

Ігор ТКАЧ

ОНТОЛОГІЧНА КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Розглянуто методологічні засади концептуалізації економічних систем на основі принципів онтологічного відображення реального світу. Запропоновано методiku онтологізації будь-якої економічної системи на мікро-, мезо- та макрорівнях, формування множини проблемних ситуацій та шляхів їх подолання, що, у свою чергу, є основою для подальшого проектування бази знань інтелектуальної системи.

Враховуючи сучасні тенденції розвитку економічної науки, перед економікою України стоїть безальтернативне стратегічне завдання трансформувати свою структуру та виробничі відносини таким чином, щоб вони відповідали засадам інформаційної економіки або економіки знань. До ключових ідей, що впливають на сучасні тенденції розвитку економічних систем, можна віднести керування знаннями, віртуальні підприємства, реінжиніринг, організаційне навчання, інновації в бізнес-процесах, комплексні системні додатки для бізнесу, системи з властивістю самоадаптації, електронну комерцію, інтернет/інтранет-стратегії, права інтелектуальної власності, технології аутсорсингу, інформаційні портали тощо.

Оскільки для сучасних економічних процесів характерна постійна зміна середовища, у якому працюють, адаптуються і виживають суспільства, організації, люди, то в умовах конкуренції ефективність господарської діяльності багато в чому визначається швидкістю і точністю реакції компанії на зміну зовнішнього середовища, а це вимагає застосування в менеджменті нових концепцій, технік та інструментарію. Отже, впровадження методів і систем керування знаннями сьогодні розглядається як могутня конкурентна перевага будь-якої економічної системи на всіх рівнях, що зорієнтована на постійну зміну та адаптацію бізнес-процесів. Тому важливим та *актуальним завданням* стає необхідність теоретично об'рунтовувати й розробляти моделі представлення знань, які забезпечували б автоматизовану обробку інформації на семантичному рівні в інтелектуалізованих системах керування знаннями.

Одним із найважливіших етапів розроблення інтелектуалізованих інформаційних систем в економіці, основою яких є бази знань, треба вважати створення концептуальної моделі предметної сфери, яка повинна відображати відповідну структуру знань цієї області. Сьогодні відомо чимало методологічних підходів, які забезпечують формалізоване представлення знань. Однією із найсучасніших та перспективних, яка увібрала в себе найкращі властивості попередніх підходів, можна назвати методологію онтологічного моделювання знань.

Поняття онтології має глибоке філософське під'рунтя та інтерпретується як наука про буття. Перше ґрунтовне онтологічне дослідження провів Аристотель,

виокремивши найважливіші категорії реального світу [1]. Але лише Е. Канту у праці "Критика чистого розуму" вдалося вивести онтологію на рівень сукупності наукових методів, альтернативних до емпіричного способу дослідження. При цьому онтологія як наука претендувала на повне пояснення причин усіх явищ.

Сьогодні під онтологією розуміють не лише метод відображення процесів навколишнього світу, а й структуру знань певної предметної області, яка ґрунтується на відповідних взаємозв'язках базових концептів. Онтологія забезпечує несуперечливе нагромадження будь-якої кількості інформації в стандартній структурі класифікації. Такий підхід гарантує однозначну ідентифікацію концептів незалежно від різних трактувань їхніх найменувань. Усе це визначає *актуальність даного дослідження*.

Попри відносно молодий вік онтологічної методології, її стрімкий розвиток призвів до *розроблення низки специфікацій побудови онтологій*: Ontolingua, CYC, OWL (Web Ontology Language), Prot'їгї. Проте сьогодні ще не сформований єдиний підхід до представлення знань на основі онтологій. Названі методології носять загальний характер і далеко не завжди підходять до створення онтологічних систем економічного спрямування. У той же час онтологічний підхід до концептуалізації економічних процесів залишився поза увагою дослідників, хоча він дає змогу вирішити низку важливих теоретичних та практичних завдань і проблем, які гостро стоять перед економічною наукою. Тому виникла необхідність сформулювати методологію створення онтологій шляхом концептуалізації економічних систем на основі базових категорій теоретичної економіки.

У даному дослідженні поставлено за мету сформулювати методологічні засади онтологічної концептуалізації економічних систем для створення баз знань та інтелектуальних засобів опрацювання даних.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити завдання класифікації підходів до створення онтологій, представити формальний опис онтологічної системи, розробити структуру метаонтології економічної системи та формалізувати процес побудови концептуальної моделі предметних онтологій.

Дослідження наявних на сьогодні підходів до розроблення онтологій дозволило виокремити два основних напрями: лінгвістичний та об'єктно-орієнтований. У першому випадку основу онтології складають терміни предметної області та їх інтерпретація, а в центрі онтологій, що побудовані за другим напрямом, стоять класи, які описують сутності предметної області.

Лінгвістичний підхід спрямований на подолання проблеми можливого використання різної термінології, що може призвести до конфліктів і неоднозначності при їхньому інтегруванні. Найбільшого поширення він набув при створенні Web-онтологій для семантичної інтерпретації понятійної системи [2, 287]. Варто зазначити, що при такому підході поняття онтології сильно перетинається з уже давно прийнятим в інформатиці і лінгвістиці поняттям тезаурусу.

Переважає більшість наукової літератури, де автори торкаються проблем онтологічної методології, присвячена, в першу чергу, саме лінгвістичному напрямку побудови онтологій, тоді як об'єктно-орієнтований на сьогодні часто залишається поза увагою науковців. Тому ми поставили перед собою завдання розробити

методологічні засади створення онтологій саме на основі об'єктно-орієнтованої концепції.

Об'єктно-орієнтований підхід до побудови онтологій оперує, насамперед, сутностями відповідної предметної сфери, які об'єднуються у класи у вигляді таксономічної структури. Таким чином, цей напрям доцільно використовувати для моделювання знань економічної системи як на мікрорівні, тобто рівні підприємства чи організації, так і для відображення окремих процесів макроекономічних систем. Онтологія підприємства містить класи понять із заданими на них семантичними відношеннями. Вона складається з набору технологічних онтологій і організаційної онтології, що відбиває організаційно-функціональну структуру підприємства: склад штатного розкладу (працівники, адміністрація, що обслуговує персонал), партнери, ресурси і т.п. та відношення між ними. Онтології технологій містять поняття, що описують виробничі процеси. Загальні знання сфери, до якої відносяться суб'єкти економічної діяльності, відображає онтологія галузі. Організаційна онтологія чітко відбиває взаємну ієрархію і зв'язки між підрозділами підприємства, а також сфери їхньої компетенції.

Проте створення онтологій економічних систем повинно ґрунтуватися, насамперед, на метаонтології, яка відображає не безпосередньо сутності предметної області, а базові категорії економічної теорії. Відома онтологія СҮС містить усі загальні поняття навколишнього світу (представлено 10 концептів і 105 аксіом), що можуть використовувати різні програмні засоби. Однак така онтологія не завжди прийнятна для побудови онтологічних систем економічного характеру. Тому нами була розроблена метаонтологія для концептуалізації економічних систем усіх рівнів, яка відображає структуру і співвідношення базових категорій економічної теорії.

Формальну модель онтологічної системи можна представити у вигляді впорядкованої трійки:

$$O = \langle M, P, F \rangle, \quad (1)$$

де: M – метаонтологія економічної системи;

P – множина предметних онтологій;

F – модель механізму виводу, яка задана на множині сутностей предметної онтології P .

Метаонтологія економічної системи, що представлена на рис. 1, необхідна для концептуалізації економічної системи та забезпечення однозначної ідентифікації і класифікації об'єктів у ній на мікро-, мезо- та макрорівнях.

Кожен елемент метаонтології має свою концептуальну структуру та розгортається на наступному рівні у модель предметної онтології, яка містить розгалужені взаємозв'язки окремих сутностей.

Категорія „засоби праці” є центральною ланкою метаонтології і представляє собою відповідні продуктивні сили. Зокрема, на мікрорівні, як засіб праці, виступає виробнича чи торгівельна система, яка має свою концептуальну структуру: система управління, система комунікацій, технологія та виконавці.

Предметами праці, зазвичай, вважають об'єкти, до яких прикладають засоби праці. Проте, оскільки онтологічна парадигма передбачає відображення реального світу не на рівні процесів, а на рівні категорій та сутностей, то в структурі розробленої нами концептуальної метаонтології економічної системи як предмети праці ми

розглядаємо множину кінцевих продуктів та послуг, до яких вже застосували дію засобів праці. Хоча й визнаємо, що такий прийом має дискусійний характер.

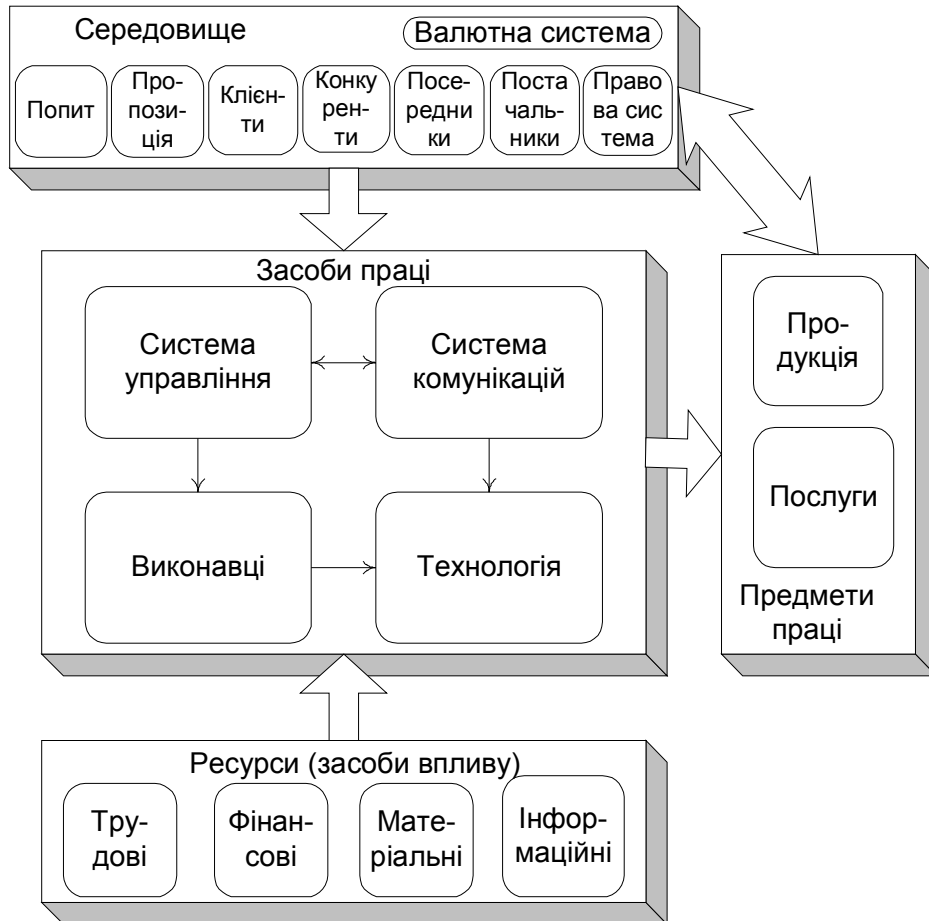


Рис. 1. Структура концептуальної метаонтології економічної системи

Категорія „середовище” відображає базові концепти ринкового середовища: попит, пропозиція, посередники, конкуренти, постачальники, покупці, законодавчо-нормативне забезпечення тощо. Тут варто зазначити, що хоча з першого погляду такі парні поняття як “попит-покупець”, “пропозиція-конкуренти” носять синонімічний характер, проте вони мають різну семантичну структуру, тому для створення адекватної бази знань доцільно виокремити кожен із цих парних концептів як самостійний елемент онтології.

Функціонування кожної виробничо-господарської системи забезпечують ресурси чотирьох видів: фінансові, трудові, матеріальні та інформаційні. Ця складова у структурі метаонтології відіграє особливу роль, оскільки саме ресурси у їх різноманітному поєднанні ми вважаємо єдиними засобами впливу для подолання будь-якої проблемної ситуації. Тому модель механізму виводу F , яка задана на

множині сутностей предметної онтології P , або, іншими словами, механізм подолання проблемних ситуацій та досягнення потрібного ефекту ґрунтується на почерговому застосуванні у різній їх взаємодії усіх заздалегідь визначених засобів впливу, якими переважно і виступають різні види ресурсів.

На основі концептуальної моделі метаонтології економічної системи в межах конкретної предметної сфери будують предметну онтологію, яка являє собою сукупність взаємопов'язаних сутностей, відношень між ними та множини проблемних ситуацій, визначених на кожному відношенні.

Формальну модель предметної онтології представимо у вигляді впорядкованої трійки скінчених множин:

$$P = \langle K, R, X \rangle, \quad (2)$$

де: K – концепти предметної сфери, які є базовими елементами предметної онтології P ;

R – відношення між концептами заданої проблемної сфери;

X – множина X -факторів, яка задана на концептах та відношеннях онтології P .

Загальна множина концептів K складається із двох підмножин: K^0 , що містить базові сутності предметної сфери та K^1 , що містить похідні класи об'єктів.

Загальну множину відношень R необхідно поділити на групи за такими видами відношень: ціле-частина, причина-наслідок, відоме-невідоме, головне-другорядне, суб'єкт-об'єкт впливу, різновид, член, аналогічне.

На основі множини відношень між концептами R та множини базових концептів предметної області K^0 вибудовують архітектуру предметної онтології. До кожного базового елемента множини K^0 почергово застосовують різні види відношень.

Множину X -факторів задають на концептах та відношеннях онтології P , тобто на кожному елементі множин K і R . Група відповідних взаємопов'язаних X -факторів утворює проблемну ситуацію. X -факторами ми назвали множину проблемних місць, які можуть виникнути в процесі функціонування економічної системи. Вони зазвичай відображають конфлікт інтересів між окремими елементами (класами) онтології економічної системи. Наприклад, коли обсяг чи якість продукту (товару, послуги) підприємства не співпадає з попитом у даному сегменті ринкового середовища, то виникає конфліктна ситуація, яку можна охарактеризувати падінням обсягів збуту цього продукту. X -фактори можуть виникнути на будь-яких зв'язках класів (відношеннях між ними) і всередині класів.

Таким чином, після формування множини X -факторів можна сформулювати повну множину проблемних ситуацій заданої предметної області.

Як приклад, на рис. 2 наведений фрагмент предметної онтології, яка відображає сферу організації роботи таксопарку у взаємодії з диспетчером.

Наведена на рис. 2 проблемна ситуація 1 (відмова пасажирів від вже зробленого замовлення, чи водія від виконання замовлення) складається із трьох X -факторів: X_2 -фактор пов'язаний із характеристиками об'єкта "Водій", X_3 -фактор викликаний особливостями самого замовлення, X_1 -фактор охоплює приховані чинники взаємодії вказаних сутностей.

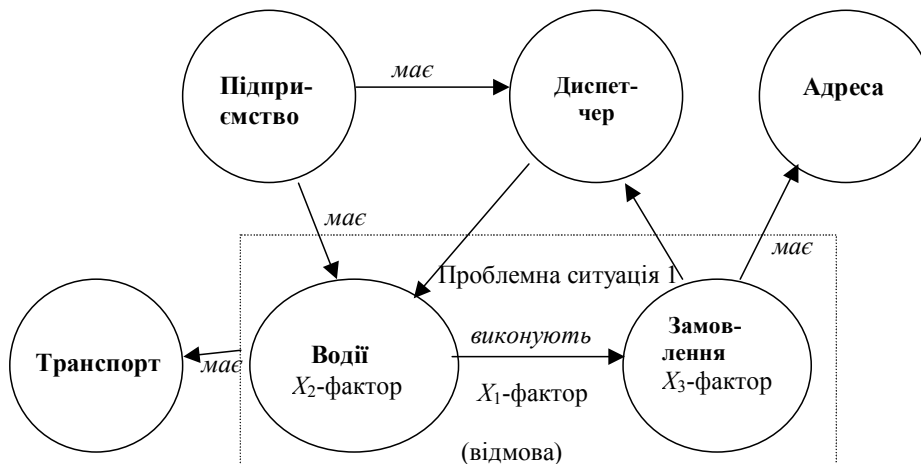


Рис. 2. Фрагмент предметної онтології, яка відображає сферу організації роботи таксопарку у взаємодії з диспетчером

Однією із вагомих переваг розробленої нами методики побудови третьої складової метаонтологічної системи, а саме – моделі механізму виводу F , полягає в тому, що вона передбачає використання двох протилежних підходів: індуктивного та дедуктивного.

У першому випадку проводиться аналіз фактів, нагромаджених у базі даних інтелектуалізованої системи, і встановлюється залежність виникнення кожного X -фактора від інших характеристик і властивостей сутностей предметної сфери. Такий підхід дозволяє виявити навіть неявні, приховані чинники, що призводять до виникнення тієї чи іншої проблемної ситуації.

У другому випадку для подолання визначених X -факторів формується множина гіпотез шляхом комбінування встановлених заздалегідь засобів впливу. Такий підхід дає змогу побудувати експертну систему, яка працює генератором ідей для вирішення нестандартних управлінських задач.

У цій статті ми ставили за мету сформулювати базові методологічні засади онтологічної концептуалізації економічних систем, тому детально не описували усі процедури створення баз знань та інтелектуальних засобів опрацювання даних.

На основі запропонованого підходу нами розроблена цілісна методика проектування бази знань економічної експертної системи, яка успішно впроваджена у навчальний процес і на даний момент проходить додаткову апробацію.

Кожен етап проектування бази знань вимагає детальнішого опису процедур, а також уточнення методів і поглиблення методичного підґрунтя, що може стати предметом подальших наукових досліджень.

Література

1. Аристотель. Категории / Сочинения: В 4-х т. Т.3 – пер. с древнегреч.; Общ. ред. А. И. Доватура. – М.: Мысль, 1983. – 830 с.
2. Базы знаний интеллектуальных систем / Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.

Редакція отримала матеріал 25 вересня 2007 р.