УДК 005:004.823

В.Б. Задоров

Київський національний університет будівництва і архітектури

ДО ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ ДЕЯКИХ ЗАГАЛЬНОСИСТЕМНИХ ПОНЯТЬ З МЕТОЮ ІНТЕГРАЦІЇ ОНТОЛОГІЙ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Запропоновано переосмислення деяких загальносистемних понять з метою їх використання під час створення онтології такої специфічної предметної області інформатики, як технологія системного аналізу і проектування комп'ютерних інформаційних систем на ранніх етапах розробки попереднього системного проекту майбутньої ІТ, тобто на етапі розробки вимог до ІТ та управління ними.

Ключові слова: організаційні антропогенні системи (ОАГС), онтології інформатики (система понять), технологія системного аналізу та синтезу КІС (ТСАС КІС), предметна область (ПО); комп'ютерні інформаційні системи (КІС); онтології предметних областей; вимоги до створення КІС; попередній системний проект КІС; системний проект КІС, що уточнюється та розвивається разом з розвитком підприємства

Постановка проблеми

Прискорення розвитку інтелектуальних інформаційних систем висуває вимоги до формалізації представлення і розробки вже не тільки знань у вигляді правил обробки інформації, але й систем понять (онтологій) предметних областей, на яких ці знання базуються.

Поняття онтології в інформатиці трактується як спроба всеосяжної і детальної формалізації деякої області знань за допомогою концептуальної схеми, тобто на концептуальному рівні [2,5,14,16]. Звичайно така схема складається у вигляді довідкової моделі понять предметної області (ROM) [19], що містить всі релевантні класи об'єктів, їхні зв'язки і правила (теореми, обмеження), які прийняті в цій предметній області.

Хоча термін «онтологія» є первинно філософським, в інформатиці він набув самостійного значення. Тут існують дві суттєвих відмінності:

- онтологія в інформатиці повинна мати формат, який комп'ютер зможе легко обробити;
- інформаційні онтології створюються завжди з конкретними цілями конкретних предметних областей; при цьому важливо забезпечити вирішення задач у цих предметних областях, тобто вони оцінюються більш з точки зору застосовності ніж повноти опису.

Саме тому в інформатиці розглядаються, як правило, одні і ті ж елементи онтологій. Сучасні онтології в інформатиці будуються частіше за всього однаково, незалежно від мови опису. Звичайно вони складаються з *екземплярів, понять і відношень.*

Екземпляри (або індивіди (англ. — це основні, нижньорівневі компоненти онтології. Екземпляри можуть представляти собою як фізичні об'єкти (люди, дома, ресурси), так і абстрактні (числа, слова). Строго кажучи, онтологія може обходитися й без конкретних об'єктів. Однак, оскільки однією з головних цілей онтології є класифікація таких об'єктів, тому вони також включаються.

Поняття (або класи (англ./classes/) — це абстрактні групи, колекції або набори об'єктів. Вони можуть включати до себе *екземпляри, інші класи, або поєднання того та іншого*. Прикладом групи (колекції) може бути поняття «люди», а вкладеним поняттям може бути «людина». Чи є «людина» — вкладеним поняттям «індивіди», чи екземпляром «індивідом» — залежить від побудованої онтології (системи понять), відповідно до поставленої прагматичної мети.

Атрибути описують об'єкти в онтологіях. Кожний атрибут має хоча б ім'я та значення і використовується для збереження інформації (як мінімум, довідкової), яка є специфічною для об'єкта і прив'язана до нього. Значення атрибуту може бути складним типом даних. Якщо атрибути не визначаються для концептів, то доводиться визначати або таксономію (якщо між концептами існує відношення включення (Гіпонім, англ. /Hyponym/), або словник-довідник (англ./Controlled Vocabulary/), що управляється. Вони корисні, але не вважаються справжніми онтологіями [5,14,16,19].

 © В.Б. Задоров

Якщо онтології в інформатиці є «системами понять», то вони містять *відношення між об'єктами онтології.* Основну роль у визначенні відношень між об'єктами тут виконують атрибути. Звичайно відношенням є атрибут, значенням якого є інший об'єкт. Слід відзначити, що в мовах опису онтологій існують обумовлені відношення наслідування.

В інформатиці використовуються спеціалізовані та загальні онтології.

Спеціалізовані або предметно-орієнтовані онтології — це онтології предметних областей. В такій онтології містяться спеціальні для цієї області значення термінів різних рівнів, що дають представлення про яку-небудь область знань або частини реального світу. Наприклад, у поняття «поле» в різних предметних областях вкладається своя семантика.

Загальні онтології використовуються для представлення понять, що є загальними для деякої групи предметних областей. Такі онтології містять базовий для них набір термінів, глосарій або тезаурус, що використовується для опису термінів цієї групи предметних областей.

Коли система, що використовує спеціалізовані онтології, розвивається, може виникнути потреба в їх «об'єднанні». І для фахівців з онтологій це є важкою задачею. Спеціалізовані онтології, що потребують об'єднання, часто є несумісними між собою, хоча можуть представляти близькі області. Складності тут визначаються професійними, галузевими, місцевими, ідеологічними, мовними особливостями аналітиків цих областей. Сьогодні об'єднання онтологій доводиться здійснювати вручну. Це трудомісткий, повільний і дорогий процес, що вимагає співпраці фахівців багатьох предметних областей. Використання *базисної онтології* — єдиного глосарію — дещо спрощує цю роботу. Є наукові праці з технологій об'єднання онтологій, але вони в більшості є теоретичними [2,14,16].

Нажаль, узгодження та загальноприйнятне використання нововведених і тих, що знов вводяться в різних предметних областях понять, наражається на великі труднощі і займає тривалий час, що вимірюється часто навіть не роками, а поколіннями людей. В останнє десятиріччя цей процес почав прискорюватися завдяки бурхливому розвитку інформатизації практично всіх сфер людської діяльності. Суттєво на це прискорення впливає розвиток інформаційних комунікацій і Інтернет.

З одного боку, інформатика, завдяки своїй «всеїдності» обробляти інформацію будь-яких предметних областей, все глибше проникає у сфери їх діяльності. З іншого боку, завдяки своєї «всезагальності», все частіше нав'язує різним предметним областям, не властиві їм раніше, свої системи понять. І, нарешті, інформатика як специфічна нова предметна область стає провідником у реальну дійсність раніше теоретичних, а сьогодні все більш прагматичних загальносистемних понять, які тим чи іншим шляхом починають об'єднувати онтології різних предметних областей. При цьому розвиток практично всіх предметних областей, а, отже, і їх онтологій, здійснюється за безпосереднього впливу онтології самої інформатики.

Таким чином, чим скоріше буде здійснюватися розвиток інтелектуальних інформаційних систем за рахунок інтеграції онтологій, знань та даних [2,16] в різних предметних областях, тим більше буде скорочуватися час на доведення раніше теоретичних понять, а сьогодні – вже прагматичних загальносистемних понять, до рівня прагматичного їх використання в розробках сучасних інформаційних технологій, зокрема для організаційних антропогенних систем (АГС).

Технологія системного аналізу і синтезу на всіх стадіях створення та розвитку таких інформаційних технологій вже потребує певного переосмислення як деяких внутрішньо-інформаційних понять, так і деяких загальносистемних, на яких вони базуються. Таке переосмислення цих понять буде сприяти спрощенню і формалізації побудови об'єднаних онтологій, а на їх основі інтеграції представлення і використання в інтелектуальних інформаційних системах онтологій, знань і даних.

Основна увага повинна бути зосереджена на прагматичному переосмисленні деяких загальносистемних понять, що використовуються в технології системного аналізу та синтезу КІС. До них насамперед слід віднести такі базові поняття як:

- система и модель системи;
- ціль і функція;
- ситуація і технологія.

В даній роботі приділено увагу прагматичному переосмисленню понять *«система», «модель», «ціль», «функція».* В наступних статтях в подальшому на основі їх переосмислення необхідно буде розглянути сукупність понять, що відносяться до базових понять *«ситуація» і «технологія».*

Аналіз основних досліджень і публікацій

В літературі існує багато визначень понять «система», «модель», «ціль», «функція», які частіше не пов'язані між собою семантично, тобто визначення понять «модель», «ціль», «функція», як правило, не розглядаються як похідні від базового поняття «система».

Що стосується базового для інформатики поняття «система», то тут слід звернути увагу на різні підходи щодо визначення цього поняття [1]. Але всі ці підходи можна згрупувати до двох напрямів: філософського осмислення та методологічного. Перший напрям стосується визначення поняття «система» як філософської категорії, а другий стосується визначення різних понять «система» з точки зору застосування тієї чи іншої системної методології в практиці окремих предметних областей, тобто прагматичного підходу [1]. Більшість дослідників усвідомлюють можливість існування єдиного розуміння системи, але досі його немає [1]. Досить вдалим для примирення цих двох напрямів є визначення поняття «система» наведене А.І. Уємовим в [10]:

Система – це деяка сукупність елементів ***m, m ∈M},*** *на якій реалізуються наперед задані відношення* ***r, r ∈{R}*** *та фіксовані властивості* ***p, p ∈{P}.***

Це визначення можна пояснити наступним чином: якщо на деякій кінцевій сукупності елементів ***{M}*** виявиться деяке відношення (взаємозв'язок ***r*)**, то дана сукупність елементів не завжди повинна називатися системою. Сукупність елементів ***{M}*** створює систему лише в тому випадку, якщо на ній буде виконуватися деяке відношення, яке цікавить дослідника, тобто *наперед задане ним*. Це також означає, що елементу ***m*** *і*/або відношенню ***r*** повинно бути притаманна *заздалегідь фіксована* властивість ***p,*** **або** властивості ***p ∈{P}.***

На наш погляд можливе подальше поступове зближення цих підходів. Автору є близьким обґрунтування цієї можливості, що наведено в роботі [1]. В ній пропонується пошук такого зближення в напряму знаходження відповідей на наступні питання:

1.Чи відноситься поняття «система»:
- до об'єкта (речі) в цілому (будь-якого або специфічного);
- до сукупності об'єктів (природно або штучно розчленованої);
- не до об'єкту (речі), але до представлення об'єкту – до представлення об'єкту через сукупність елементів, що знаходяться у визначених відношеннях;
- до сукупності елементів, що знаходяться у відношеннях?

2. Чи висувається для сукупності елементів вимога утворювати цілісність, єднання (визначену або не конкретизовану)?

3. Чи є «ціле»:
- первинним по відношенню до сукупності елементів;
- похідним від сукупності елементів?

4. Чи відноситься поняття «система»:
- до всього, що «розрізняється дослідником як система»;
- тільки до такої сукупності, яка включає специфічну «системну» ознаку?

5. Все є системою чи поряд із системами можуть бути розглянуті «не системи»?

Саме від відповідей на дані запитання отримує множину визначень поняття «система». В роботі [1] обґрунтовано приходять до висновку, що «всі автори говорять про одне і те ж: через поняття «система» вони прагнуть відобразити *форму представлення предмета наукового пізнання…* При чому залежно від етапу пізнання, ми *маємо справу з різними представленнями предмету».*

На першому етапі здійснюється *виділення об'єкта наукового пізнання*, коли предмет пізнання ще не визначений. На другому здійснюється *формування самого предмета* наукового пізнання (визначення В.Гейнса — «Поняття система знаходиться на самому верхньому рівні ієрархії понять. Системою є все, що ми хочемо розглядати як систему…» — відображує сам процес формування предмету пізнання). На третьому етапі *обирається зріз об'єкта* (предмета пізнання), тобто деякий аспект (або їх сукупність), а також сукупність властивостей, що характеризують ці обрані аспекти розгляду предмета пізнання.

Таким чином, різноманіття визначень поняття «система» пов'язано з відмінністю етапів формування предмета наукового пізнання.

Звернемо увагу на те, що мова йде про *цілі дослідника* («що ми хочемо розглядати як систему»), а також про «форму» і «представлення» предмета наукового пізнання у дослідника на різних етапах. Звісно, що *на різних етапах наукових досліджень з'являється потреба в зміні цілей погляду на систему,* а також потреба в зміні «форм» її «представлення», тобто різноманіття у визначенні поняття «система» на різних етапах пов'язано не тільки з відмінністю етапів формування предмета наукового пізнання, але й від змін цілей, точок зору, аспектів розгляду системи і т.п. на цих етапах.

«Визначення поняття системи повинно включати не тільки сукупність (композицію) з елементів і відношень, але і властивість цілісності самого об'єкта досліджень, відносно якої і будується система. Саме цим виявляється роль онтологічної основи в представленні об'єкта, предмета пізнання і враховується включення об'єкта до людської діяльності» [1]. Саме виходячи з цього, в роботі [1] пропонується таке визначення поняття «система»: *«система* ***S*** *на об'єкті* ***A***

*відносно інтегративної властивості (якості **1**) є сукупність елементів, що знаходяться у таких відношеннях, які породжують дану інтегративну властивість».*

Що стосується поняття «модель», то тут існує багато підходів щодо прагматичного застосування цього поняття. Є декілька задовільних узагальнених класифікацій поняття «модель». В інформатиці будь -яка модель розглядається, насамперед, як інформаційна. Відносно до онтології системного аналізу та синтезу в інформатиці важливим є, насамперед, прагматичне системне визначення поняття «модель» як *модельного (системного) інформаційного представлення знань про будь-яку предметну область.* В цьому напряму вже зроблено багато ефективних методологічних та методичних системних мовних розробок, що стосуються створення сучасних КІС [18]. На наш погляд слід звернути увагу на загальність розгляду понять «система» і «модель» *з точки зору форми представлення знань предмета наукового пізнання або будь-якої предметної області.*

Дуже вдало, на наш погляд, це підкреслено в роботі [1]: «Якщо додати критерій *відповідності системи **як моделі** об'єкта,* то можна вважати, що система (тобто деяка модель об'єкту – уточнення автора даної статті) в гносеологічному розумінні задається трійкою (елементами, відношеннями, властивостями – уточнення автора даної статті)».

Суттєвим є узгодження визначення понять «ціль» і «функція» в системному аналізі і синтезі КІС. Вони є, на наш погляд, похідними від «вимоги утворювати цілісність, єднання», як важливої системної ознаки будь - якого представлення предметної області як системи (моделі системи). Тут також існує багато поглядів [3,4, 9,10,13], але питання ще має бути досліджене і далі.

Для формування онтології ТСАС КІС суттєвим є визначення також понять «ситуація» і «технологія». Використання багатьох існуючих визначень цих понять ускладнює досить велике різноманіття їх трактування, іноді далеке від системного підходу. Але на наш погляд деякі пропозиції достатньо наближені до прямого використання цих понять в онтології ТСАС КІС [6,7,9,10].

Саме на цих системних дослідженнях і публікаціях базуються деякі результати нашого дослідження.

Формулювання мети статті

В роботі пропонується прагматичне переосмислення деяких загальносистемних понять, що використовуються в *технології системного аналізу і синтезу інформатизації організаційних АГС* (ТСАС ОАГС) для подальшої побудови онтології. Метою створення такої онтології є подальший розвиток технології проектування, створення та впровадження ІТ підприємств за схемою «Замовник – Інтегратор», тобто на етапі розробки попереднього концептуального системного проекту КІС і проекту реорганізації підприємства. Саме в складі цього проекту з використанням онтології ТСАС АГС розробляється попередній комплекс формалізованих вимог до КІС, що створюється та розвивається разом з підприємством [7,8].

Виклад основного матеріалу

Пропонується підхід, що веде до зміни парадигми у створенні, функціонуванні та розвитку ефективних організаційних антропогенних систем (ОАГС). Цей підхід базується на врахуванні наступних системних факторів:

– класифікаційного (виділення специфічного класу *організаційних* АГС);

– структурного (виділення в структурі ОАГС особливого місця людини);

– цілісності (з точки зору розгляду таких властивостей цілісності: ієрархічності, технологічності, керованості, координованості);

– взаємодії двох циклів діяльності (інформаційно-управлінського і матеріально-виробничого);

– єдності (створення, функціонування та розвитку ОАГС та КІС);

– змінюваності (сумісної змінюваності ОАГС та КІС у часі);

– узагальненості (онтології аналізу та синтезу ОАГС і КІС).

Класифікаційний фактор. В процесі доцільної діяльності людини проектуються, створюються, експлуатуються та розвиваються все більш складні антропогенні системи (АГС), тобто штучні системи різних класів, що призначені для надання благ, які відповідають потребам суспільства. Класифікація різноманітних АГС є складною проблемою, розгляд якої з різних сторін багато в чому повинен дозволити в майбутньому вирішувати задачі цілеспрямованого створення та перетворення АГС з урахуванням їх ускладнення та розвитку. Сьогодні не існує єдиної прийнятної для всіх системи класифікації АГС. Є спроби виявлення узагальнених властивостей, характерних для всіх АГС та їх окремих видів. З точки зору аналізу і синтезу всі АГС мають наступні властивості:

- цільове призначення;
- взаємозв'язок функцій і структури;
- безперервність функціонування і розвитку в їх життєвому циклі у зовнішньому середовищі з урахуванням взаємодії з навколишнім світом.

Для розуміння третьої властивості необхідно на рівні онтології системного аналізу та синтезу АГС розрізняти зовнішнє середовище і навколишній світ. Визначення цих понять пов'язано з визначенням в онтології ТСАС АГС інших системних понять. Такі пропозиції будуть наведені нижче. Тут можна тільки достатньо впевнено стверджувати, що серед будь - яких АГС, *організаційні* системи дійсно мають перелічені вище узагальнені властивості.

Структурний фактор. Суттєвим для організаційних АГС є та обставина що, у складі сукупності елементів ***{M}*** вони містять обов'язково такий елемент як людина. Специфіка цього елемента надає організаційній АГС особливість, що пов'язана з безперервним їх взаємним пристосуванням до змін як у внутрішньої структурі, так і в навколишньому світі. Причому дії людини і організаційної АГС в цілому направлені на виживання в тих чи інших умовах. А суспільна співпраця спирається на правило, що ці дії принесуть найбільшу чисту користь *(net advantage)*, тобто користь за вирахуванням будь-яких витрат і втрат [15]. Така суспільна співпраця передбачає, що згідно з цим правилом діє будь-яка людина і організаційна АГС в цілому.

Фактор цілісності ОАГС. Комплексно цілісність ОАГС неможливо розглядати, не враховуючи такі властивості ОАГС в цілому як: *ієрархічність, керованість, технологічність, координованість*. Ці властивості розглядаються насамперед в розумінні управлінської, виробничої, партнерської діяльності, а також суспільної співпраці.

Фактор взаємодії двох циклів діяльності ОАГС. Саме цей фактор є найбільш суттєвим для визначення ОАГС та побудови онтології для неї. В будь - якій ОАГС здійснюються два цикли діяльності: один з них відноситься до *інформаційно-управлінського циклу*, другий – до *матеріально-виробничого*. Їх взаємодія між собою і кожного із зовнішнім середовищем створює всі можливі ситуації в процесі життєдіяльності ОАГС.

Фактор єдності створення, функціонування та розвитку ОАГС та КІС. В підході, що пропонується, вважається що вже сьогодні найбільш конкурентоспроможними є ОАГС, невід'ємною складовою яких є комп'ютерні інформаційні системи і технології. Тільки в їх єднанні створюються можливості ефективного виживання ОАГС за ринкових умов. Інформаційна складова ОАГС (тобто КІС) все більше впливає на вартість бізнесу. Вже мають місце не поодинокі випадки, коли в ціні продажу компанії інформаційна складова перевищує інші матеріальні цінності. Саме тому ОАГС і її КІС повинні створюватися, функціонувати та розвиватися разом.

Фактор змінності у часі. З обґрунтування попереднього фактору витікає, що змінність ОАГС та КІС у часі повинна бути сумісною. Врахування цього фактору вимагає нових підходів щодо створення гнучких інтелектуальних засобів КІС, можливості їх періодичного удосконалення на основі системи формалізованих онтологій та баз знань конкретних предметних областей.

Фактор узагальненості онтологій аналізу та синтезу ОАГС і КІС. Врахування всіх попередніх факторів неможливо реалізувати без створення комплексної технології системного аналізу та синтезу ОАГС і КІС. Основою для створення такої технології може бути узагальнена когнітивна схема багатоаспектного системного аналізу об'єктів і процесів комп'ютеризації (рис. 1). [7, 9, 13].

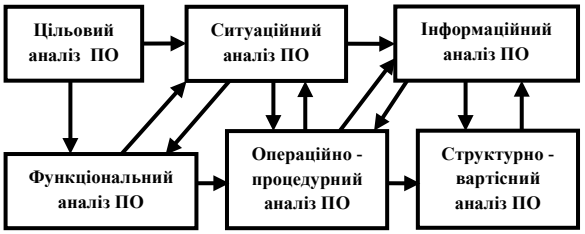

Рис. 1. Когнітивна схема багатоаспектного системного аналізу об'єктів і процесів комп'ютеризації

Саме для всіх складових цієї когнітивної схеми необхідно створювати узагальнену онтологію системного аналізу та синтезу ОАГС і КІС.

Побудова такої узагальненої онтології як системи понять поза просторово-часових координат вимагає створення тезаурусу понять таким чином, щоб визначення окремих понять було здійснено однозначно з урахуванням специфіки аналізу організаційних АГС як загальної предметної області (ПО), так і якомога ширшої сукупності конкретних прикладних ПО. Тут необхідно розуміти, що робота з онтологіями передбачає операції з самими поняттями і висловленнями, а це вже базис ТСАС.

Насамперед це стосується основних системних понять. Людина, що займається розумовою діяльністю, фактично ніколи не працює з реальними фізичними, матеріальними об'єктами чи їх фізичними, матеріальними моделями, навіть тоді, коли вона займається дослідженнями ПО з їх допомогою [17]. Практично працюючи з ними, людина завжди повинна здійснити їх відображення (представлення у вигляді системних понять: предметної області, елементів, їх властивостей, відношень) в своїй свідомості у вигляді інформаційних моделей різних класів, в тому числі – математичних. Саме ця обставина дозволяє зробити висновок, що весь матеріальний і ідеальний

світ, тобто всі предметні області людина сприймає і накопичує знання про них у вигляді деякого інформаційного (мовного) відображення. Саме з цього відображення людина обирає ту множину понять у вигляді взаємопов'язаних елементів, і, ту множину властивостей і відношень, які його цікавлять в конкретному дослідженні. Так, виникає об'єкт досліджень в модельному, тобто у відображеному понятійному вигляді, а не в реально існуючому.

Враховуючи накопичений сучасний досвід, здійснимо декілька тверджень.

Твердження 1. *Будь - яке визначення поняття «система» є визначенням її понятійної інформаційної моделі, а не самої реальної системи.*

З наведених вище визначень поняття «система», незважаючи на їх спільність, вже передбачає наявність інтересів суб'єкта, який задає деяку *модельну сукупність елементів* і деякі *модельні відношення між ними*, а також *фіксує* деякі *модельні властивості окремих елементів (або їх відношень) та їх сукупності в цілому.*

Залежно від точок зору і цілей дослідникам доводиться укладати різне розуміння в модельні поняття системи: *елемент, відношення, властивість. Якщо дослідник не змінює своєї точки зору і цілей на об'єкт досліджень, то виділені їм елементи є неподільними*. Однак неподільність елемента в інформаційних моделях систем є понятійною властивістю, а не його фізичною властивістю. В цьому розумінні елемент – це граничний об'єкт аналітичної (модельної) декомпозиції системи з точки зору (аспекту) розглядання (поставленої цілі вивчення (аналізу) системи, рішення конкретної задачі [18].

Оперуючи поняттям «елемент», дослідник може залишати за собою право змінювати позицію (точку зору, ціль) і переходити на інший рівень дослідження системи (на її моделі чи моделях), *об'єднуючи або розділяючи вже виділені раніше елементи*. Так, виникає необхідність переходу до розгляду моделей систем як ієрархічних структур [4,12]. Причому в таких моделях виникає потреба враховувати як зовнішні впливи на ОАГС, так і її впливи на зовнішнє середовище і навколишній світ, які необхідно розрізняти.

Твердження 2. *У сукупність елементів будь якої інформаційної моделі системи включаються елементи зовнішнього середовища.*

Будемо розрізняти сукупності таких елементів:

– внутрішніх елементів будь якої реально існуючої системи $(m_{рс} \in M_{рс})$;

– елементів інформаційної моделі системи $(m_{мод} \in M_{мод})$;

– елементів зовнішнього середовища системи $(m_{внс} \in M_{внс})$;

– навколишнього середовища.

Обґрунтування цього твердження здійснимо, розрізняючи внутрішні *елементи системи, внутрішні елементи моделі системи, елементи зовнішнього середовища і елементи навколишнього світу*, тобто необхідно відрізняти зовнішнє середовище відносно будь - якої системи, що розглядається дослідником, від навколишнього світу (навколишнього середовища).

Під *навколишнім середовищем* будемо розуміти всю сукупність об'єктів навколишнього світу, в якому доводиться існувати реальній системі.

Описувати в моделях ОАГС всю множину об'єктів навколишнього світу неможливо та і не треба. Людина поступово пізнає навколишній світ, проникаючи в нього все глибше, у процесі розвитку інформаційних модельних інструментів пізнання. Але деяку його частину описувати та враховувати в моделях ОАГС не тільки необхідно, але і повинно бути можливим. Саме тому необхідно визначитися з цією підмножиною навколишнього середовища, яка і буде зовнішнім середовищем. Тому в поняття «зовнішнє середовище» бажано вкладати таке розуміння: *«зовнішнє середовище» – це підмножина навколишнього середовища (світу), яка має суттєвий вплив на систему, що досліджується (природно, необхідно враховувати і зворотний суттєвий вплив системи на елементи «зовнішнього середовища»)*. «Зовнішнє середовище» як елемент (або як сукупність деяких елементів) «умовно» включається дослідником в сукупність елементів моделі системи $M_{мод}$, що проявляється завдяки визначеним відношенням з елементами внутрішніми і зовнішніми. Як мінімум одним з елементів $M_{мод}$ повинен бути елемент, який відображує взаємовплив системи із зовнішнім середовищем. Від цього багато в чому залежить життєздатність інформаційних моделей ОАГС, що створюються. Наприклад, невключення замовника, постачальника, користувача готової продукції (як елементів на рівні прототипу) в інформаційну модель управління проектно-будівельного підприємства приведе до її нежиттєздатності тому, що своїми властивостями вони суттєво впливають на діяльність цього підприємства. Тому виникає необхідність включати їх до сукупності $M_{мод}$ моделей функціонування системи підприємства, хоча б їх необхідними заданими характеристиками обсягів поставок і споживання.

Умовність віднесення елементів «навколишнього середовища до елементів «зовнішнього середовища» визначається суб'єктом дослідження, від якого залежить оцінка суттєвості

взаємовпливу системи і «зовнішнього середовища». Саме ця обставина дає можливість, переходячи до умовно-замкнених моделей систем (УЗМС), уникнути спроб «осягнути неосяжне» та розробляти дослідникам інформаційні моделі ОАГС, з якими можна практично працювати, досягаючи поставленої мети. При цьому важливо враховувати в УЗМС ті елементи внутрішньої структури ОАГС, які безпосередньо або опосередковано (але суттєво) взаємодіють з елементами зовнішнього середовища. Це враховується і іншими дослідниками. Наприклад, в роботі [11] в концепції ВФО (Вузол – Функція – Об'єкт), фактично вузлу відведена роль поняття УЗМС.

Твердження 3. *Елементами інформаційної моделі системи ОАГС можуть бути або предмети, або явища (дії).*

Якщо елементами моделі системи m, $m \in \{M\}$ є предмети, то явища (дії) можуть виконувати роль відношень, і навпаки. Неможливо представити собі інформаційну модель, яка складається з таких елементів: m_1 – паркан, m_2 – обід, где m_1 завжди є предметом, а m_2 – розглядається дослідником як дія прийому їжі. В російській мові існує навіть, як нонсенс, мовна структура «рытье траншеи от забора до обеда». Якщо m_1 – паркан, фіксований в просторі предмет, m_2 – обід, який розглядається дослідником теж як предмет, наприклад термос з їжею, що встановлений в деякій точці простору, то тут можна забезпечити понятійну коректність інформаційної моделі у таких випадках:

– якщо роль відношення r, яке зв'язує m_1 и m_2, відведена дії «риття траншеї»;

– якщо роль відношення r, яке зв'язує m_1 и m_2, відведена траншеї, як лінійно протяжному об'єкту.

Залежно від того, чому тут дослідник цільовим призначенням надає роль відношення r в моделі, семантика моделі буде різною. Тут слід додати, що в інформаційних моделях будь які елементи завжди представлені своїми властивостями, а вони в свою чергу – атрибутами. *Дії* в інформаційних моделях ОАГС можуть бути *функціями в розумінні призначення і процесами в розумінні технології.* Так здійснюється в моделях перехід від статики до відображення динаміки поведінки ОАГС.

В деяких інформаційних моделях дослідники використовують в ролі елементів і поняття явища (дії), і поняття просторових об'єктів. Але в кожному випадку цим поняттям надається своє розуміння. Наприклад, в концептуальних моделях типу «сутність – зв'язок» як елементи можуть бути використані і дії, і предмети. Однак і ті, і інші розглядаються тут як сукупності даних (атрибутів, які їх описують, що зберігаються в деякому умовному просторі). Чітке виконання цього твердження дозволяє більш строго описувати і статичні, і динамічні інформаційні моделі, як на семантичному, так і на синтаксичному рівнях, що сприяє інтеграції онтології ТСАС і онтологій предметних областей під час проектування сучасних ІТ. Тут слід ще раз підкреслити відокремленість онтології (як деякої мовної моделі системи) від просторово-часового розгляду інших моделей ОАГС.

Твердження 4. *Наперед задані відношення (зв'язки) між елементами є основним системоутворюючим фактором.*

Поняття відношення (зв'язку) є складовим будь якого визначення поняття «система» і забезпечує прояв і збереження властивостей цілісності системи. Це поняття одночасно може характеризувати і побудову структури (статику) і функціонування ОАГС.

Відношення (зв'язки) накладають обмеження на ступені свободи елементів в ОАГС, тобто елементи взаємодіючи між собою, втрачають частину своїх властивостей, якими вони могли потенційно володіти у вільному стані. У визначеннях поняття «відношення», «зв'язок» звичайно використовуються як синоніми. Однак існують різні точки зору. Деякі дослідники вважають «зв'язок» окремим випадком «відношення». Інші – навпаки, «відношення» розглядають як окремий випадок «зв'язку». Є думка, що поняття «зв'язок» краще використовувати для опису статики системи (її структури), а поняттям «відношення» характеризувати деякі дії в процесі функціонування ОАГС. На наш погляд з таким розумінням можна погодитися тому, що воно є більш прийнятним с точки зору необхідності інтеграції і формалізації онтологій ТСАС і окремих предметних областей.

Для примирення різних точок зору і більш однакового представлення цих понять в онтологіях можна запропонувати:

– в інформаційних моделях загальносистемного рівня використовувати поняття *«відношення»* r, $r \in \{R\}$;

– в інформаційних моделях, що описують статичні (структурні) складові системи, використовувати відношення типу – *«структурний зв'язок»* (r_s), $r_s \in \{R_s\}$;

– в інформаційних моделях, що описують поведінку систем (їх динаміку), використовувати відношення типу – *«відношення дії»* $(r_d), r_d \in \{R_d\}$.

Відкритим залишається питання про достатність і повноту сукупності заданих відношень (зв'язків), щоб можна було вважати систему (або її модель) системою. Для вирішення цієї проблеми використовують різні підходи. Основним напрямом тут є виявлення і зрівняння сукупностей внутрішніх відношень (зв'язків) між елементами системи (її моделі) і сукупностей відношень (зв'язків) між внутрішніми елементами і елементами зовнішнього середовища, які включаються до моделі системи.

В ОАГС виявляти і оцінювати ці сукупності відношень (зв'язків) доводиться з використанням деяких понятійних класифікаційних аспектів:

– *напряму відношення (зв'язку);*

– *сили відношення (зв'язку);*

– *характеру (виду) відношення (зв'язку).*

За напрямом відношення (зв'язки) можуть бути *цілеспрямованими і ненаправленими*. В свою чергу *цілеспрямовані* відношення (зв'язки) можуть бути *односторонніми, двосторонніми і багатосторонніми.*

За силою відношення (зв'язки) можуть бути *сильними і слабкими* (іноді в конкретних випадках зі встановленою шкалою).

За характером (видом) в ОАГС важливо розрізняти *відношення (зв'язки) в інформаційно-управлінському і в матеріально-виробничому контурі*. В свою чергу відношення в контурі управління можуть відображати структурні зв'язки: *підлеглості, делегування, породження* тощо. В динамічних моделях ОАГС відношення управління за входом чи виходом можуть бути: *регулюючими, плановими, обліковими, контрольними, аналітичними, звітними* тощо.

Відношення матеріально-виробничого контуру за входом можуть бути відношеннями, що визначають *потоки поставок ресурсів* різних видів. *Відношення за виходом* тут визначають *потоки реалізації, збуту готової продукції* тощо.

Тут слід зауважити, що відношення (зв'язки) в окремих ОАГС та/або їх моделей можуть одночасно відповідати вимогам сукупності деяких з цих класифікаційних аспектів.

Відношення (зв'язки) $\{R\}$ *між елементами* m дають змогу за допомогою відповідних переходів від елемента до елемента системи з'єднати два будь-яких елементи сукупності $\{M\}$. При цьому заздалегідь задані системним аналітиком відношення між елементами, власне, й створюють системоутворюючий момент, що перетворює деяку сукупність елементів у систему або її модель.

Твердження 5. *Властивості цілісності системи є суттєвими при її визначенні.*

Властивостями $p, p \in \{P\}$ можуть бути описані як окремі елементи m і відношення (зв'язки) r, так і вся сукупність елементів $\{M\}$ в цілому з відношеннями $\{R_c\}$ (як цілого за відношенням до зовнішнього середовища).

Властивості $p^* \in \{P_c\}, \{P_c\} \subset \{P\},$ *загальні для сукупності елементів* $\{M\}$ *з відношеннями* $\{R_c\}$ *і відмінні від властивостей окремих елементів і відношень, є властивостями цілісності системи [4,9]).* Внутрішня цілісність системи полягає в тому, що властивості системи не є тільки сумою властивостей її складових частин. Система є щось більше. Система в цілому має такі властивості, яких немає в жодній з її частин, що взяті окремо.

Властивості цілісності, що виникають у системи в цілому, можуть бути також *емерджентними властивостями.* Англійський термін *emergence* означає виникнення з нічого, раптову появу, несподівану випадковість. Нові властивості виникають на основі конкретних зв'язків між конкретними елементами. Інші зв'язки дають інші властивості, не обов'язково також очевидні.

При визначенні системи істотними є властивості її цілісності $\{P_c\}$.

Властивості цілісності системи можуть бути задані або зафіксовані суб'єктом системного аналізу як цільові під час опису моделі системи, але можуть також набуватися системою (як цілим) або її моделлю незалежно від мети суб'єкта (емерджентні).

Твердження 6. *Під час зміни суттєвих заданих відношень і фіксованих властивостей навіть при збереженні сукупності елементів моделі системи суб'єкта доводиться мати справу з іншою системою (чи її моделлю).*

Заданими відношеннями $\{R\}$ і фіксованими властивостями $\{P_c\}$ визначається точка зору суб'єкта на систему, що вивчає, досліджує, розробляє її, тобто *вилучення або включення істотних властивостей і відношень (зв'язків) призводить до зміни точки зору на систему, і, як наслідок, до необхідності мати справу з іншою системою (або її моделлю).* У цьому легко переконатися на будь-яких простих прикладах.

Твердження 7. *Зміна призначення (цілі) і функцій системи та/або її моделі визначаються цілями суб'єкта системного аналізу.*

Істотність і неістотність вилучення або зміна елементів, відношень (зв'язків) і властивостей у моделі системи визначається *цілями* системного аналітика, що обговорює, досліджує або розробляє деяку систему.

Поняття *мети (цілі*) і пов'язаних з ним понять *доцільності, цілеспрямованості* знаходяться в основі розвитку системи. Аналіз визначеної мети і пов'язаних з нею понять показує, що залежно від стадії пізнання об'єкта, етапу системного аналізу, до поняття "мета" вкладаються різні відтінки – від ідеальних спрямувань (мета – *"відбиття активності свідомості"*: *"людина і соціальні системи можуть формулювати цілі, досягнення яких, як їм напевно звісно, неможливе, але до яких можна безперервно наближуватися"*) до конкретних цілей – *кінцевих результатів, які можуть бути досягнені* в межах деякого проміжку часу. Іноді вони формулюються навіть у термінах *кінцевого продукту* діяльності.

В деяких визначеннях мета ніби трансформується, приймаючи різноманітні відтінки в межах умовної "шкали" – від і*деальних спрямувань до матеріального втілення, кінцевого результату діяльності*. В англійській мові є кілька термінів, що відображають різноманітні відтінки поняття "мета", в межах такої "шкали", наведені Г.Бучем:

– "purpose" (мета – намір, цілеспрямованість, воля);

– "object" і "objective" (мета – напрям дії, напрямок руху);

– "aim" (мета – спрямованість, приціл, вказівка);

– "goal" (мета – місце призначення, задача);

– "target" (мета – мішень для стрільби, завдання, план);

– "end" (мета – фініш, кінець, закінчення, межа).

В одній з енциклопедій дається таке визначення: мета – *"наперед мислимий результат свідомої діяльності людини, групи людей"* ("наперед *мислимий", але* все ж таки *"результат",* втілення замислу; підкреслюється також, що поняття мети пов'язане з людиною, його *"свідомою діяльністю",* тобто з наявністю свідомості, а для характеристики цілеспрямованих, негентропійних тенденцій на більш низьких ступенях розвитку матерії прийнято використовувати інші терміни).

Таке розуміння мети дуже важливе при організації процесів колективної підготовки і прийняття рішень у системах управління. В реальних ситуаціях необхідно обумовлювати, в якому смислі на даному етапі розгляду системи використовується поняття "мета", що має бути відображено в її формулюванні – і*деальні спрямування, які* допоможуть колективу осіб, що приймають рішення (ОПР), побачити перспективи або *реальні можливості, які за*безпечують своєчасність завершення чергового етапу на шляху до бажаного майбутнього.

Поняття *цілі* в даному випадку близьке до понять – *"призначення", "функція"* – системи, що визначаються точкою зору суб'єкта, тобто поняття *"точка зору"* близьке до поняття *"ціль"*.

У процесі роботи з системою або її моделлю змінюються *мета й обмеження (точки зору на систему)* [3,4]. *Обмеження* – визначається як сукупність двох складових:

– *мета функціонування системи в*становлена як обмеження суб'єктом;

– *примусові зв'язки і їхні властивості,* спрямовані на досягнення поставленої мети.

Під час обговорення і дослідження існуючої системи головною метою системного аналітика є досягнення достатньої адекватності уявлення (відображення) її у вигляді деякої моделі. Шляхом зміни або виключення заздалегідь заданих і фіксованих елементів, відношень і властивостей змінюється початкова точка зору системного аналітика на систему.

Під час розробки системи головною метою є досягнення заздалегідь заданих і фіксованих властивостей як системи в цілому, так і її окремих елементів.

Варто зауважити, що розглянуті тут поняття *"позиція", "точка зору", "мета", "призначення", "функція", "властивість цілісності"* вносяться системним аналітиком. Н*азиватимемо їх цільовими аспектами.* Системний аналітик розглядається як суб'єкт, що знаходиться в даному випадку поза системою, яку він досліджує, удосконалює, розробляє, враховуючи різноманітні цільові аспекти**.**

Запропоновані в статі взаємопов’язані базові системні визначення є основою для створення онтології ТСАС створення, функціонування та сумісного розвитку ОАГС і КІС.

Висновки

З викладеного матеріалу можна зробити такі висновки:

- проаналізовані вимоги щодо формалізації представлення і розробки знань у вигляді систем понять (онтологій) предметних областей, на яких ці знання базуються;
- обґрунтована необхідність створення комплексної онтології технології системного аналізу і синтезу об’єктів та процесів комп’ютеризації;

- запропоновано напрямок розвитку технології багатоаспектного системного аналізу предметних областей з метою створення сучасних ІТ ОАГС;
- обґрунтовано та запропоновано новий підхід щодо створення комплексної онтології ТСАС ОАГС і КІС;
- запропоновано деякі уточнені визначення основних системних понять відносно ОАГС;
- здійснено уточнення семантики умовно-замкненої моделі (УЗМС) ОАГС з включенням до неї елементів зовнішнього середовища;
- запропоновано та обґрунтовано комплекс взаємопов'язаних визначень (тверджень) базових понять для створення структури тезаурусу онтології ТСАС.

Список літератури

1. *Агошкова Е.Б., Б.В. Ахлибининский Б.В. Эволюция понятия системы. – М.:Вопросы философии. — 1998. — N7. С.170-179*
2. *Артемьева И.Л. Интеграция онтологий, знаний и программных систем для сложно структурированной предметной области. Труды Четвертой международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления». Москва, 27-29 октября 2008, 1161-1170 с.*
3. *Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с.*
4. *Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. – СПб : СПбГТУ, 2001. – 370 с.*
5. *Гладун А.Я., Рогушина Ю.В. Основи методології формування тезаурусів з використанням онтологічного та мереологічного аналізу. – ж. Штучний інтелект, №4, 2008. – 53 с.*
6. *Голышев Л.К. Сложные системы с развитой функцией информационно-аналитической поддержки управления. Элементы теории, методологии, практики. (Монография) К.: Державний науково-дослідний інститут інформації та моделювання економіки. 2001 – 253 с.*
7. *Задоров В.Б. Системний аналіз об'єктів і процесів: технологічні основи: Навчальний посібник. – К.:КНУБА, 2003. – 276 с.*
8. *Задоров В.Б. Підхід до створення технології попереднього системного проектування КІС підприємств. // Управління розвитком складних систем. – 2010. – Вип.01. – С. 56- 63.*
9. *Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. – К.:Вид.група BHV, 2007. – 544с.*
10. *Математика и кибернетика в экономике. Словарь-справочник. – М.: «Экономика», 1975. – 700 с.*
11. *Маторин С. И. Анализ и моделирование бизнес-систем: системологическая объектно-ориентированная технология / Под ред. М. Ф. Бондаренко. Предисл. Э.В. Попов. Харьков: ХНУРЭ, 2002. 322с.*
12. *Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 337 с.*
13. *Основы системного анализа и проектирования АСУ: Учебное пособие / А.А. Павлов, С.Н. Гриша, В.Н. Томашевский и др.; Под общ. ред. А.А. Павлова. – К.Ж Вища школа, 1991. – 367 с.*
14. *Палагін О.В.,Петренко М.Г., Михайлюк А.В. Розвиток та порівняльні характеристики логіко-онтологічних формальних теорій. - К.: Математичні машини і системи, 2007, № 23.*
15. *Пол Хейне. Экономический образ мышления. – Пер. С англ.. – М.: Изд-во «Дело», 1992. – 704 с.*
16. *Рубашкин В.Ш. Представление и анализ смысла в интеллектуальных информационных системах. – М.: Наука. Гл.ред.физ-мат.лит.,1989. – 192 с.*
17. *Турчин В.Ф. Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции. – М.: ЭТС. – Изд.2-е. – 2000. – 368 с.*
18. *Устенко А.С. Основы математического моделирования и алгоритмизации процессов функционирования сложных систем. – М.: 2000. ustenko.fromru.com/ - Россия*
19. *Thomas Beale Archetypes Constraint-based Domain Models for Futureproof Information Systems Copyright © 2000, 2001 Thomas Beale email: thomas@deepthought.com.au web: www.deepthought.com.au*

Стаття надійшла до редколегії:23.11.2010р.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Цюцюра, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ