статті.

Метою дослідження є обґрунтування можливості використання агентно-орієнтованих підходів до побудови еталонних бізнес-процесів діяльності підприємств та реалізації концепції процес-майнінгу, за допомогою якої можна отримати реальні бізнес-процеси функціонування підприємств. Такі бізнес-процеси можуть виступати в якості прецедентів при впровадженні систем адаптивного управління на основі прецедентів.

Викладення основного матеріалу. Класичні підходи до управління (наприклад, [1, 2]) будуються на тому припущенні, що можна отримати нехай складну, але точну аналітично задану форму функціональної залежності вхідних і вихідних сигналів системи управління з наступним уточненням значень коефіцієнтів, що входять до неї. Однак при

всій витонченості напрацьованого математичного інструментарію область застосування таких методів управління залишаються порівняно прості об'єкти управління з очевидними властивостями, тобто такі об'єкти, функціонування яких добре формалізується. Через недостатність знань про об'єкт та середовище, в якому він функціонує, спроби отримати точну модель поведінки такого об'єкта не представляються можливими. Проте управління такими об'єктами являє не менший інтерес і є не менш важливим. Прикладом таких об'єктів можуть бути соціально-економічні об'єкти, і, зокрема, промислові підприємства.

При моделюванні процесів управління зазвичай розглядають три типи управління:

- 1) відкрите (розімкнене),
- 2) замкнене (управління зі зворотним зв'язком) та
- 3) адаптивне.

Стислий порівняльний опис зазначених типів управління наведено в табл. 1.

Детальніше розглянемо адаптивне управління. Основна властивість адаптивних систем – реалізація мети управління в умовах недетермінованого зовнішнього середовища і параметрів об'єкта, що змінюються. До теперішнього часу модель адаптивного управління розробилася розробниками в основному для управління фізичними процесами. Цей підхід будується на припущенні, що можна отримати точну форму передавальної функції, що відображає множину вхідних параметрів у множину вихідних параметрів керованого об'єкта. Область застосування таких методів управління є порівняно прості та такі, що добре формалізуються, об'єкти управління з очевидними властивостями (насамперед – технічні об'єкти та системи).

На практиці ж типовими є об'єкти управління, функціонування

- яких слабо формалізуються та
- властивості яких априорі невідомі або
- змінюються в процесі функціонування.

Таблиця 1

Типи управління та їх порівняльний аналіз

Тип управління	Суть управління	Недоліки
Розімкнене управління	Передбачається наявність мети, якою визначається керуючий вплив для досягнення цієї мети. Відсутність зворотного зв'язку спрощує управління	При відхиленні результату від запланованого проводиться аналіз, який пояснює причини відхилення, але не ставить завдання змінити що-небудь в управлінні
Замкнуте управління (управління зі зворотним зв'язком)	Передбачається можливість змінювати управління в залежності від його впливу на кінцевий результат	Ця методика управління розрахована в основному на малі проміжки часу. Якщо ж результат впливу фактора проявляється через досить великий час, часто виникають значні труднощі
Адаптивне управління	Відрізняється від замкнутого наявністю моделі керованого об'єкта, в якій аналізуються можливі наслідки управління (прогноз)	Правильна реакція можлива лише при побудові максимально точної моделі об'єкта, що адекватно відображає середовище функціонування і сам об'єкт управління

Спроби аналітично описати їх властивості швидко призводять до катастрофічного ускладнення математичних моделей. Прикладами об'єктів такого класу можуть слугувати соціально-економічні об'єкти (наприклад, промислові підприємства, банки, страхові компанії тощо). До числа причин, які не дозволяють використати для соціально-економічних систем напрацьовані в технічній сфері методи побудови адаптивних систем управління, слід віднести:

- 1) неможливість точної математичної формалізації структури об'єкта;
- 2) похибка вимірів параметрів, що відображають процес функціонування об'єкта;
- 3) відсутність достовірної інформації про початкові координати;
- 4) наявність непередбачуваних зовнішніх впливів та ін.

Одним із можливих напрямків адаптивного управління соціально-економічними системами (зокрема, і промисловими підприємствами) є управління на основі прецедентів. По суті прецедент – це опис проблеми або ситуації

в сукупності з докладним зазначенням дій, що вживаються в цій ситуації чи для вирішення даної проблеми. Можлива сема системи адаптивного управління на основі прецедентів наведена на рис. 1.

Традиційно прецедент включає: 1) опис проблеми, 2) вирішення цієї проблеми та 3) результат (обґрунтованість) застосування рішення.

На сьогодні існує ціла низка способів представлення (подання) прецеденту: від записів бази даних, деревовидних структур до предикатів, фреймів та побудови онтологій. Подання має відповідати цілям системи. Проблема подання прецеденту – це насамперед проблема рішення, що зберегти в прецеденті, знаходження відповідної структури для опису змісту прецеденту і вибору способу організації та індексування бази знань прецедентів для ефективного пошуку і багаторазового використання.

Одним із основних питань, що можуть виникнути при побудові адаптивної системи управління промисловим підприємством на основі прецедентів, є питання про те,

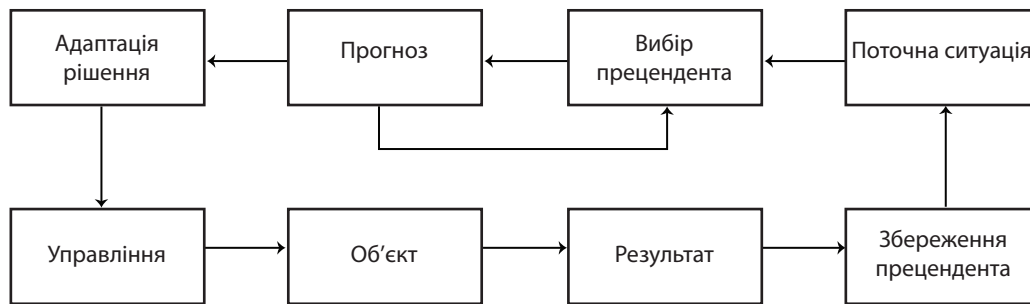


Рис. 1. Схема адаптивного управління на основі прецедентів

який із елементів системи управління – функції управління, ресурси, структура, об'єкти тощо – можуть бути використані як основа для побудови прецедентів.

Пропонується як прецеденти розглядати бізнес-процеси діяльності підприємства: по-перше, вони відображають динаміку функціонування підприємства, по-друге, вони дозволяють описати взаємодії об'єктів та суб'єктів, по-третє, існують методи та засоби кількісної оцінки бізнес-процесів.

Бізнес-процеси як основа для побудови прецедентів при адаптивному управлінні. Сьогодні в практиці функціонування економічних об'єктів (наприклад, промислових підприємств) досить часто використовується процесно-орієнтований підхід до управління – основним елементом управління при такому підході є бізнес-процеси. Бізнес-процес (БП) — це послідовність операцій, у ході виконання яких організація отримує значущий для себе результат (товари, послуги).

Автоматизація виконання бізнес-процесів і залучення інформаційних систем для їх підтримки привели до тісної інтеграції інформаційних технологій та бізнесу. В даний час широку популярність отримали наступні технології:

- Business Process Management (BPM) – управління бізнес-процесами;
- Business Intelligence (BI) – бізнес-аналітика;
- Business Process Analysis (BPA) – аналіз бізнес-процесів;
- Business Activity Monitoring (BAM) – моніторинг бізнес-діяльності.

Перераховані технології доповнюють одна одну.

Представлення БП у вигляді послідовності пов'язаних операцій спростило задачу автоматизації бізнесу. При побудові інформаційних систем бізнес-процеси можна розглядати як строго заданий потік робіт. Системи такого класу отримали назву систем Workflow. Потік робіт (workflow) – це формальний опис бізнес-процесу, що використовується для його автоматизації. Основний принцип Workflow – автоматизація всього або частини бізнес-процесу, впродовж якого документи, інформація або задачі передаються від одного учасника іншому для обробки у відповідності з набором процедурних правил. Загальний принцип роботи Workflow-системи полягає в наступному: система отримує на вході опис бізнес-процесу формальною мовою (схему) і відповідно цьому крок за кроком виконує операції, включені в бізнес-процес.

На сьогодні розроблено цілу низку методологій моделювання бізнес-процесів, які з успіхом використовуються на промислових підприємствах (табл. 2). Основу перерахованих в таблиці методологій складає традиційний підхід до моделювання – в його рамках бізнес-процеси описуються як потік взаємодії функцій, або як упорядкована послідовність виконання потоку робіт. Для кожної функції вказуються ресурси, в тому числі людські. Такий підхід до моделювання бізнес-процесів прийнято називати потоково-орієнтованим моделюванням (ПОМ).

Останнім часом стрімко розвивається так званий суб'єктно-орієнтований підхід (СОП) до моделювання, автоматизації та управління бізнес-процесами, відповідно до якого будь-який бізнес-процес розглядається з позицій взаємодії суб'єктів. Причина зростання популярності СОП полягає в істотному зниженні витрат на автоматизацію бізнес-процесів за рахунок швидкого перетворення суб'єктних моделей у виконувані програми, а також за рахунок залучення потенціалу учасників бізнес-процесів як до узгодження моделей, так і до перетворення їх у виконувані програми.

Відмінності між підходами СОП і ПОМ полягають, перш за все, в предметі моделювання (табл. 3). При СОП предметом моделювання є суб'єкт (співробітник, людина), а при ПОМ – об'єкт (бізнес-процес, функція). СОП описує процес як взаємодію між суб'єктами, які обмінюються один з одним «зовнішніми» повідомленнями і виконують призначені їм «внутрішні» функції. Чіткі, логічно вивірені потоково-орієнтовані моделі бізнес-процесів (типу EPC-моделей ARIS) як би «вивертаються навиворіт» і описуються з позицій учасників процесу, з позицій суб'єктів. Для кожного суб'єкта описуються:

- «зовнішня» взаємодія (обмін повідомленнями) з іншими суб'єктами при виконанні бізнес-процесів;
- послідовність виконання «внутрішніх» функцій.

Реалізацію методології СОП можна подати у вигляді трьох етапів:

- 1) етап моделювання бізнес-процесів;
- 2) етап валідації моделей бізнес-процесів;
- 3) етап виконання моделей бізнес-процесів.

Для виконання робіт на кожному етапі передбачена безпосередня участь співробітників бізнес-підрозділів, що виконують реальні процеси організації. Особливо ефективною є їх участь на другому та третьому з перерахованих етапів.

Таблиця 2

Методології моделювання бізнес-процесів

Назва методології	Інструментарій методології	Графічні нотації
Структурний підхід	IDEF (спочатку - ICAM DEfinition, пізніше - Integrated DEfinition)	IDEFO – для функціонального моделювання, IDEF1 – для моделювання інформаційних потоків в рамках системи, IDEF3 – для опису процесів, що мають місце в системі.
Підхід архітектури інтегрованих інформаційних систем	ARIS	eEPC (Event-Driven Process Chain – ланцюг процесів, що управляються подіями), PSM (Process Selection Matrix) – матриця вибору процесів, ORG (Organizational chart) – організаційна діаграма
Підхід на основі стандартів OMG	BPML	UML (Unified Modeling Language) – уніфікована мова моделювання BPMN (Business Process Modeling Notation)
Підхід на основі відкритого XML-стандарту	BPEL	WSDL (Web Services Description Language) – мова опису веб-сервісів, XML
Підхід динамічного моделювання діяльності	DEM	Мережі Петрі

Таблиця 3

Відмінності між підходами щодо моделювання бізнес-процесів

Підхід до моделювання бізнес-процесів	Суть підходу	Приклади інструментальних засобів для реалізації підходу
Моделювання «зверху-вниз» (класичний підхід) (потокорієнтоване моделювання – ПОМ)	Формування моделі бізнес-процесів від укрупнених до детальних за допомогою декомпозиції. Моделювання системи «зверху» на кожному рівні зводиться до наступного - задаються вимоги до наступних рівнів деталізації з точки зору ефективності бізнесу як штучної системи.	1) ARIS (SAP R/3); 2) DEM (BAAN); 3) BPWin (APM); 4) Business Studio
Моделювання «знизу-вверх» (суб'єктно-орієнтований підхід – СОП)	Формування укрупнених бізнес-процесів шляхом агрегування детальних процесів. Моделювання системи «знизу» дозволяє створювати природну модель проходження процесів, яка, як правило, виходить з принципу мінімізації ресурсів виконавця, тобто ефективна з точки зору виконавця (суб'єкта).	1) Metasonic Suite від німецької компанії Metasonic, в якому бізнес-процес як логічно ув'язаний потік функцій і подій перетворюється у взаємодію між суб'єктами, які обмінюються один з одним повідомленнями, а також виконують свої «внутрішні» функції (www.metasonic.de). 2) Blueworkslive від компанії IBM (https://www.blueworkslive.com), який поєднує в собі функції WebSphere Lombardi Blueprint і IBM BPM Blueworks і підтримує спільну роботу співробітників над процесами.

Аналіз бізнес-процесів, що мають місце на промислових підприємствах, дозволяє виявити кілька загальних особливостей:

- у бізнес-процесах часто беруть участь багато організацій. Кожна організація намагається максимізувати свій прибуток у рамках спільної діяльності;
- організації фізично розподілені. Цей розподіл може бути через один сайт по всій країні або навіть на різних континентах. Ця ситуація ще більш очевидна для віртуальних організацій, які формують альянс на короткий період часу, а потім такий альянс розпадається, коли не вигідно залишитися разом;
- в рамках організації має місце децентралізоване володіння задачами, інформацією та ресурсами, задіяними в бізнес-процес;

- різні групи всередині організації мають відносну автономність – вони керують тим, як їхні ресурси споживаються, ким споживаються, за якою ціною і в які терміни. Вони також мають свої власні інформаційні системи для управління своїми ресурсами;
- існує висока ступінь природного паралелізму – багато взаємопов'язаних задач виконуються у будь-якій точці бізнес-процесу;
- існує вимога щодо моніторингу та управління бізнес-процесом в цілому.

Для того, щоб врахувати зазначені особливості при моделюванні бізнес-процесів, пропонується модифікувати суб'єктно-орієнтований підхід (СОП) – реалізувати агентно-орієнтований підхід до моделювання бізнес-процесів. Варіантами реалізації даного підходу можуть бути:

1) агентно-орієнтоване моделювання бізнес-процесів на основі розподілу задач або робіт (рис. 2);

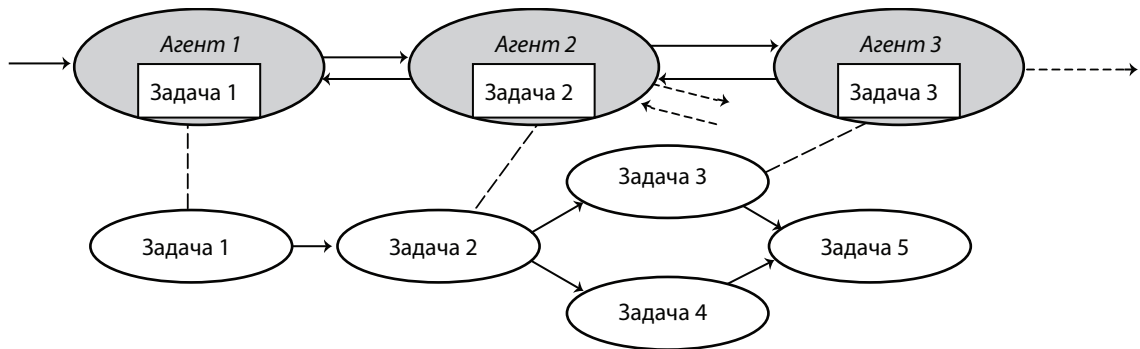


Рис. 2. Схема агентно-орієнтованого моделювання бізнес-процесів на основі розподілу задач

2) агентно-орієнтоване моделювання бізнес-процесу на основі розподілу ролей (рис. 3);

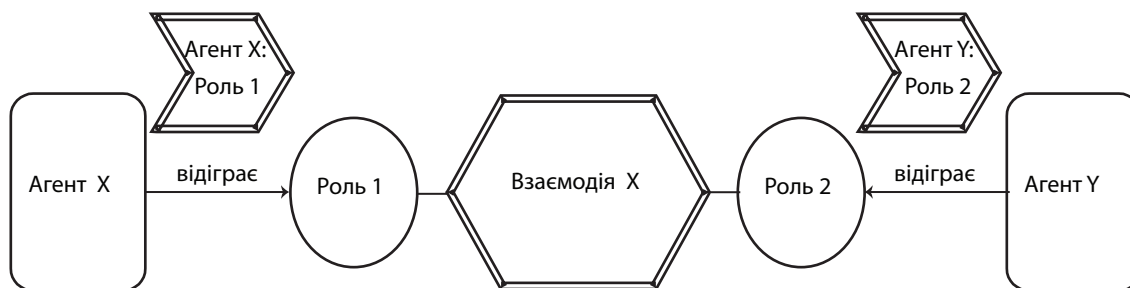


Рис. 3. Схема агентно-орієнтованого моделювання бізнес-процесів на основі розподілу ролей

3) агентно-орієнтоване моделювання бізнес-процесів на основі відношень «агент-об'єкт» (АОВ) [3].

Реальні бізнес-процеси на підприємстві та агентно-орієнтована технологія їх отримання. Як було зазначено раніше, в якості прецедентів пропонується розглядати референтні (еталонні) та реальні бізнес-процеси функціонування економічних об'єктів. Ще однією задачею, яку слід вирішити при реалізації адаптивного управління на основі прецедентів, є задача отримання фактичної інформації про реальні бізнес-процеси.

Як інструментарій для вирішення цієї задачі пропонується скористатися технологією процес-майнінгу (Process Mining) [4]. Технологія Process Mining – це технологія побудови формальних моделей для екземплярів бізнес-процесів. Джерелом інформації для технології Process Mining виступають протоколи роботи інформаційних систем управління економічними об'єктами (так звані лог-файли). Вони відображають реальне виконання бізнес-процесів через взаємодію їх виконавців. Застосування до них методів Process Mining дозволяє автоматично побудувати моделі бізнес-процесів. На основі їх аналізу можуть прийматися рішення про внесення зміни до бізнес-процесів і/або про модернізацію та налаштування інформаційної системи. Однак, для аналізу може бути використаний не кожний протокол. Потрібно, щоб в ньому була інформація, достатня для застосування методів Process Mining. До необхідних вимог можна віднести наступні: а) всі події, записані в протоколі, повинні бути ідентифіковані з екземплярами процесів; б) всі події повинні бути впорядковані за часом їх виконання; в) різні типи подій повинні розрізнятися.

Отримані за допомогою процес-майнінгу реальні бізнес-процеси можуть виступати в якості бази прецедентів, на основі яких може реалізовуватися адаптивне управління економічним об'єктом.

Для практичної реалізації технології Process Mining пропонується скористатися агентно-орієнтованим підходом – побудувати відповідну систему у вигляді сукупності програмних агентів (тобто як мультиагентну систему (MAC)), які дозволяють реалізовувати необхідний набір функцій Process Mining. До складу такої MAC пропонується агенти двох типів: 1) функціональні агенти – покликані виконувати базовий функціонал системи Process Mining; 2) агенти оцінки та порівняння – основне їх призначення – це вибір найбільш прийнятних алгоритмів Process Mining для конкретних ситуацій на основі якісних та кількісних оцінок (вимірювань або метрик) та порівняння отриманих моделей бізнес-процесів з еталонними (або референтними) моделями (рис. 4).

Серед функціональних агентів, що повинні увійти до складу такої MAC, повинні бути наступні: 1) *агент для імпортування (import agent)* – дозволяє використовувати під час роботи раніше створені в інших засобах моделі, а також підключають їх до вже відкритих у середовищі логів; 2) *агент для виявлення (mining agent)* – реалізує алгоритми добування інформації з лог-файлів та представлення її у вигляді різних моделей; 3) *агент для експортування (export agent)* – його призначення: зберігати отримані на фазах добування і аналізу інформації моделі, а також про-

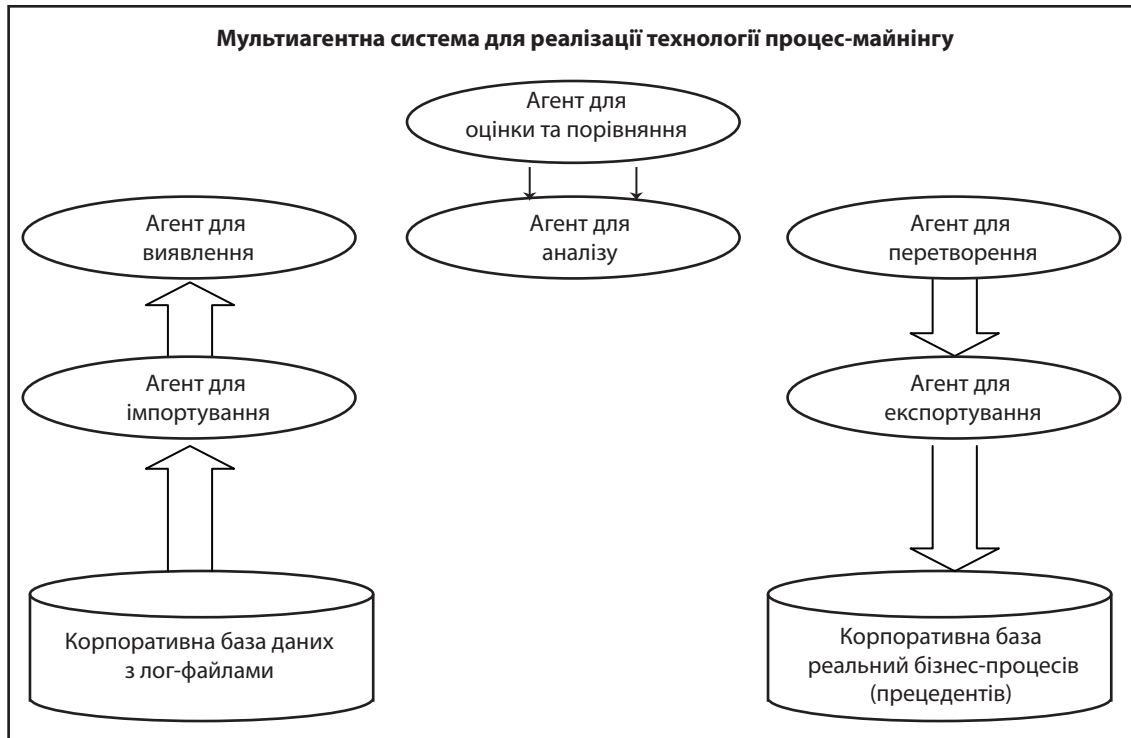


Рис. 4. Мультиагентна система для реалізації процедур процес-майнінгу

водити операції над логами; 4) агент для аналізу (analysis agent) – його функція: аналізувати відкриті в середовищі лог-файли і моделі; 5) агент для перетворення (conversion agent) – сприяє перетворенню створених моделей з одного формату в інший.

Висновки. Адаптивне управління є ефективним механізмом управління технічними системами та об'єктами. За цілим рядом причин перенести напрацьовані в техніч-

ній сфері методи та підходи адаптивного управління на соціально-економічні об'єкти практично неможливо.

Як можливий варіант вирішення такої проблеми розглядається використання адаптивного управління на основі прецедентів. В якості прецедентів можуть розглядати еталонні та реальні бізнес-процеси – для їх побудови та отримання (відповідно) пропонується агентно-орієнтований підхід.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цыпкин Я. З. Адаптация и обучение в автоматических системах / Я. З. Цыпкин. – М.: Наука, 1968.
2. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний / Н. Г. Загоруйко. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999.
3. Гужва В. М. Агентно-орієнтоване моделювання бізнес-правил та бізнес-процесів на підприємствах // Моделювання та інформаційні системи в економіці: зб. наук. праць. – 2011. – № 84. – С. 110 – 127.
4. L. Maruster, A. J. Weijters, W. M. van der Aalst, and A. van den Bosch. Process Mining: Discovering Direct Successors in Process Logs. In Proceedings of the 5th International Conference on Discovery Science (Discovery Science 2002), volume 2534 of Lecture Notes in Artificial Intelligence, pages 364–373. Springer – Verlag, Berlin, 2002.

REFERENCES

- Huzhva, V. M. «Agentno-orientovane modeliuвання biznes-pravyl ta biznes-protsesiv na pidpriemstvakh» [Agent-oriented modeling of business rules and business processes in enterprises.]. Modeliuвання ta informatsiini systemy v ekonomitsi, no. 84 (2011): 110–127.
- Maruster, L. and others. «Process Mining: Discovering Direct Successors in Process Logs» In Proceedings of the 5th International Conference on Discovery Science (Discovery Science 2002). Berlin: Springer-Verlag, 2002. 364–373.
- Tsyypkin, Ya. Z. Adaptatsiia i obuchenie v avtomaticheskikh sistemakh [Adaptation and learning in automatic systems.]. Moscow: Nauka, 1968.
- Zagoruyko, N. G. Prikladnye metody analiza dannykh i znaniy [Applied methods of data analysis and knowledge.]. Novosibirsk: IM SO RAN, 1999.