

УДК 519.863

<sup>1</sup>Чаплінський Ю.П., канд. техн. наук  
<sup>2</sup>Субботіна О.В.

## ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В БАГАТОРІВНЕВИХ СИСТЕМАХ ЗА ДОПОМОГИ ОНТОЛОГІЇ

<sup>1</sup>Інститут комп'ютерних технологій

Національного авіаційного університету

<sup>2</sup>Інститут кібернетики ім.В.М.Глушкова НАН України

*Показана актуальність використання онтологічного підходу до опису прийняття рішень в багаторівневих системах. Описані особливості багаторівневих систем. Розглянуті основні особливості онтології опису багаторівневої системи та її функціонування. Представлені основні класи та об'єкти онтології опису багаторівневої системи*

### **Вступ**

Перехід до нових форм управління різними суб'єктами економічної і соціальної діяльності в умовах розвитку ринкових відносин, викликають великі зміни в якості і методах управління і, як наслідок, вимушує приділяти велику увагу питанням розробки і впровадження нових методологій і технологій планування і управління різного роду організаційними системами. При цьому підтримка прийняття рішень в багаторівневих системах здійснюється в обстановці швидкого розвитку ситуації, що спричиняє за собою часту зміну подій. Сьогодні така система розглядається як цілісна система, що представляється у вигляді сукупності автономних підсистем які володіють своїми локальними цілями функціонування і розташовані на різних рівнях управління відповідно до організаційно-управлінської структури.

З іншого боку, розвиток глобалізації економічних стосунків і нових способів виробництва, що будуються на широкому використанні інформаційних технологій, включаючи глобальну мережу Інтернет, а також інтенсивне становлення інформаційного суспільства, яке реалізується на тотальному використанні та електронному обміні інформацією, викликають гостру потребу в нових методологічних підходах до організації ефективної взаємодії, що адекватні сьогоденним реаліям життя.

При цьому задачі багаторівневої системи зазвичай не залишаються постійними, а міняються залежно від внутрішніх та зовнішніх чинників, а ці зміни наводять до зміни організаційної структури, зміни в принципів та методологій управління і т.д.

Закономірним наслідком того, що відбуваються зміни є використання знанне-орієнтованих технологій. Використання знанне-орієнтованих технологій є однією з основних концепцій та засобів управління, що впливають на сучасні тенденції розвитку бізнесу. На загальну думку, такі технології в плануванні та управлінні найближчим часом стане пропуском в лідери для будь-якої компанії.

### **Постановка задачі**

Метою статті є структуроване представлення багаторівневих систем, їх складових частин та їх взаємодії за допомоги знань, а саме онтологій. Таке онтологічне представлення є базою для створення баз знань з підтримки прийняття рішень в різних галузях і в подальшому технологій розв'язання задач в відповідних інтелектуальних системах прийняття рішень.

Під багаторівневою системою будемо розуміти організацію будь-якої виробничої або адміністративної спрямованості, що складається з сукупності взаємодіючих складових частин, кожна з яких, у свою чергу, може мати власні частини, що функціонують як єдине ціле [1]. При-

кладом такої системи може бути корпоративна система.

Вимоги до функціонування різних систем управління визначають їх розгляд як деяке, певним чином організоване сімейство взаємозв'язаних підсистем. Структура взаємодії підсистем, що входять до складу таких систем в більшості випадків є ієрархічною. Таке формування структури обумовлено необхідністю щонайкраще розподіляти весь комплекс вирішуваних тут завдань управління так, щоб задовольнити умовам тієї, що їх фізичної реалізується на основі мінімізації об'єму системою інформації, що переробляється. Це приводить до необхідності розгляду в єдності методи централізованого і децентралізованого управління системою.

Відзначимо основні риси багаторівневих систем:

- розділення корпоративної системи на складові частини підсистеми відповідно до різних сторін діяльності;

- наявність пріоритету в прийнятті рішень між окремими підсистемами, що входять до складу багаторівневої системи відповідно до їх діапазонів відповідальності та компетентності;

- підсистеми з явно вираженими локальними властивостями розташовуються по рівнях ієрархії відповідно до пріоритету рішень, що приймаються ними, причому підсистеми одного рівня по відношенню один з одним володіють однаковим пріоритетом у виборі рішень;

- кожна з підсистем, окрім підсистем першого рівня, вирішує два завдання: завдання самоврядності по виконанню своєї функціональної діяльності і завдання координації підлеглими їй підсистемами нижнього рівня по своїх локальних критеріях оптимальності;

- зв'язок підсистем нижнього рівня з підсистемами верхніх по відношенню до ним рівня здійснюється шляхом передачі заздалегідь узагальненої (агрегованою) інформації про стан цих підсистем;

- зв'язок з підсистемами верхніх рівнів з підлеглими ним підсистемами

нижнього рівня здійснюється через управляючі дії, що видаються від підсистем верхніх рівнів;

- зв'язок між підсистемами одного рівня здійснюється безпосередньо через вихідні змінні, які впливають на їх функціонування;

- моделі завдань координації в кожній з підсистем, окрім підсистем першого рівня, будуються за узагальненою інформацією про поведінку всієї сукупності підлеглих їй систем нижніх рівнів;

- розв'язання задач самоврядності в кожній з підсистем формує параметри завдань координації;

- існування тактів у вирішенні завдань самоврядності і координації в кожній з підсистем і пов'язаних з цим тактом видачі як узагальненої інформації, так і управляючих дій;

- періоди розв'язання задач в підсистемах верхніх рівнів триваліші, ніж для нижніх;

- підсистеми нижніх рівнів між двома сусідніми тактами рішення задачі координації в керованій ними підсистемі верхнього рівня володіють правом самостійного прийняття рішень при заданому з верхнього рівня керівником дії;

- на кожну підсистему діють як локальні зовнішні збурення, так і внутрішні, пов'язані із зміною узагальненої інформації нижніх рівнів.

Між рівнями існують певні зв'язки, які в загальному вигляді можна розділити на:

- зв'язки між елементами ієрархічної структури визначають взаємодії суб'єктів управління;

- зв'язки сверху – вниз є діями, що управляють, які підрозділяються на нормативні і поточні;

- зв'язки знизу-вгору і паралельні, тобто між елементами одного рівня – інформаційними або функціональними діями, які у свою чергу підрозділяються на консультативних, рекомендаційних, контролюючих і відкидаючих.

При цьому децентралізація управління означає:

– передачу розпорядливого права, пов'язаного з виробленням управлінських рішень у відповідній сфері діяльності зверху вниз по ієрархічних сходах;

– чітке розмежування діапазонів відповідальності, що пов'язане з прийняттям відповідним співробітником багаторівневої системи зобов'язань з виконання наявних завдань в області конкретної функціональної діяльності і відповідальності;

– чіткі цілі багаторівневої системи і визначення з них цілей і завдань для всіх структурних підрозділів і окремих робочих місць;

– чітке розмежування повноважень між структурними підрозділами і їх співробітниками, пов'язаних з правом використання ресурсів багаторівневої системи і напряму зусиль деяких його співробітників на виконання певних завдань у сфері своєї діяльності.

З точки зору прийняття рішень будемо аналогічно розглядати процес прийняття рішень в системах з багаторівневим розв'язанням задач прийняття рішень, в яких немає явного поділу на підсистеми, наприклад фермерське господарство.

При цьому процес прийняття рішень будемо розглядати як послідовність етапів, кожен з яких включає наступні елементи:

а) визначення рішень локальних задач з врахуванням результатів, отриманих на попередніх етапах;

б) узгодження рішень зв'язаних локальних задач.

Таким чином, сам процес прийняття рішень можна представити у вигляді багаторівневої ієрархічної системи, що складається з сукупності функціональних задач, що знаходяться на різних рівнях ієрархії і відповідають за певну функцію або діяльність та пов'язані відповідною логічною структурою. Для опису функціонування багаторівневої системи та відповідного процесу прийняття рішень бу-

демо використовувати онтологію [2], як засіб явного представлення загального розуміння діяльності багаторівневої системи.

Для реалізації онтології можливо використання низки програмних засобів[3].

Побудова онтології буде реалізовуватися на представленні багаторівневої системи та прийняття рішення в ній через модель деякого контексту. Контекстом є будь-яка інформація, яка може бути використана, аби характеризує відповідну проблемну область [4]. При цьому будемо розглядати представлення на абстрактному і прикладному рівнях.

Абстрактний контекст є онтологічною моделлю багаторівневої системи, побудованої на підставі інтеграції знань прикладних проблемних областей, що розглядаються при функціонуванні системи. Прикладний контекст є конкретизацію абстрактного контексту для реальних умов.

В даній статті будемо розглядати тільки абстрактний контекст.

Для опису багаторівневої системи, її підсистем, їх взаємодії з точки зору прийняття рішень через онтології та не уточнюючи засоби і мови опису онтологій необхідно, щоб такі онтології мали слідуєчі властивості:

– *описовий*: Онтології повинні описати структури, процеси, задачи, методи та моделі. При цьому вони мають внутрішню повноту і логічну несуперечність;

– *нормативність*: При прийняття рішень повинні застосуватися знання про розвиток процесів і структур як засіб знаходження та реалізації ефективних та раціональних рішень;

– *доступність і багаторазовість використання*: Оскільки рішення, для яких розробляються моделі, є складними, важливо, щоб онтологія була доступною і здатною повторного використання як в системі, так і між структурними одиницями;

– *формальний*. Для ефективного розв'язання задачі прийняття рішень онтології потрібно представити на стандартній формальній мові, якою є мова *OWL*. Таке представлення в подальшому може давати можливість автоматичного або автоматизованого використання онтологій для розподіленого або повторного використання. Тобто описи об'єктивних елементів дійсності даються в єдиних, строго визначених зразках (термінах, моделях і ін.) та використовують обмежену кількість базових термінів (сутностей), на основі яких конструюються всі останні поняття.

Виконання першої властивості дає можливість фахівцям, що вивчають питання прийняття рішень, сформулювати і використовувати загальний понятійний апарат. При цьому формалізація дозволяє уникнути багатозначності понять, оптимізувати комунікації між всіма зацікавленими сторонами.

Для онтологій характерні дві особливості: вони можуть бути множинними (складеними), в яких розрізняються представлення контексту одного і того ж поняття, а можуть ідентифікувати абстрактні рівні онтологій (бути рівнем вище інших онтологій), що дає можливість ідентифікувати декілька рівнів абстракції, на кожному з яких можуть бути визначені онтології.

Дотримання другому принципу дає можливість використовувати мінімальний необхідний набір базових категорій, виключити близькі по сенсу, синонімічні поняття, при цьому повинна бути збережена відкритість для поповнення новими поняттями.

При розгляді онтологій такого типу кожен з класів розглядається через:

- стратегічний рівень;
- рівень бізнес-моделей;
- рівень процесів;
- прикладний рівень.

В даній роботі онтологія розглядається як онтологія рівня предметної області та первинний фонд, аби досягти дійсного представлення багаторівневої систе-

ми. В даний час є багато проектів і ініціатив з метою, аби розвивати онтологію для задач конкретної системи але вони стосуються конкретних систем, та їх важко використовувати.

Для специфікації об'єктів реального світу в онтології вказується множина класів, об'єктів, що входять до цих класів, атрибутів цих об'єктів і стосунки, що існують між об'єктами, які специфікуються.

Розглядаючи особливості функціонування багаторівневої системи ми можемо ідентифікувати наступні первинні області інтересу або класи розгляду:

**Організація:** Працівники в багаторівневих системах пов'язані внутрішньою структурою системи, наприклад ролі, що виконуються ними, та їхніми повноваженнями і обов'язками. До цього класу відносимо такі об'єкти, насамперед, роль, посада, корпорація, структурна одиниця, співпраця, повноваження, навик.

Таким чином, наприклад, ми можемо відповісти на такі питання

1. Хто є працівниками {організація, розподіл обов'язків, структурна одиниця }?

2. Які працівники виконують відповідну роль?

3. Яку роль виконує специфічний працівник?

4. Яку роль відіграє конкретна посада?

5. Які навик, здібності або досвід потрібні для конкретної ролі?

6. Які навик, здібності або досвід потрібні для конкретної посади?

7. Кому підпорядковується відповідний працівник або структурна одиниця?

8. З ким пов'язан відповідний працівник або підрозділ?

**Стратегія:** Цей клас містить структуровані і взаємозв'язані відомості про місію, стратегії і цілі підприємства. показниках їх досягнення і тому подібне. Вибрані стратегії надалі визначають наповнення основних класифікаторів (продукти, функції, ресурси, процеси), використовуваних при побудові інших компонент моделі підприємства. Дана модель вклю-

чає також опис зовнішнього середовища – макро і мікрооточення багаторівневої системи. До цього класу відносимо такі основні об'єкти, насамперед, місія, мета, завдання, бачення, рішення, припущення, чинник, фактор, ризик.

**Управління.** До цього класу відносимо такі об'єкти, насамперед, діяльність, специфікація діяльності, функціональна задача, процес, бізнес-процес, вхідні умови, вихідні умови, ефект, результат, виконавець, подія, дія, обмеження, метод, модель.

Представлення об'єкту у вигляді «чистого» (тобто незалежного від інших категорій) процесу є першим і засадничим кроком в дослідженні і проектуванні будь-яких складних систем. Фактично саме відповідно до кордонів даних процесів задаються кордони системи, визначається і фіксується її цілісність. На простір процесу крім того впливають обмеження, викликані по встановлених законних, регулярних, або директорських правилах. З моделями процесу ми пов'язуємо явні специфікації процесів, які можуть бути абстрактними визначеннями або конкретними специфікаціями; вони, можуть виражатися в декларативному або процедурному стилі. Подія – це факт вступу ресурсу, активізуючий виконання процесу. Залежно від параметрів події можуть реалізовуватися в різні сценарії виконання процесу.

Тобто, процес управління трактується як стаціонарний циклічний процес, а також певна угода про правила взаємодії елементів системи.

Клас нам дає відповіді на такі питання:

1. Який є набором дій, що визначають конкретний процес?

2. Що є вхідними умовами, припущеннями і ефектами конкретного процесу?

3. Як реалізується виконання дій в конкретному процесі?

4. Якщо процес включає процедурну специфікацію, то як реалізується це виконання (шаблони, методології і т.д.)?

5. Якщо процес включає процедурну специфікацію, то які структурні одиниці, посади, ролі будуть задіяні?

Таким чином, ми будемо організаційну модель системи – що містить опис організації діяльності на структурному, функціональному і процесному рівнях розгляду.

**Ресурси, продукти.** Ресурс, розподіл ресурсів, заміна ресурсу, продукт. Ресурсами будемо вважати будь-які об'єкти, що підлягають трансформації в ході виконання процесу. Під продуктом розуміється результат виконання процесу. Продукт одного процесу, як правило, є ресурсом для виконання іншого процесу.

Розрізняють матеріально-технічні, трудові, фінансові і інформаційні види ресурсів. Ми можемо отримати відповіді на питання:

1. Які ресурси є в розпорядженні?

2. Які ресурси потрібні?

3. Що є продуктом?

**Час.** Даний клас описує часові вимоги, щодо реалізації процесу прийняття рішень, тобто час на прийняття рішень, часу активізації, часу виконання тощо, До цього класу відносимо такі основні об'єкти: термін, інтервал часу, момент часу, контрольна точка.

Дуже важливим при побудові онтології є встановлення інтеграційних зв'язків між об'єктами, тобто «прив'язкою» елементів класів. Наприклад, по суті визначивши «як це відбувається», треба визначити «хто це робить». Ми зможемо отримати укрупнену інформацію про роль структурних одиниць в управлінні, їх надмірності, дублюванні, недостатності або невизначеності.

Такими стосунками можуть бути стосунки ієрархії. Ці стосунки діляться на три підвиди: 1) рід – вид; 2) признак – значення ознаки; 3) інваріант – варіант.

Наступним видом стосунків є стосунки агрегації і виділяють чотири підвиди: ціле - частина (компонента); об'єкт – простір реалізації об'єкту; об'єкт – властивості/признак; рівень - одиниця рівня.

Необхідно використовувати функціональні стосунки. Відношення, що реалізують зв'язаність та виконання, мають аргументи: суб'єкт; інструмент або спосіб/метод/алгоритм виконання; початковий об'єкт або вихідні дані; кінцевий об'єкт або результат; подія, що активізує.

Важливим є відношення взаємодії. Така взаємодія може реалізовуватися через відношення прямого підпорядкування; інформаційного обміну; функціонального підпорядкування; функціонального узгодження і координації.

Важливе місце займають стосунки виконання, які дозволяють більш ефективно та якісно реалізувати процес прийняття рішень та отримати більш якісний результат. До таких стосунків будемо відносити стосунки заміщення при виконанні, стосунки сумісного виконання та стосунки заперечення виконання між відповідними об'єктами.

В рамках такого представлення прийняття рішень в багаторівневих системах можливо ідентифікувати задачу прийняття рішень; визначити взаємодії між задачами та відповідними методами, моделями на підставі відповідних стосунків; визначити всі можливі випадки активізації даної задачі як для локальних ситуацій прийняття рішення, так і для розподіленого прийняття рішень; визначити можливі схеми реалізації даної задачі в відповідній предметній області; визначити множини даних, на яких реалізується дана задача і які описують результат розв'язання задачі.

### **Висновки**

Запропонований підхід до опису прийняття рішень в багаторівневих системах може бути покладений в основу реалізації проектів з створення інтелектуальних систем прийняття рішень. Використання онтології дає можливість внести до організації процесу прийняття рішень в багаторівневих системах ряд важливих властивостей, що перш за все дає можливість перейти до безперервного аналізу ситуацій і плануванні дій, забезпечує проведення корегу-

вань процесу прийняття рішень без порушення технологічної цілісності і взаємопов'язаності.

Використання такої онтології дозволяє створити прикладні інформаційні технології підтримки прийняття рішення, які відповідають *SMART*-критеріям: тобто є конкретними, вимірними, погодженими, реалістичними, чітко прив'язаними до часу (*SMART* – по першим буквах відповідних англійських слів).

Даний розгляд було покладено в основу розробки методології створення онтологій процесів прийняття рішень в рамках Українсько – Індійського проекту “Інтернет-орієнтована інтегрована система підтримки прийняття рішень фермера-ми”.

### **Список літератури**

1. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 286 с.

2. Guriano N. Understanding, Building, and Using Ontologies / A Commentary to “Using Explicit Ontologies in KBS Development” // International Journal of Human and Computer Studies. – 1997. – V. 46. – № 2/3. – P. 293–310.

3. Гладун А.Я., Рогушина Ю.В. Онтології в корпоративних системах, Часть II // Корпоративные системы №1 / 2006 //URL: <http://www.management.com.ua/ims/ims116.html>.

4. Dey A.K., Salber D., Abowd G.D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications // Context-Aware Computing. – A Special Triple Issue of Human-Computer Interaction / T.P. Moran, P. Dourish (eds.). – Lawrence-Erlbaum, 2001. – Vol. 16. – P. 97–166.