

# КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

V. Pleskach, J. Rogushina

## **ELEMENTS OF ONTOLOGICAL ANALYSIS IN DIGITAL ECONOMY**

*Knowledge representation about subjects of economic activity in a form of organizational ontology is proposed. This approach simplifies fixing of contacts between these subjects or their program agents and provides the increase of efficiency of their activity.*

*Запропоновано подання знань про суб'єкти економічної діяльності у вигляді організаційних онтологій. Це спрощує встановлення контактів між цими суб'єктами або їх програмними агентами та забезпечує підвищення ефективності їх діяльності.*

© В.Л. Плескач, Ю.В. Рогушина,  
2007

УДК 681.3(031)

В.Л. ПЛЕСКАЧ, Ю.В. РОГУШИНА

## **ЕЛЕМЕНТИ ОНТОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ У ЦИФРОВІЙ ЕКОНОМІЦІ**

Глобалізація світової економіки спонукає до впровадження нових методів управління на основі інформаційно-інтелектуальних технологій. У зв'язку з цим виникає необхідність у потужних і гнучких інтелектуальних програмних системах, здатних безперервно здобувати нові знання, змінювати структуру і функції, розвиваючись та адаптуючись до нових завдань і умов зовнішнього середовища інформаційної економіки. За нашим розумінням, *інформаційна (цифрова) економіка* – напрямок економічної науки, що вивчає господарську діяльність у сфері інформаційних послуг, їх виробництва й обміну, де основними ресурсами є інформація та знання. Цей новий науково-практичний напрямок пов'язаний з дослідженням руху інформаційних потоків, поданих в електронній формі, в економічних системах різної складності. У закордонних дослідженнях цьому терміну відповідає поняття "digital economy".

Сучасний період у розвитку засобів комунікації, заснований на масовому застосуванні Інтернет-технологій, створює умови для формування нового виду економічного порядку, що у самому загальному вигляді одержав назву "*інформаційне суспільство*", а стосовно економічної сфери – "*мережева економіка*", "*мережеві форми організації діяльності*". Формування мережевої економіки пов'язано з розширенням застосуванням (глобалізацією) нового типу механізму управління в економіці.

**Постановка задачі.** Пропонується методика формалізації знань про такі суб'єкти економічної діяльності: підприємства, корпорації, галузі промисловості, державні установи тощо у вигляді *організаційних онтологій*. Це спрощує встановлення контактів між цими суб'єктами або їх представниками – програмними агентами, і призводить до підвищення ефективності їх діяльності.

**Інформаційні потоки в економічних системах.** *Інформаційні потоки* в економічних системах – це система зафіксованих наукових і технічних характеристик функціонування економічних об'єктів.

Існування теоретичних меж інформаційних взаємодій означає, що ймовірність збереження адекватності змісту інформаційного потоку залежить

від фізичної відстані між одержувачем та джерелом;

від середньої швидкості поширення інформації в єдиному інформаційному просторі системи;

від середньої швидкості зміни стану об'єктів системи.

Мережеві форми організації співпраці – суспільні відносини групи осіб (юридичних/фізичних), які займаються спільною економічною діяльністю та рівноправно взаємодіють між собою шляхом мережевих відносин.

Мережеві відносини – це відносини, моделлю яких є зв'язний неорієнтований граф (на відміну від ієрархічних відношень, моделлю яких є зв'язний ациклічний орієнтований граф). У моделі мережевих відносин допускаються цикли, тобто між двома вузлами мережі може існувати більше, ніж один можливий шлях. У мережевих організаціях може бути відсутній централізований орган управління.

Сучасні масові децентралізовані застосування Інтернет-технологій для встановлення і використання економічних зв'язків показали, що параметри географічного розташування агентів та економічних ресурсів (наприклад, "віддаленість" і "доступ до ресурсів") мають бути замінені параметрами їхнього підключення до мережі (мережевий доступ). Таким чином, витрати для подолання географічних просторів замінюються в мережевій економіці на витрати підключення до мережі і на організацію ефективного мережевого доступу. Так, віддалений доступ до ресурсів вимагає наявності в них дистанційних регуляторів для зміни їхнього стану через мережу (ця технологія одержала назву "віртуальна присутність"). Для агентів - наявність у мережі їх інформаційної моделі та існування однозначного відображення між цим образом і реальним агентом (основні види такої діяльності – "телеробота", "телеторгівля" і "телекооперація").

Створення прямих зв'язків між усіма учасниками економічної діяльності не вимагає компактного географічного розташування учасників, а тільки витрат ресурсів і часу на організацію інформаційних каналів та забезпечення взаєморозуміння *суб'єктів економічної діяльності* (СЕД). Множини СЕД взаємодіють за допомогою власних агентів (наприклад, програмних) – АСЕД.

**Програмні агенти та мультиагентні системи.** *Програмні агенти* (ПА) – інтелектуалізовані програмні системи, що базуються на знаннях. ПА характерні такі властивості: цілеспрямована поведінка, знання методів вирішення проблеми для певної предметної області (Про); автономна і проактивна діяльність від іме-

ні клієнта та здатність навчатися на досвіді спілкування з клієнтом або конкретною проблемою. Це визначення висуває на перший план соціальні аспекти взаємодії між користувачем і програмними агентами, наприклад, питання довіри. Назвемо програмний агент СЕД – АСЕД.

Взаємодія АСЕД з групами потенційних партнерів з економічної діяльності вимагає від них конструювання та підтримки набору власних інформаційних моделей, які відповідають стандартам певних інформаційно-економічних підпросторів взаємодії. АСЕД можуть підтримувати водночас кілька різних типів власних інформаційних моделей, які дозволяють їм брати участь у різних групових взаємодіях. Одним із шляхів вирішення подібних задач можна назвати застосування *мультиагентних систем* (МАС), що стрімко почали розвиватися в останнє десятиліття [2 – 4]. В МАС програмні агенти здатні інтероперабельно взаємодіяти з іншими ПА.

**Онтологічний аналіз.** Базовою тенденцією у створенні сучасних інтелектуальних систем є орієнтація на обробку знань. Один з наукових напрямків інженерії знань – *онтологічний аналіз* – метод, що забезпечує побудову онтологічних систем та їх використання для вирішення завдань, що стоять перед користувачем. Онтології забезпечують спільне розуміння термінології суб'єктами діяльності для того, щоб їх взаємодія була коректною, ефективною і призводила до очікуваних результатів. Онтології використовуються розробниками Web-застосувань як експліцитна специфікація інтелектуальних інформаційних систем, що спрощує процес передачі інформації й обміну знаннями [2].

Онтологічний аналіз зазвичай починається із складання словника термінів, який використовується при обговоренні та дослідженні характеристик об'єктів і процесів, складових про дану систему, а також створення системи точних визначень цих термінів. Крім того, документуються основні логічні взаємозв'язки між відповідними введеним термінам поняттями. Результатом цього аналізу є онтологія системи як сукупність словника термінів, точних їх визначень і взаємозв'язків між ними. База знань містить опис предметної області і представляє концептуальний рівень інформації в системі, необхідний для інтеграції джерел даних та організації змістовного пошуку в них.

Онтологічні системи можуть застосовуватися у системах електронного бізнесу для представлення знань про потреби та можливості користувачів, характеристики послуг тощо. Так, в електронній комерції, де основне завдання – це пошук покупцем товару або послуги, найбільш відповідного його потребі, а також продавця, здатного запропонувати необхідний йому товар на взаємовигідних умовах, онтології можуть використовуватися для подання знань про покупців та продавців.

За описом потреб користувача і описом товарів, представленими продавцями, треба здійснити їх зіставлення і знайти найбільш відповідні, подібно до запиту у пошукових системах Інтернету. При цьому доцільно враховувати не тільки явно представлені відомості, але й додаткові знання як про продавця, так і про покупця, а також про особливості та властивості товарів/послуг, якими вони хочуть обмінятися.

Один з підходів для здійснення торгової операції пов'язаний з використанням локальних онтологій програмними агентами покупців і продавців. Локальні онтології значно простіші глобальних, вони відображають переконання окремих суб'єктів електронного ринку (як індивідуальних, так і корпоративних). Онтологічне уявлення знань про суб'єктів електронної економічної діяльності, які входять до складу електронного ринку, дозволяє зіставити їх інформаційні ресурси і знайти відповідності між пропонованими товарами та послугами на семантичному рівні (наприклад, описи можуть бути представлені різними мовами, з використанням синонімії, узагальнення або уточнення) [3]. Покупець, склавши персоніфіковану онтологію відповідної предметної області, і за наявності торгових онтологій продавців, має можливість автоматично їх порівнюючи одержати найбільш відповідний тезаурус продавця і зробити найбільш оптимальний вибір.

**Інформаційно-економічний простір.** Основне завдання підприємств – учасників е-економіки полягає у розширенні власного *інформаційно-економічного простору* (ІЕП). Це – сукупність інформації в економічній системі, технологій її обробки, зберігання та використання, й обслуговуючих її інформаційних систем і телекомунікаційних мереж, що функціонують на основі єдиних принципів і за загальними правилами. Базис ІЕП складають ІР і засоби їх обробки та зберігання. Об'єднання ІЕП певної ПрО (наприклад, економічної галузі, країни, світу) утворює її єдиний інформаційний простір (ЄІП). ЄІП – це сукупність інформації, технологій її обробки, збереження та передачі, що функціонують на основі єдиних принципів і за спільними правилами для задоволення інформаційних потреб користувачів. Один із напрямків розширення ІЕП підприємств базується на створенні та використанні спільних онтологій. ІЕП, в якому функціонують розподілені суб'єкти економічної діяльності, має певну інформаційну проникність, що визначається рівнем розвитку засобів комунікацій та обміну інформацією, тобто інформація з точки А в точку Б простору доходить за певний час, тим більший, чим більша "відстань" між точками відповідно до топології ІЕП. Чим більший час поширення інформації, тим вища ймовірність її старіння через постійні зміни стану економічного простору в кожній його точці. Старіння інформаційних потоків у процесі поширення в економічному просторі знецінює інформаційний обмін між віддаленими точками.

*Структура взаємодії у віртуальному просторі.* У віртуальному просторі, що є базовим середовищем для функціонування мережевої економіки, взаємодії між АСЕД здійснюються в такий спосіб:

- через поширення по простору інформаційних потоків;
- у вигляді збору й обробки інформації, що надходить;
- через прямий інформаційний обмін між учасниками економіки.

Усі ці процеси здійснюються за допомогою ІКТ, що є технічними засобами взаємодій. Носіями взаємодій є інформаційні потоки, які поширюються в інформаційному середовищі економічної системи. Наявність спільної термінології може значно змінювати коефіцієнти інформаційної проникності середовища. Звичайно розподіл інформаційної проникності у просторі економічної системи

вважають однорідним. Однак саме онтологічний підхід робить ЕП неоднорідним, збільшуючи інформаційну проникність між АСЕД, що використовують спільні онтології. Зараз значні кроки в цьому напрямку зроблені у проекті Semantic Web, метою якого є перетворення Інтернет у єдину базу знань на основі існуючих ІКТ, використання онтологічного підходу до подання знань і міжнародних стандартів.

Онтологія – це певний опис погляду на світ у конкретній сфері інтересів, який складається з набору термінів і правил їх використання, що обмежує їх значення в рамках конкретної Про. Онтології дозволяють подати поняття так, що вони стають придатними для машинної обробки. Використання онтологій дозволяє перебороти проблему семантичної гетерогенності.

**Онтологія СЕД.** Онтологія СЕД складається з кількох типових онтологій (рис. 1). Вона умовно розділена на *онтологію макротехнології* та *організаційну онтологію підприємства*. Організаційна онтологія суб'єкта економічної діяльності містить загальні класи понять, що належать до його організаційно-функціональної структури: складові штатного розпису (працівники, адміністрація, обслуговуючий персонал), партнери, ресурси та відношення між ними).

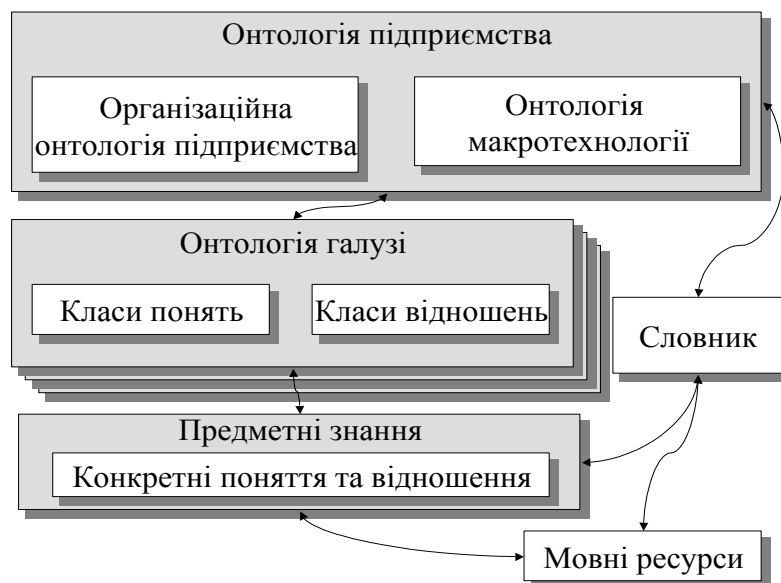


РИС. 1. Онтологічне подання знань суб'єкта економічної діяльності

*Організаційна онтологія СЕД* – інформаційна модель суб'єкта економічної діяльності, яку можуть використовувати інші СЕД у своїх ментальних моделях для планування взаємодії з цим СЕД. З появою ЄП світової економіки підприємства через Інтернет одержують нові можливості виходу на світовий ринок:

мінімальні витрати на розміщення комерційних пропозицій (у ряді випадків такі оголошення приймаються безкоштовно); глобальна поінформованість про ринкову кон'юнктуру; участь в електронному ринку.

Онтологія макротехнології містить поняття, що задають структуру для опису виробничого бізнес-процесу, такі як модулі, процеси – технологічні, фінансові, бізнесові, розклад роботи підприємства. Термінами онтології є такі об'єкти як ресурс, бізнес-процес, товар, обладнання та їх властивості. Онтологія галузі відображає загальні знання предметної області (ПрО) галузі, до якої належить суб'єкт економічної діяльності, такі як ієрархія класів понять, семантичні відношення між цими класами. Предметні знання – частина знань, що містить тільки конкретні поняття і відношення. Онтологія мови документів (словник) – це система мовних засобів, які використовуються для подання онтології ПрО.

Крім того, онтологія макротехнології дозволяє АСЕД прогнозувати, як та за який час може один ресурс бути перетворений в інший. Це дозволяє АСЕД визначити, на яких фазах виробничих бізнес-процесів (косорсинг та інсорсинг) можливо (і доцільно) об'єднувати бізнес-процеси свого СЕД з іншими.  $O(m, X, Y)$  – онтологія макротехнології  $m$ , що переводить ресурс  $X$  у продукт  $Y$ ;  $F(O(m, X, Y))$  – вартість здійснення макротехнології, що переводить ресурс  $X$  у продукт  $Y$ , яка визначається за її онтологією. Потрібно знайти послідовність макротехнологій  $m_1, \dots, m_n$ , таких, що

$$\sum_{i=1}^n F(O(m_i, X_i, Y_i)) = \min \quad \text{за умов, що } X \subset \bigcup_{i=1}^n X_i, Y \subset \bigcup_{i=1}^n Y_i,$$

тобто ланцюг перетворень, пов'язаний зі здійсненням макротехнологій (паралельно або послідовно) приведе до перетворення ресурсу  $X$  у продукт  $Y$ .

Якщо на ринку на дії АСЕД впливають цінові сигнали, а в ієрархічній організації – менеджер, то усі проблеми узгодження своєї діяльності мережні АСЕД вирішують через переговори, узгоджуючи персональні цілі та уявлення про шляхи їх досягнення. З розвитком ІКТ відбувається збільшення максимальних відстаней, за яких можливий інформаційний обмін мережевої, ієрархічної та ринкової форм організації співпраці. Але така модель не враховує семантику інформації, що передається. Тому важливим фактором розвитку інформаційної економіки є встановлення не тільки ЄІП, але й єдиного простору знань (ЄІЗ), тобто спільної онтології (рис. 2).

Група СЕД зі спільними економічними інтересами може сконструювати власний підпростір ІЕП для розширення інформаційних взаємодій, що задаються відповідними інституціональними структурами. Для цього СЕД використовують спільну базу знань, яка містить додаткові знання та правила щодо взаємодії між цими СЕД, спільну термінологію ПрО тощо. Джерелами таких знань може бути організаційна онтологія окремих СЕД або онтологія їх макротехнологій.

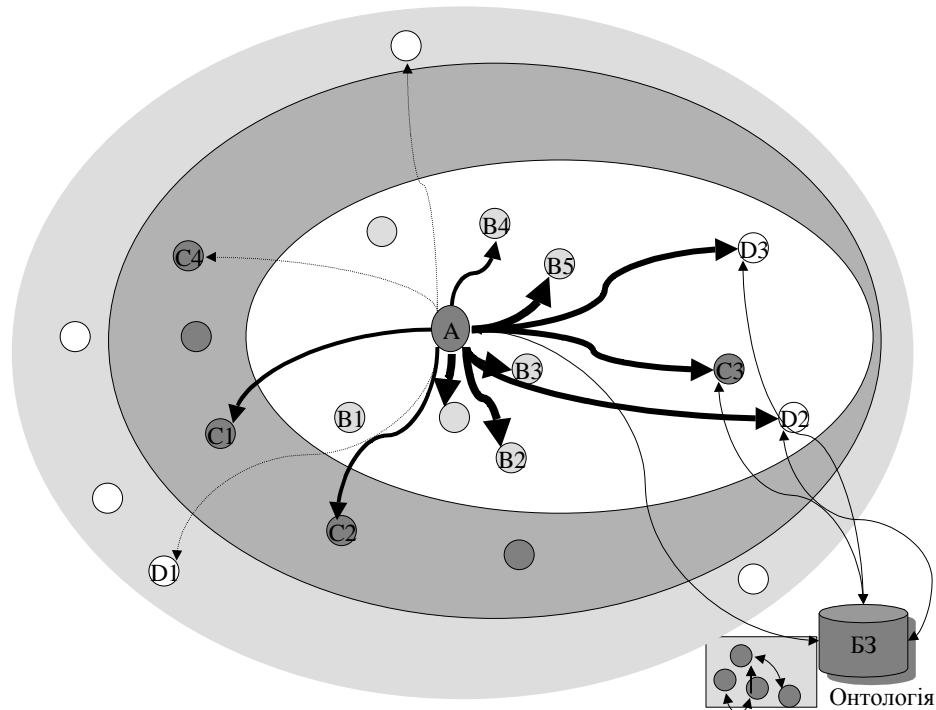


РИС. 2. Модель організації взаємодії між СЕД за наявності спільної онтології

**Етапи онтологічного аналізу підприємства:**

- Створення початкової організаційної онтології підприємства.
- Створення онтології ПрО, до якої належить економічна діяльність підприємства.

На цьому етапі розробляються одна або кілька онтологій, що відповідають різним сферам роботи підприємства. Кожен термін, що використовується в організаційній онтології (в класах ...), має бути пов'язаний з відповідним терміном онтології ПрО.

- Створення онтологій макротехнологій, що використовуються на підприємстві для виготовлення продукції.

Ці онтології мають базуватися на онтологіях ПрО й організаційній онтології підприємства та конкретизують їх відповідно до потреб певного виробничого процесу.

- Реалізація запитів до онтологій, які за ключовими словами дозволяють знаходити терміни, пов'язані з ними, різними типами відношень (ієрархії, синонімії, взаємодії тощо).

- Вичленення з документів, що поступають до системи електронного документообігу підприємства (ЕДО), слів, які мають використовуватися як ключові

(на основі синтаксичного розбору, статистичного аналізу, користувацьких словників тощо).

Онтологічний аналіз звичайно починається зі складання словника термінів, що використовується під час обговорення та дослідженні характеристик об'єктів і процесів, які складають розглянуту систему, а також створення системи точних визначень цих термінів. Крім того, документуються основні логічні взаємозв'язки між відповідними введеним термінам поняттями. Результатом цього аналізу є словник термінів, точних їхніх визначень взаємозв'язків між ними.

**Методологія побудови організаційної онтології.** Побудова організаційної онтології потребує вирішення таких важливих питань:

- позначення цілей і сфери застосування створюваної онтології;
- побудова онтології, що включає: 1) фіксування знань ПрО, тобто визначення основних понять та їхніх взаємозв'язків в обраній ПрО; створення точних несуперечливих визначень для кожного основного поняття і відношення; визначення термінів, що пов'язані з цими термінами та відношеннями; 2) кодування, тобто поділ сукупності основних термінів, використовуваних в онтології, на окремі класи понять; 3) вибір чи розробка спеціальної мови для подання онтології; 4) безпосереднє завдання фіксованої концептуалізації обраною мовою подання знань;
- спільне використання людьми чи програмними агентами загального розуміння структури інформації;
- забезпечення можливості використання знань ПрО;
- відділення знань ПрО від оперативних знань – це ще один варіант загального застосування онтологій;
- аналіз знань у ПрО.

Існує два основні напрями використання онтологій для підвищення ефективності функціонування СЕД. Перший підхід пов'язаний з порівнянням персональних онтологій СЕД і знаходженням тих, хто має схожий "погляд на світ" для встановлення ділових контактів. Другий напрям припускає, що різні СЕД використовують деяку загальну онтологію як загальну термінологічну базу для досягнення загального однакового розуміння деяких принципів ПрО. Така онтологія може формуватися ними спільно, надаватися із зовнішнього середовища або пропонуватися одним з СЕД (за згодою решти СЕД).

**Алгоритм використання загальної онтології СЕД для ефективного встановлення інформаційних зв'язків:**

1. Знайти безпосередню відповідність між пропозиціями і запитами послуг різних СЕД, що використовують загальну онтологію  $O$ .

2. Якщо не вдалося виконати п. 1, знайти терміни в описах,  $t_p \rightarrow o_p \subseteq T(O)$  та запитах послуг СЕД, які посилаються на одні й ті ж терміни загальної онтології ПрО, і встановити зв'язок між ними.

3. Якщо в описах і запитах послуг СЕД немає посилань на одні і ті ж терміни загальної онтології, то проаналізувати зв'язки між тими термінами спільної



онтології, на які вони посилаються:  $o_1 = O(o_p) \cap O(o_r) \subseteq T(O)$ . Якщо це зв'язки подібності або ієрархії, то встановити зв'язок між ними.

4. Якщо не вдалося знайти яку-небудь відповідність між СЕД, що використовують загальну онтологію, то необхідно звернутися до описів послуг СЕД, що посилаються на різні загальні онтології, але це вимагає значно складнішого аналізу для встановлення відповідностей між різними онтологіями і застосуваннями онтологій та тезаурусів вищого рівня.

**Висновки.** Використання знань дозволяє інтелектуалізувати встановлення зв'язків між суб'єктами економічної діяльності шляхом урахування різних моделей опису подібних об'єктів. Онтологічне подання знань про суб'єкта економічної діяльності, що входять до складу економічної системи, можна використовувати для об'єднання IP однієї області знань у ЄПП.

1. *Виттих В.А.* Согласованная инженерная деятельность. Состояние, проблемы, перспективы. // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1997. – № 1. – С. 6–14.
2. *Мошела Д.* Бизнес-перспективы информационных технологий: как заказчик определяет контуры технологического роста. – М.: МПБ "Деловая культура", 2004. – 252 с.
3. *Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
4. *Плескач В.Л., Рогушина Ю.В.* Агентні технології: Монографія. – К.: КНТЕУ, 2005. – 327 с.

Отримано 02.08.2007