



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

Методи та системи штучного інтелекту

*Тема №8. “Онтологічний підхід до подання та
інтеграції знань”*

Київ - 2026

Зміст

- 1. Онтологічний підхід до подання та інтеграції знань у розподілених інформаційних середовищах.*
- 2. Класифікація онтологій.*
- 3. Методи побудови онтологій.*
- 4. Сфери застосування онтологій.*
- 5. Лексичні онтології для обробки текстів природною мовою.*
- 6. Концептуальні аспекти побудови системи знань*

Мета лекції:

Вивчення та дослідження основних понять та підходів до побудови і використання методів розуміння семантики документів для подання предметних областей в інформаційних системах на основі онтології і словників

Список літератури

1. Encyclopedia of artificial intelligence / Eds.: J. R. Dopico, J. D. de la Calle, A. P. Sierra. - New York : Information Science Reference, 2009. - Vol. 1-3. - 1677 p.
2. Gen M. Genetic algorithms and engineering design / M. Gen, R. Cheng. - New Jersey : John Wiley & Sons, 1997. - 352 p.
3. Haupt R. Practica genetic algorithms / R. Haupt, S. Haupt. - New Jersey : John Wiley & Sons, 2004. - 261 p.
4. Емельянов В. В. Теория и практика эволюционного моделирования / В. В. Емельянов, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. - М. : Физмат - лит, 2003. - 432 с.
5. Курейчик В. М. Генетические алгоритмы: монография /М. Курейчик. - Таганрог : ТРТУ, 1998. - 242 с.
6. Прогрессивные технологии моделирования, оптимизации и интеллектуальной автоматизации этапов жизненного цикла авиадвигателей : Монография / А. В. Богуслаев, Ал. А. Олейник, Ан. А. Олейник, Д. В. Павленко, С. А. Субботин ; под ред. Д. В. Павленко, А. Субботина. - Запорожье : ОАО «Мотор Сич», 2009. - 468 с.
7. Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. - М.: Вильямс, 2006. - 1408 с.

8. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. - Винница: Універсум-Вінниця, 1999. - 320 с.

9. Руденко О. Г. Штучні нейронні мережі / О. Г. Руденко, Є. В. Бодянський. - Х.: Компанія СМІТ, 2006. - 404 с.

10. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и не-четкие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский ; пер. с польск. И. Д. Рудинского. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 452 с.

11. Скобцов Ю. А. Основы эволюционных вычислений / Ю. А. Скобцов. - Донецк: ДонНТУ, 2008. - 330 с.

12. Субботін С. О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: монографія / С. О. Субботін, А. О. Олійник, О. О. Олійник ; під заг. ред. С. О. Субботіна. - Запоріжжя : ЗНТУ, 2009. - 375 с.

13. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. - СПб : Издательский дом "Вильямс", 2005. - 1104 с.

14. Эволюционные методы компьютерного моделирования: монография / А. Ф. Верлань, В. Д. Дмитриенко, Н. И. Корсунов, В. А. Шорох. - К: Наукова думка, 1992. - 256 с.

15. Емельянов В. В., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Теория и практика эволюционного моделирования. — М : Физматлит, 2003. — 432 с. — [ISBN 5-9221-0337-7](#).

16. Курейчик В. М., Лебедев Б. К., Лебедев О. К. Поисковая адаптация: теория и практика. — М : Физматлит. — 272 с. — [ISBN 5-9221-0749-6](#).

17. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы: Учебное пособие. — 2-е изд. — М : Физматлит, 2006. — 320 с. — [ISBN 5-9221-0510-8](#).

18. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. и др. Биоинспирированные методы в оптимизации: монография. — М : Физматлит, 2009. — 384 с. — [ISBN 978-5-9221-1101-0](#).

19. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы = Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte. — 2-е изд. — М : Горячая линия-Телеком, 2008. — 452 с. — [ISBN 5-93517-103-1](#).

1. Онтологічний підхід до подання та інтеграції знань у розподілених інформаційних середовищах.

Для подання предметних областей в інформаційних системах використовуються онтології і словники. Онтологічний підхід передбачає використання онтології предметної області.

Онтологія – це формальний опис результатів концептуального моделювання предметної області, поданий у формі, яка сприймається людиною і комп'ютерною системою. У загальному вигляді формальна модель онтології може бути описана так:

$$O = \{L, C, F, G, H, R, A\},$$

де $L = LC \dot{\cup} LR$ – словник онтології, що містить набір лексичних одиниць (знаків) для понять LC і набір знаків для відношень LR ; C – набір *понять* онтології, причому для кожного поняття $c \in C$ в онтології існує принаймні одне твердження. Поняття (або класи) є загальними категоріями, які можуть бути впорядковані ієрархічно. Кожен клас описує групу індивідуальних сутностей, об'єднаних загальною властивістю; F і G – *функції посилян*, такі, що $F: FLC \rightarrow 2C$ і $G: FLR \rightarrow 2R$. Тобто F і G пов'язують набори лексичних одиниць $\{L_j\} \dot{\cup} L$ з наборами понять і відношень, на які вони відповідно посилаються в даній онтології. При цьому одна лексична одиниця може посилатися на декілька понять або відношень і одне поняття або відношення може посилатися на декілька лексичних одиниць. Інверсіями функцій посилян є F^{-1} і G^{-1} ; H – фіксує *таксономічний характер відношень* (зв'язків), за якого поняття онтології пов'язані нереклексивними, ациклічними, транзитивними відношеннями $H \dot{\cup} C \times C$. Вираз $H(C_1, C_2)$ означає, що поняття C_1 є підпоняттям C_2 ; R – позначає *бінарний характер відношень* між поняттями онтології, що фіксують пари області застосування (*domain*) / області значень (*range*), тобто пари (DR) з $D, R \dot{\cup} C$; A – набір *аксіом* онтології.

2. Класифікація онтологій

Принципи класифікації онтологій:

- за ступенем формальності;
- за метою створення;
- за наповненням, вмістом.

Онтології можуть бути застосовані, щоб надати конкретну специфікацію імен термінів і значень термінів.

Спектр онтологій за ступенем формальності подання, використання тих чи інших синтаксичних конструкцій можна розділити на два класи:

- системи, що надають «людино-зрозумілий» опис;
- системи з «машино-зрозумілим» описом.

Системи, що надають «людино-зрозумілий» опис:

- *каталог на основі ID* – контрольований словник, тобто кінцевий список термінів на основі ідентифікаторів. Каталоги подають точну (не багатозначну) інтерпретацію термінів. Наприклад, щоразу, посилаючись на термін «машина», ми використовуватимемо одне й те ж значення (відповідне деякому *ID* в словнику), незалежно від того, про що йдеться в контексті: про «пральну машину», «автомобіль» або «державну машину»;
- *словник термінів* (глосарій) – список термінів з їх значеннями природною мовою. Це дає більше інформації, оскільки люди можуть прочитати такий коментар і зрозуміти сенс терміна. Інтерпретації термінів можуть бути багатозначними. Глосарії непридатні для автоматичної обробки програмними агентами, але можна, як і раніше, присвоїти термінам *ID*;
- *тезауруси* несуть додаткову семантику, визначаючи зв'язки між термінами. Відношення: синонімія, ієрархічне відношення і асоціація. Ранні ієрархії термінів, що з'явилися в мережі Інтернет, визначали терміни через операції узагальнення і уточнення

Системи з «машино-зрозумілим» описом:

- *формальні таксономії* – включає точне визначення відношення підклас-клас. Зберігається транзитивність відношення: якщо A є підкласом класу B , то кожен підклас класу A також є підкласом класу B . Суворі ієрархії класів необхідні для процедури логічного виведення;

- *формальні екземпляри* – відношення екземпляр-клас, для яких виконується «успадкування» вздовж відношення: якщо A є підкласом класу B , то кожен екземпляр класу A також є екземпляром класу B . Тому в наведеному вище прикладі «брошки» не можуть міститися в ієрархії нижче «предмет одягу», навіть у підкатегорію «жіночі предмети одягу», або стати примірником цієї категорії;

- *властивості на основі фреймів* – слоти. Якщо вони визначені на верхніх рівнях ієрархії, то успадковуються підкласами. Так, у споживчій ієрархії клас «продукт» може мати властивість «ціна», яку отримують усі його підкласи;

- онтології, що включають *обмеження на область значень* властивостей. Значення властивостей беруться з деякої визначеної множини (цілі числа, символічні константи) або з підмножини концептів онтології (множини екземплярів даного класу, множини класів). Можна ввести додаткові обмеження на те, що може заповнювати властивість. Наприклад, для властивості «зроблений з» класу «предмет одягу» значення можуть бути обмежені екземплярами класу «матеріал». Легко побачити проблеми, які можуть виникнути в цьому випадку при використанні несупоряданої таксономії. Якщо «парфуми» – нащадок класу «предмет одягу», то він успадкує властивість «зроблений з» разом із обмеженням на його значення («матеріал»);

- *диз'юнктивні класи* – онтології, що дозволяють визначати два і більше класів диз'юнктивними (такими, що не перетинаються). Це означає, що у даних класів не існує спільних екземплярів;

- *логічні обмеження* – мови опису онтологій дозволяють робити довільні логічні твердження про концепти – аксіоми.

За метою створення розрізняють чотири рівні онтологій.

Подання – концептуалізація формалізмів подання знань. Мета – опис предметної області, створення умов для специфікації інших онтологій більш низьких рівнів.

Верхнього рівня – повторно використовувана онтологія в різних предметних областях. Призначення – створення єдиної «правильної» онтології, що фіксує знання, загальні для декількох предметних областей, і в багаторазовому використанні даної онтології. Але в цілому спроби створити онтологію верхнього рівня на всі випадки життя поки не привели до очікуваних результатів. Багато онтологій верхнього рівня схожі одна на одну. Вони містять одні й ті ж концепти: сутність, явище, процес, об'єкт, роль, простір, час, матерія, подія, дія тощо.

Предметної області (онтологія домену) – повторно використовувана в одній предметної області. Призначення схоже з призначенням онтології верхнього рівня, але область застосування обмежена однією предметною областю (так званим доменом).

Прикладна – неможливо використовувати повторно. Призначення – опис концептуальної моделі конкретного завдання або програми. Прикладні онтології описують концепти, які залежать як від онтології задач, так і від онтології предметної області. Прикладом може служити онтологія для автомобілів, будівельних матеріалів, обчислювальної техніки. Такі онтології містять найбільш специфічну інформацію.

Класифікація онтологій за наповненням

Загальні онтології – описують найбільш загальні концепти (простір, час, матерія, об’єкт, подія, дія тощо), які незалежні від конкретної проблеми чи області. Сюди входять онтології подання і верхнього рівня.

Онтології задач – використовується конкретною прикладною програмою і містить терміни, які використовуються при розробці програмного забезпечення, що виконує конкретну задачу. Вона відображає специфіку застосування, але може також містити деякі загальні терміни (наприклад, у графічному редакторі будуть і специфічні терміни – палітра, тип заливки, накладення шарів тощо, і загальні – зберегти і завантажити файл). Завдання, яким може бути присвячена онтологія, можуть бути найрізноманітнішими: складання розкладу, визначення цілей, діагностика, продаж, розробка програмного забезпечення, побудова класифікації. При цьому онтологія задач використовує спеціалізацію термінів, поданих в онтологіях верхнього рівня (загальних онтологіях).

Предметна онтологія (або онтологія предметів) описує реальні предмети, що беруть участь у будь-якій діяльності (виробництві). Наприклад, це може бути онтологія всіх частин і компонентів літаків певної марки (наприклад, *Boeing*) і відомості про їх постачальників, характеристики, способи з’єднання один із одним тощо.

Методи побудови онтологій

Безпосередній збір елементів для онтології. При такому підході спочатку збираються і класифікуються поняття, підбираються слова, потім проводиться відповідність між поняттями і лексиконом. Проблемою є близький, але не ідентичний перетин значень у словах різних мов.

Використання мікротеорій. За такого підходу спочатку треба зрозуміти явище, потім формуються примітиви теорії, елементи лексикону визначаються з точки зору примітивів, після цього лексикон ускладнюється. Проблема даного методу полягає у виборі мікротеорії, а також у необхідності окремої теорії для кожного комплексу значень.

В основі онтології повинні лежати поняття, але виникає запитання: як при побудові визначити поняття, ґрунтуючись на словах? Зазвичай сполучною ланкою стає категорія значення (лексико - семантичного варіанта). Слова існують в рамках однієї мови, значення ж незалежні від конкретної мови.

Алгоритм переходу від слів до значень, а потім до понять

1. Ініціалізація. Для певного слова необхідно зібрати декілька десятків речень, що його містять. Підібрати визначення з різних словників.

2. Розподілити значення слова в попередні, грубо схожі групи.

3. Диференціація. Почати будувати дерево, розташувавши всі групи в корені.

4. Розглядаючи всі групи, визначити групу, найбільш відмінну від інших.

Якщо можна знайти одну групу, що чітко виділяється, необхідно виписати її найбільш яскраву відмінність у явній формі – вона слугуватиме відмінною ознакою і буде формалізована у вигляді аксіоми.

Якщо відмінності, за якими можна далі поділити групу, не виявляються, перейти на іншу гілку.

Якщо буде виявлено декілька відмінностей, що дозволяють розділити групу декількома рівнозначними способами, роботу з цією гілкою також припинити і перейти на іншу гілку.

5. У структурі дерева створити дві нові гілки та розташувати нову групу під однією гілкою, а решту – під іншою.

6. Повторити дії з кроку 4, досліджуючи окремо групу/групи під кожною гілкою.

7. *Формування понять*. Коли розгалуження припиняється, кінцевим результатом є дерево дедалі більш дрібних відмінних ознак, які в явному вигляді перераховані на кожному рівні дерева. Кожен лист стає окремим поняттям, яке в цій задачі (додатку, предметній області) далі не ділиться. Кожна відмінність має бути формалізована у вигляді аксіоми, яка спрацьовує для гілки, з якою асоціюється.

8. *Додавання поняття в онтологію*. Починаючи з вершини, необхідно пройти кожен вузол із розгалуженням. Перевірити, чи мають створена гілка і гілка, що додається, приблизно однакове значення:

- якщо так, об'єднати їх в онтології у відповідному вузлі і зупинити проходження цієї гілки;

- якщо ні, розділити дерево і повторити крок 8 для кожної гілки доки не досягнуто до кінця.

Зазвичай понять виявляється менше, ніж значень-змістів.

Однак існують й інші джерела знаходження нових понять. Для цього можна використовувати вже існуючі онтології і різні списки, словники і тезауруси, а також автоматичне виявлення понять шляхом кластеризації слів.

Основоположні правила розробки онтології:

Не існує єдиного правильного способу моделювання предметної області – завжди існують життєздатні альтернативи. Краще рішення майже завжди залежить від передбачуваного додатку та очікуваних розширень.

Розробка онтології – це обов’язково ітеративний процес. Під ітеративним процесом розуміється неодноразовий прохід по онтології з метою її уточнення, тобто на початковому етапі будується чорновий варіант. Потім перевіряється і уточнюється складена онтологія, додаючи деталі, частково або навіть повністю переглядаючи початкову онтологію.

Елементи онтології повинні бути близькі до об’єктів (фізичних або логічних) і відношень у певній предметній області. Швидше за все, вони відповідають іменникам (об’єкти) або дієсловам (відношення) у реченнях, які описують предметну область.

Вимоги до онтології можна визначити так.

Чіткість: онтологія має бути чіткою і легко передавати зміст. Повинна бути об’єктивною.

Послідовність: у ній повинні міститися твердження, які не суперечать одне одному, ієрархії понять, відношенням, що їх зв’язують, екземплярам.

Можливість розширення: наявність можливості введення нових елементів без перегляду інших елементів.

Мінімальна ступінь спеціалізації: небажаність повного підпорядкування онтології конкретній задачі, що може ускладнити її подальше використання в інших задачах.

Даний список вимог до онтологій не є вичерпним, але він може допомогти при створенні структури онтології.

Специфічні методи розширення онтологій різних зон:

- для розширення верхньої, найбільш загальної зони, необхідне детальне теоретизування, після чого можна визначати поняття і аксіоми;
- для онтологій середньої зони, які відрізняються великою кількістю понять, поняття збирають автоматично за допомогою кластеризації. У процесі обробки великої кількості інформації поняття збирають і розбивають їх на класи на підставі загальних характеристик;
- збільшення точності вилучення семантично пов'язаних сімей понять (при такому аналізі в подальшому можливо також встановлювати перехресні посилання всередині онтології).

Класи методів отримання відношень між елементами онтології:

- підходи, засновані на використанні шаблонів;
- методи, які використовують кластеризацію.

При використанні методів на основі шаблонів дослідники шукають мовні моделі, які вказують на будь-який тип відношень між класами. У більшості випадків здійснюється пошук родовидових відношень і відношень «частина-ціле».

У більшості випадків проблемою автоматичного вилучення стає велика кількість «завад», які треба ефективно відсіювати. У зв'язку з цим поряд із автоматичними методами використовують подальшу ручну обробку отриманого матеріалу для отримання даних більшої точності.

Загальні вимоги до систем автоматичного отримання даних для онтологій:

- *мінімальний контроль* – зведення до мінімуму або виключення взагалі участі людини;
- *універсальність* – застосовність до різних джерел, залежно від їх розміру, галузі знання тощо;
- *точність* – витягнута інформація повинна містити якомога менше помилок.

Переважні сфери застосування онтологій та способи використання онтологій:

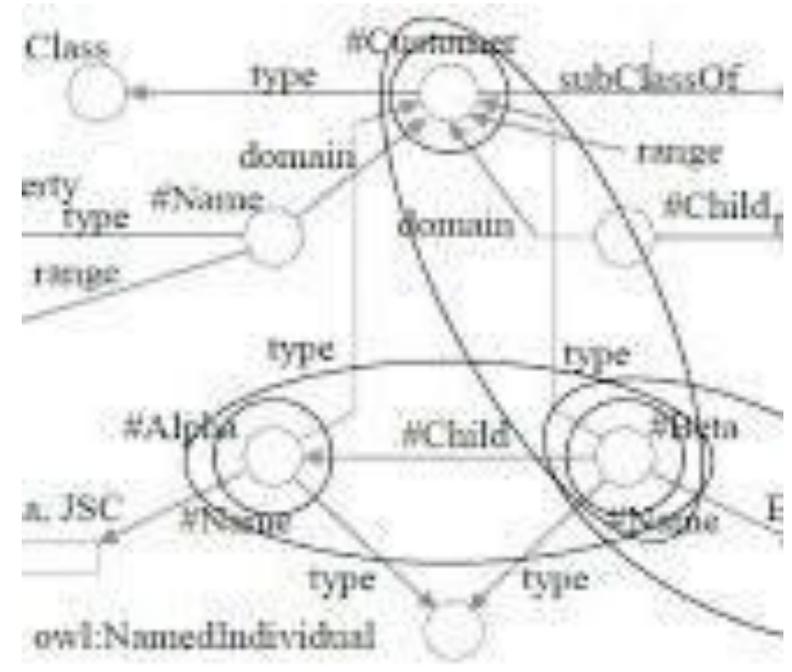
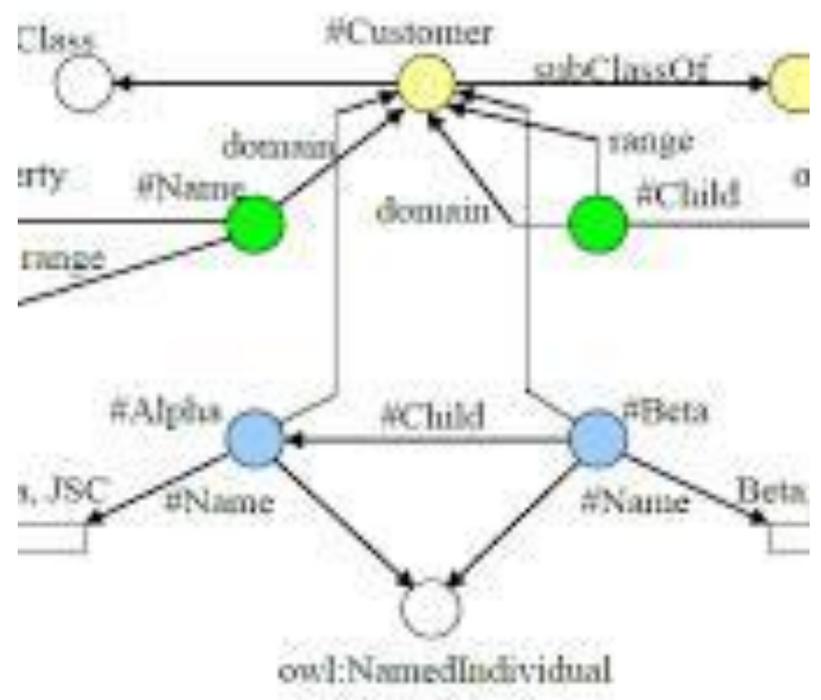
- для спільного використання людьми або програмними агентами загального розуміння структури інформації;
- для можливості повторного використання знань в предметній області;
- для можливості зробити припущення у предметній області явними;
- для відділення знань у предметній області від оперативних знань;
- для аналізу знань в предметній області.

Процедура зіставлення понять онтологій і мовних виразів може бути здійснена різними способами:

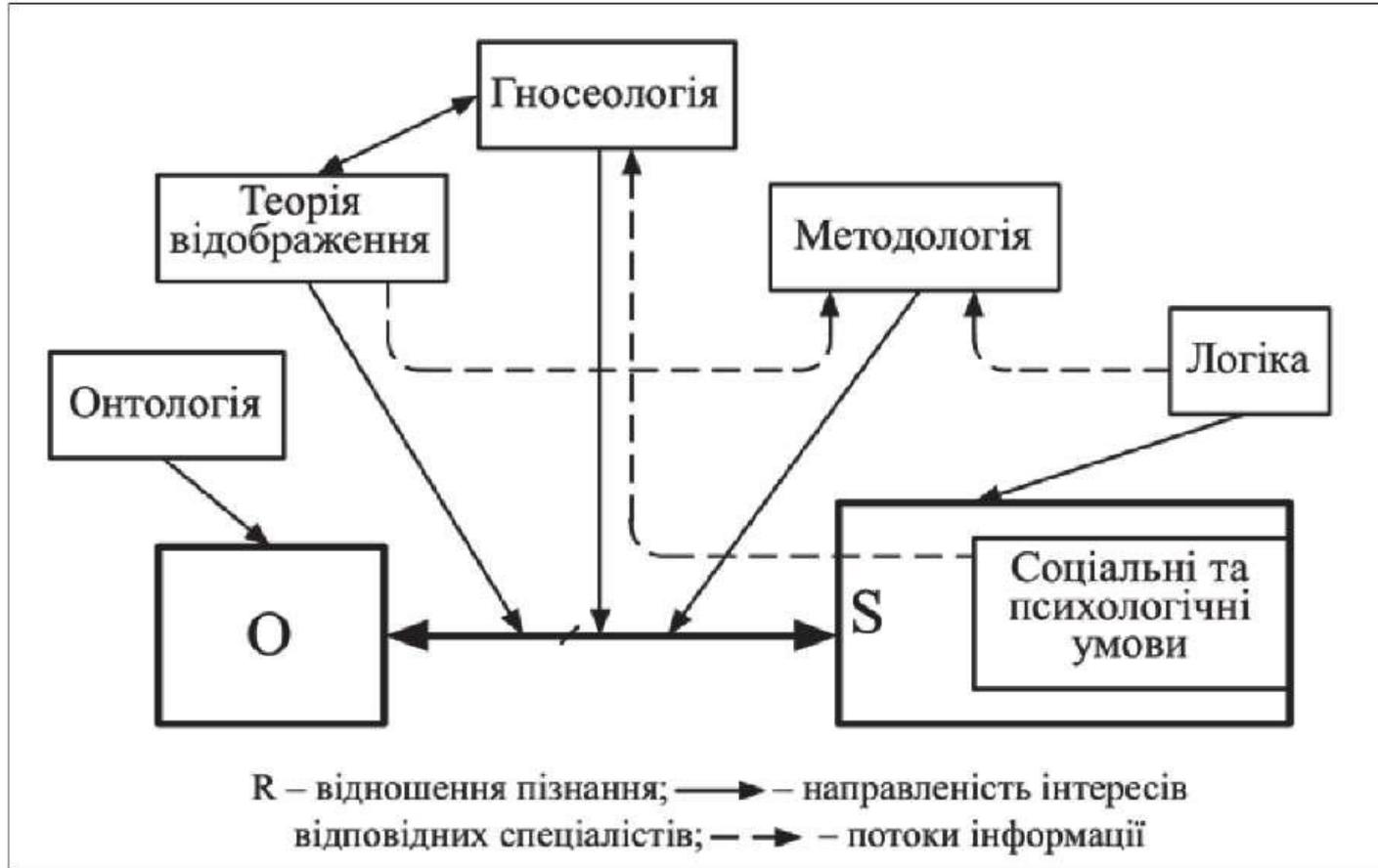
1. *Логічна класифікація* – створення онтології шляхом логічного аналізу, «зверху-вниз». Імена відображають ознаки, закладені в основу класифікації. Недоліками є те, що одне слово може відповідати декільком поняттям залежно від контексту. Крім того, спостерігається значне ускладнення при розробці конкретних онтологій для реальних програм.

2. *Лексичні відношення* – встановлення відповідностей між ієрархічними лексичними ресурсами і деякою онтологією, тобто лексичні відношення між значеннями слів, подані у вигляді окремих одиниць в ієрархічній мережі – сінсетів. Головна характеристика лінгвістичних онтологій – прив'язка до значень мовних виразів (слів, іменних груп тощо). Лінгвістичні онтології охоплюють більшість слів мови і разом з тим мають онтологічну структуру, яка виявляється у відносинах між поняттями. Тому лінгвістичні онтології можуть розглядатися як особливий вид лексичної бази даних і особливий тип онтології.

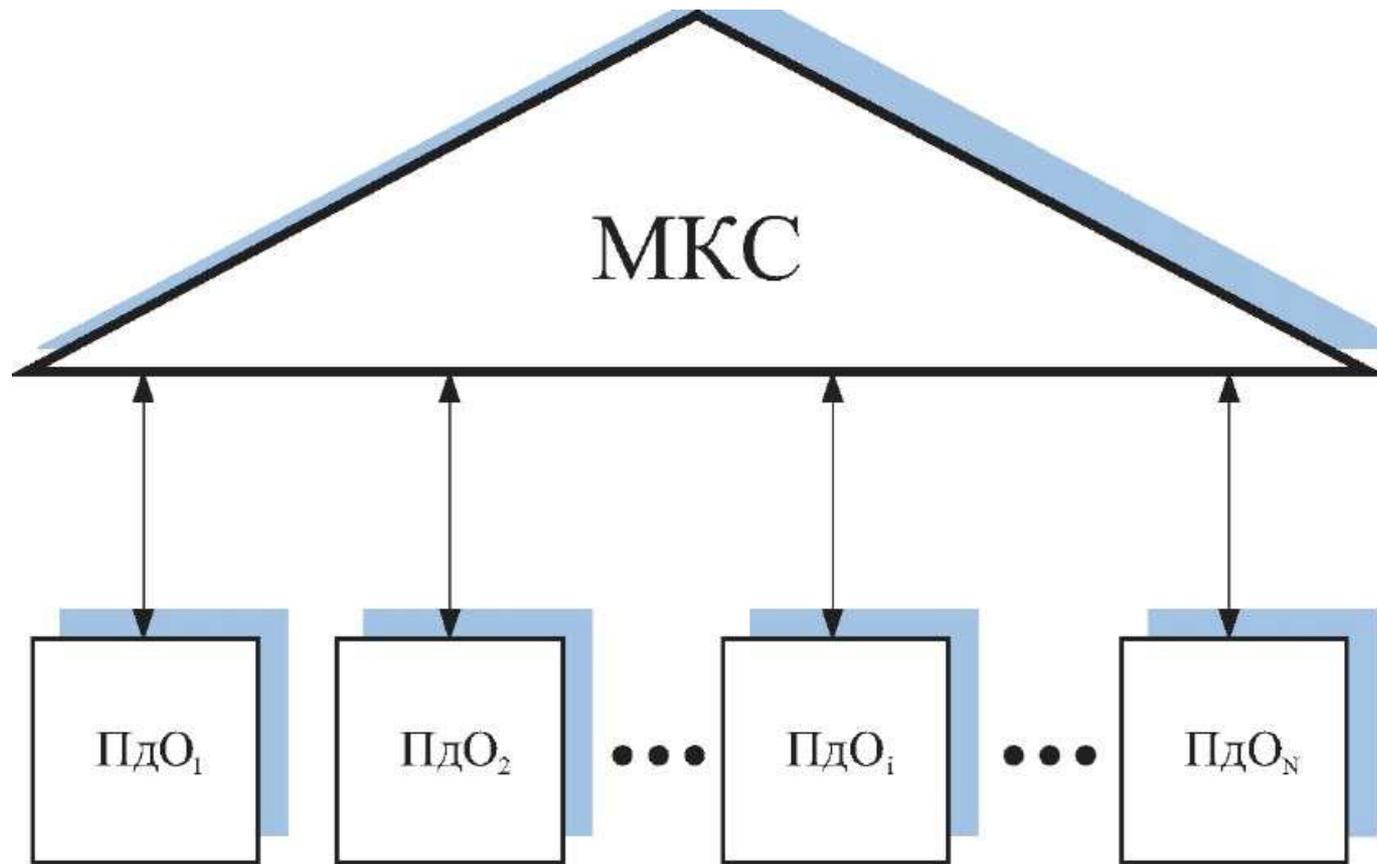
3. *Об'єднання систем понять і лексичних значень* дозволяє в створюваному ресурсі розподілити ці одиниці і докладно описати їх взаємозв'язки.



Концептуальні аспекти побудови системи знань



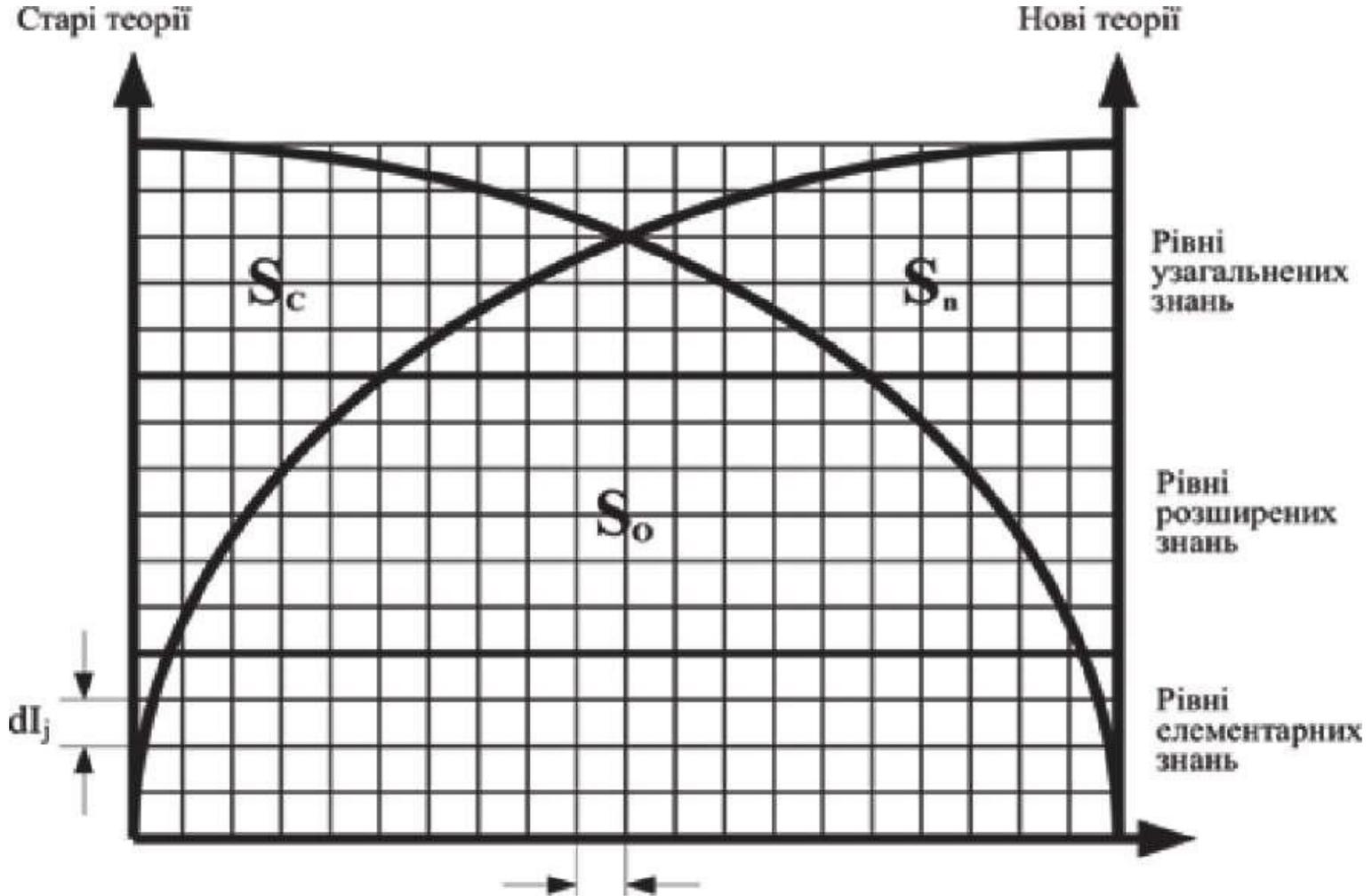
Якщо система Логіка розглядається на абстрактному рівні, то її аналізом повинна займатися онтологія, як філософська дисципліна. Якщо об'єктом обрано певну предметну область (що представляє найбільший практичний інтерес), то його повинна розглядати «комп'ютерна онтологія предметної області»



Піраміда знань

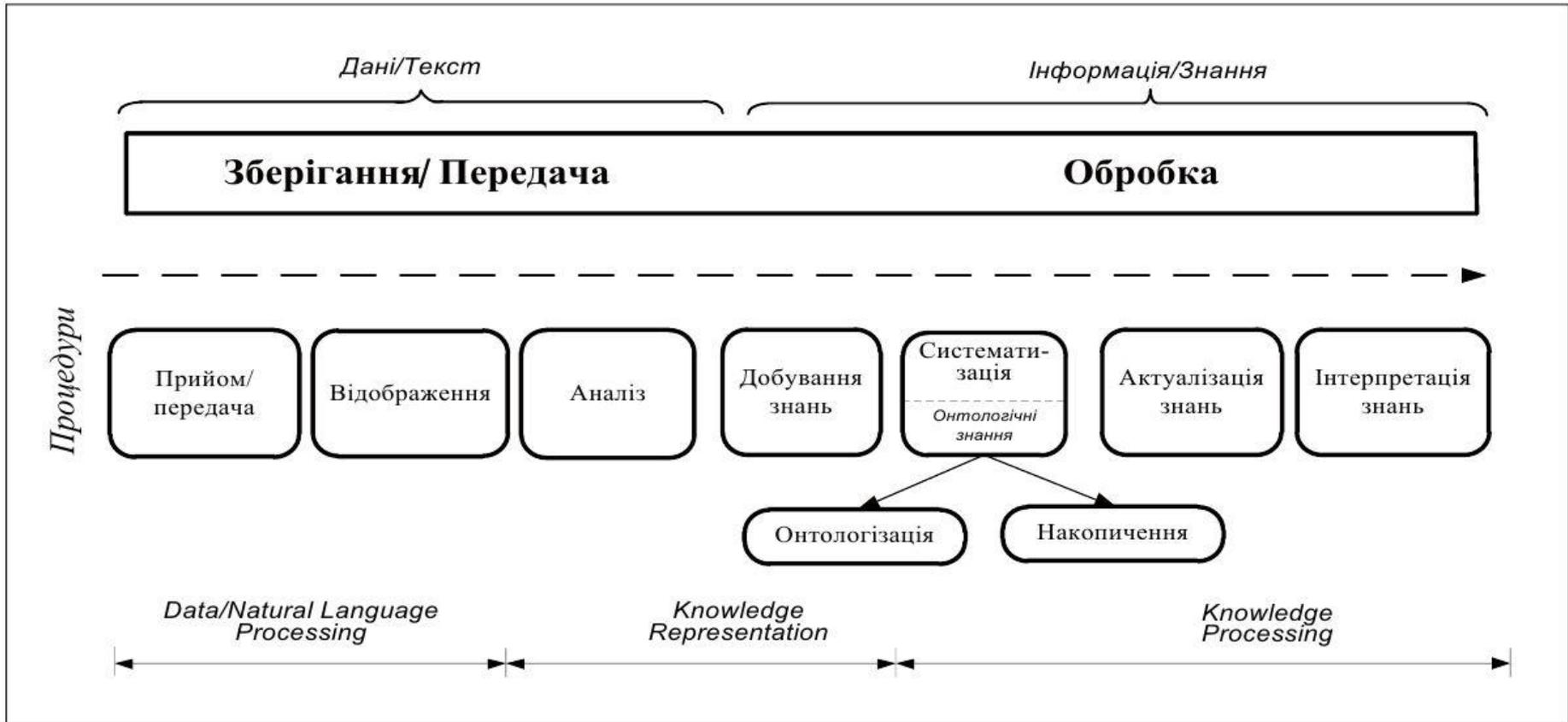
Застосовуючи методи системних переходів, процедуру, що реалізує перетворення за формулою Брукса $(K(S) + \Delta I = K(S + \Delta S))$, де $K(S)$ - початкові знання, ΔI - нова порція інформації, $K(S + \Delta S)$ - вихідні знання), можна сформулювати в термінах узагальнення сенсу.

Розвиток знань



Синергетика (від грец. *οοτ* - «спільно» і *εργουδ* - «діючий») - це міждисциплінарний напрям наукових досліджень, завданням якого є вивчення природних явищ і процесів на основі принципів самоорганізації систем (що складаються з підсистем)

Схема роботи із знаннями



Системно-сутністний аналіз знань

Поняття - це цілісна сукупність суджень, в яких стверджуються визначальні ознаки досліджуваної сутності, ядром якої є судження (або твердження) про найбільш загальні і zarazом істотні ознаки цієї сутності.

Кожне поняття характеризується об'ємом і змістом. Об'єм і зміст поняття - дві взаємопов'язані сторони поняття.

Об'єм - це клас узагальнених в понятті предметів, а **зміст** - це сукупність істотних ознак, за якими вироблено узагальнення і виділення предметів у даному понятті. Об'єм поняття є визначальним під час формування ієрархічної структури відповідного онтографа (ОГ), а зміст - під час аксіоматизації його вершин.

Розуміння - це фіксація смислу природномовного об'єкта.

Фіксація смислу природномовного об'єкта (ПМО) - це проектування ПМО на мовну картину світу (МКС).

Смисл - це індекс проєкції ПМО на МКС.

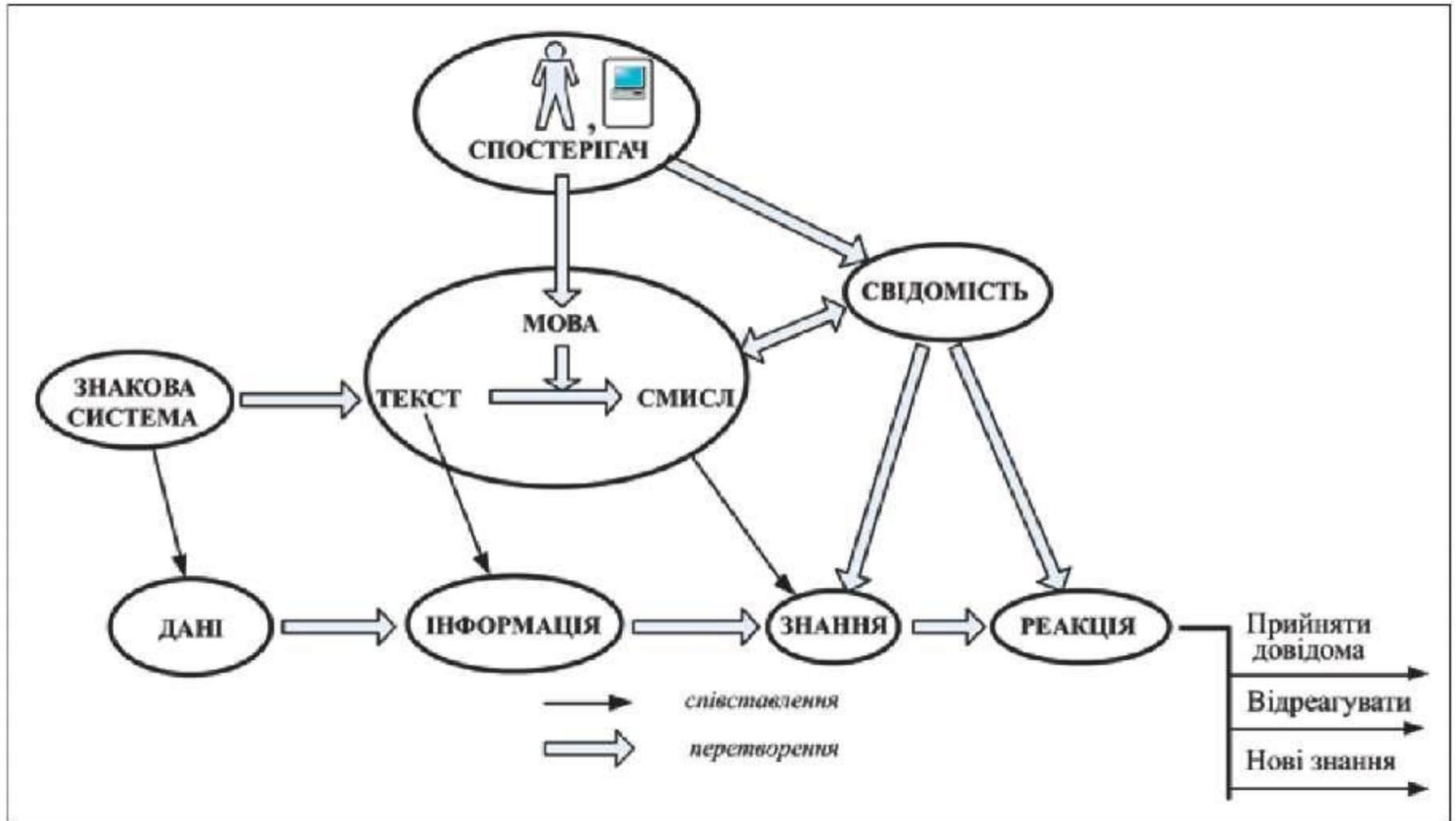
Внутрішня інтерпретація. У процесі зберігання знань у пам'яті програмних систем (ПС), разом з традиційними елементами даних зберігаються інформаційні структури, що дозволяють інтерпретувати вміст відповідних чарунок пам'яті.

Структурованість. Знання складаються з окремих інформаційних одиниць, між якими можна встановити класифікуючі типи відношень: «рід - вид», «клас - елемент», «тип - підтип», «частина - ціле» тощо.

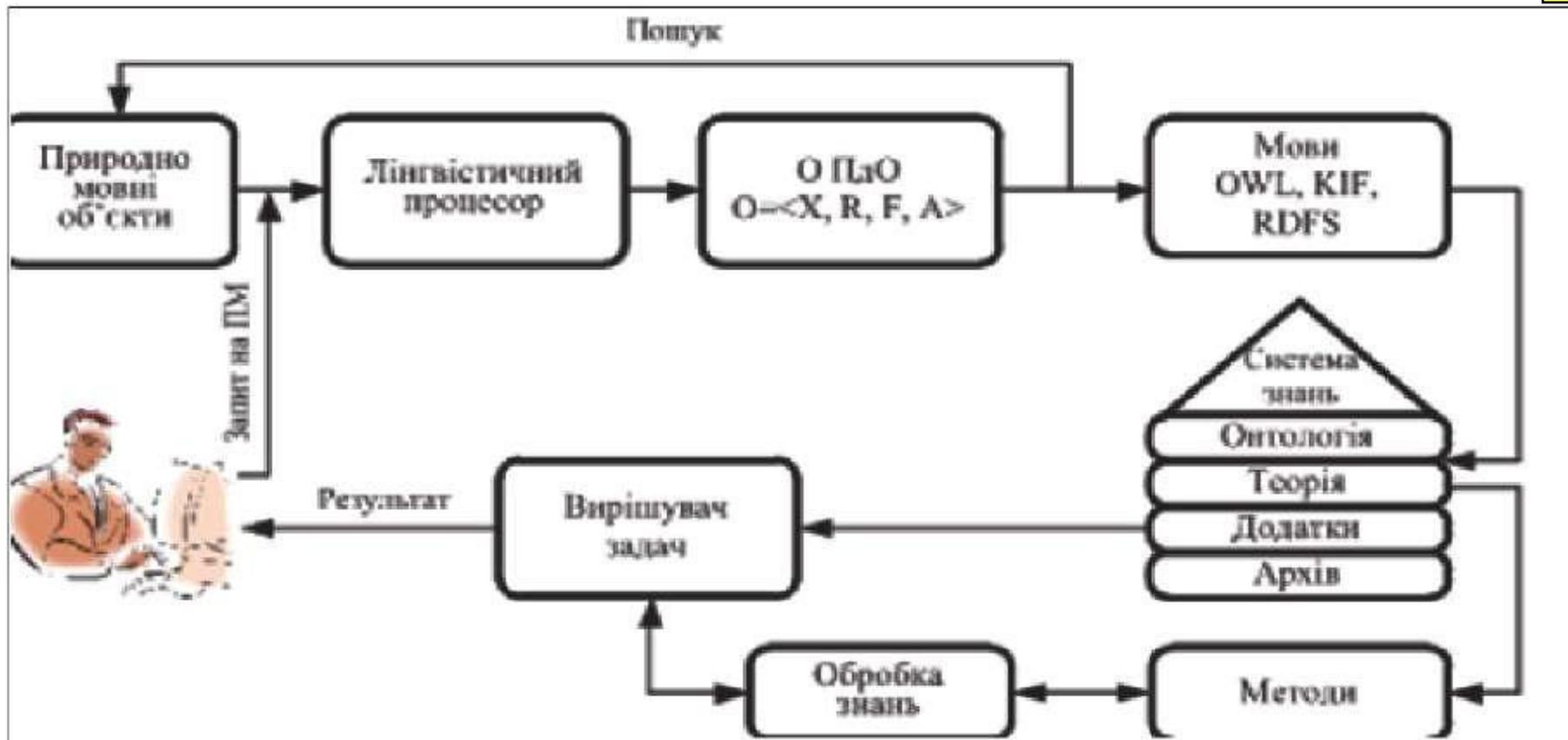
Зв'язність. Між інформаційними одиницями передбачаються зв'язки різного типу: причина - наслідок, одночасно, бути поруч та ін., що визначають семантику і прагматику предметної області.

Семантична метрика. На множині інформаційних одиниць, що зберігаються в пам'яті, вводяться певні шкали, що дозволяють оцінити їх семантичну близькість. Це дозволяє знаходити в інформаційній базі знання, близькі до вже відомих.

Активність. За допомогою цієї властивості підкреслюється принципова відмінність знань від даних. Виконання тих чи інших дій в ПС ініціюється станом бази знань (БЗ). При цьому передбачається, що поява нових фактів і зв'язків може активізувати систему.



Узагальнена схема «еволюціонування» знань



Комп'ютерна обробка знань

Формальна постановка задачі добування знань з природномовних текстів (ПМТ)

Нехай дана множина D , на якій визначено певну кінцеву сукупність p -арних відношень R на D , тобто $R_i \subseteq D^n$, де, $R_i \in R \subseteq D$, $i = 1, \dots, k$. Мовою обмежень L на D називається деяка не пуста множина $L \in R \subseteq D$. Проблема виконання обмежень формулюється наступним чином.

Для довільної множини D і довільною мови обмежень L на D проблемою виконання обмежень $CSP(L)$ є рішення такої комбінаторної проблеми.

Дано: трійка $P = (V, D, C)$, де

V – кінцева множина змінних;

C – деяка множина обмежень $\{C_1, \dots, C_q\}$.

Кожне обмеження $C_i \in C$ – це пара (s_i, R_i) , де

s_i – p -ка елементів з V , яка називається областю обмеження,

$R_i \in L$ – p -арне обмеження на D , що називається відношенням обмеження.

Знайти: функцію $\varphi: V \rightarrow D$ таку, що $\forall (s, R) \in C$, де $s = (v_1, v_2, \dots, v_n)$, p -ка $(\varphi(v_1), \varphi(v_2), \dots, \varphi(v_n)) \in R$ або переконатися в тому, що такої функції не існує.

Системно-онтологічний аналіз

Парадигми комп'ютерних онтологій.

Дохідливість, ясність (Clarity). Терміни (і поняття) онтології повинні відображати реальну дійсність. Їх символічні позначення (знаки) повинні формуватися на основі загальноприйнятих правил у семіотиці і мають висловлювати загальноприйняті смисли реальних об'єктів. Ці смисли вилучаються із загальноприйнятих визначень термінів (понять), зафіксованих у тлумачних словниках, різних глосаріях. Судження, що входять до визначення, формалізуються на основі формального загальноприйнятого апарату у вигляді істинних логічних аксіом.

Обґрунтованість, зв'язність (Coherency). Формування початкового набору понять онтології та їх додаток має бути обґрунтованим, визначеним насамперед вимогами передбачуваної сукупності розв'язуваних завдань. Логічні аксіоми початкового набору понять повинні бути несуперечливими. Для цього має бути передбачено механізм логічного виведення, який також перевіряє на несуперечність аксіоми, що додаються і виведені в онтології твердження.

Розширюваність (Extendibility). Ядром онтології є спочатку введені (спроектовані) поняття і аксіоми, що їх описують. В онтології має бути передбачено механізм розширення (обмеження) спільно використовуваних словників понять без порушення цілісності системи.

Мінімальний вплив кодування (Minimal encoding bias). В онтологічній системі (ОнС) має бути реалізовано принцип спільного використання онтологій, який передбачає: специфікацію онтології на рівні повноцінного представлення, а не символного кодування; запис такої специфікації на загальноприйнятій і платформонезалежній мові опису онтологій можна передати для використання будь-якому програмному агенту.

Мінімальні онтологічні зобов'язання (Minimal ontological commitment). Цей принцип схожий на принципи обґрунтованості та розширюваності / обмеження. Важливо, щоб множина понять онтології відображала концептуальну структуру ПдО, відносно стабільну впродовж «життєвого циклу» ОнС. А остання має надавати можливість розширення або спеціалізації окремих гілок онтологічного графа. Відділення концептуальних знань від знань, виражених фактами, є стратегією побудови ОнС, а точніше - онтологічних БЗ.

Комп'ютерна онтологія - це:

- ієрархічна структура скінченної множини понять, що описують задану предметну область;
- структура є онтографом, вершинами якого є поняття, а дугами - семантичні відношення між ними;
- поняття і відношення інтерпретуються відповідно до загально-значущих функцій інтерпретації, взятих з електронних джерел знань заданої;
- визначення понять і відношень виконується на основі аксіом і обмежень їх області дії;
- формально онтограф описується на одній з мов опису онтологій;
- функції інтерпретації та аксіоми описані в підходящій формальній теорії.

Онтологію формально представляють впорядкованою трійкою

$$O = \langle X, R, F \rangle, \quad (1.1)$$

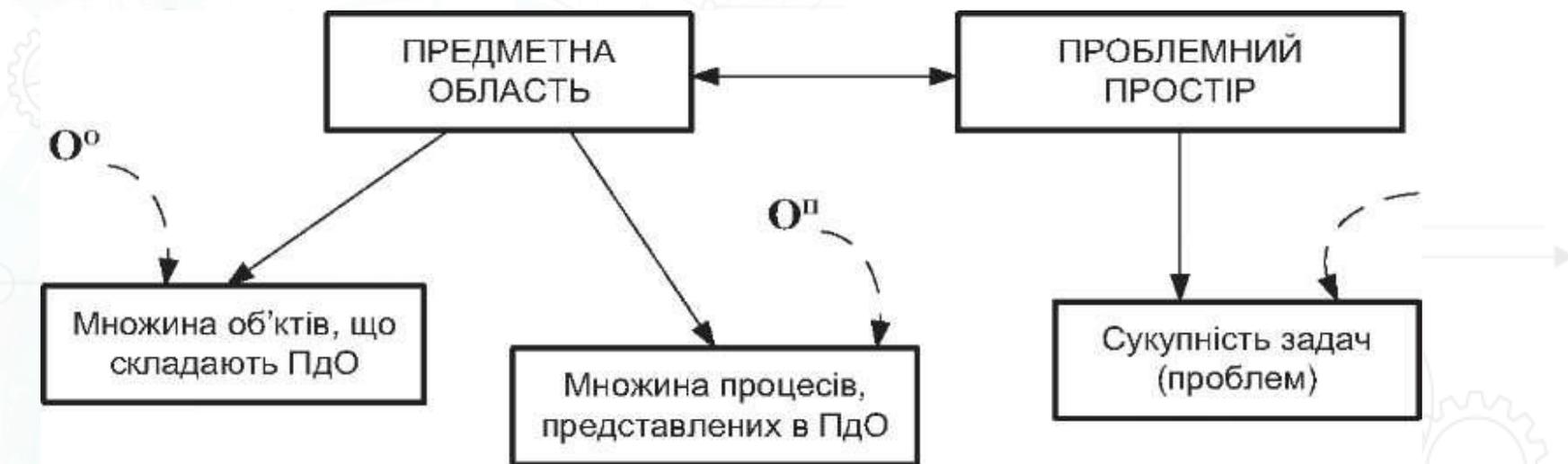
де X, R, F – кінцеві множини відповідно: X – концептів (понять, термінів) предметної області, R – відношень між ними, F – функцій інтерпретації X та/або R .

Розгляд граничних випадків множин (1.3): $R = \emptyset$; $R \neq \emptyset$; $F = \emptyset$; $F \neq \emptyset$ в усіх чотирьох комбінаціях значень і дає різні варіанти онтологічних конструkcій, починаючи від простого словника і таксономії до формальної структури концептуальної БЗ для високоінтелектуальних знання-орієнтованих систем. Детальний розгляд різних зазначених комбінацій з їх змістовною інтерпретацією виконано в [21].

За своєю функціональною повнотою і ступенем формальності розрізняють три види онтологій: проста, повна (чи строга) і множина проміжних або неповних онтологій.³

Проста онтологія – це така онтологія, у якій $R = \emptyset$; $F = \emptyset$. Вона функціонує (в основному) для однозначного сприйняття науковою спільнотою понять у відповідній прикладній сфері.

Схема онтологій-компонент предметної області

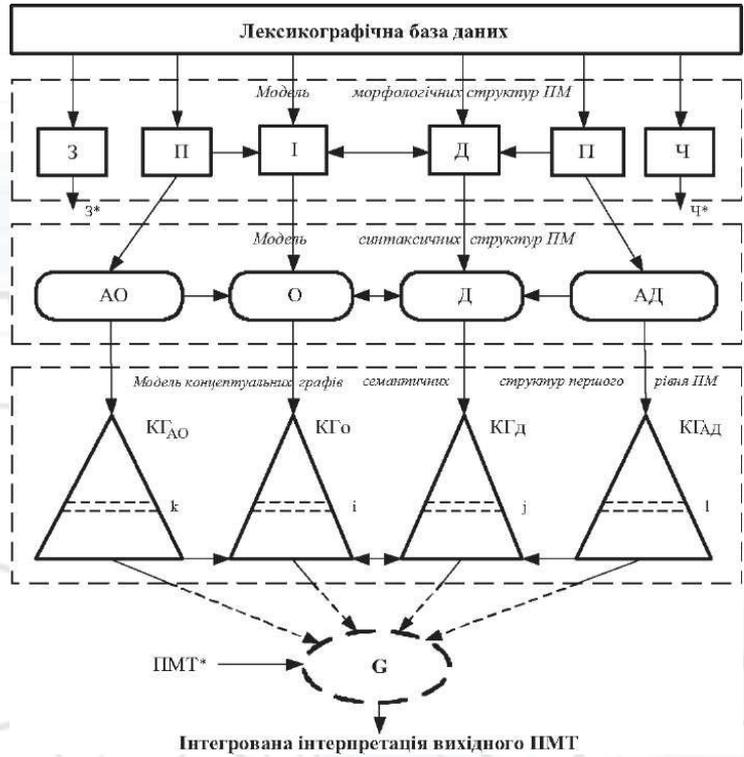


Типи компонент - суть поняття, що групуються в онтології об'єктів і процесів:

O^O - онтологія множини об'єктів (понять, концептів), що розглядається як ієрархічна структура класів, підкласів та елементів класів;

O^P - онтологія множини процесів, що розглядається як ієрархічна структура процесів, підпроцесів, дій та операцій;

O^3 - онтологія сукупності задач (типових наборів), що можуть бути поставлені і вирішені. Розглядається як ієрархічна структура задач, підзадач, процедур і операторів.



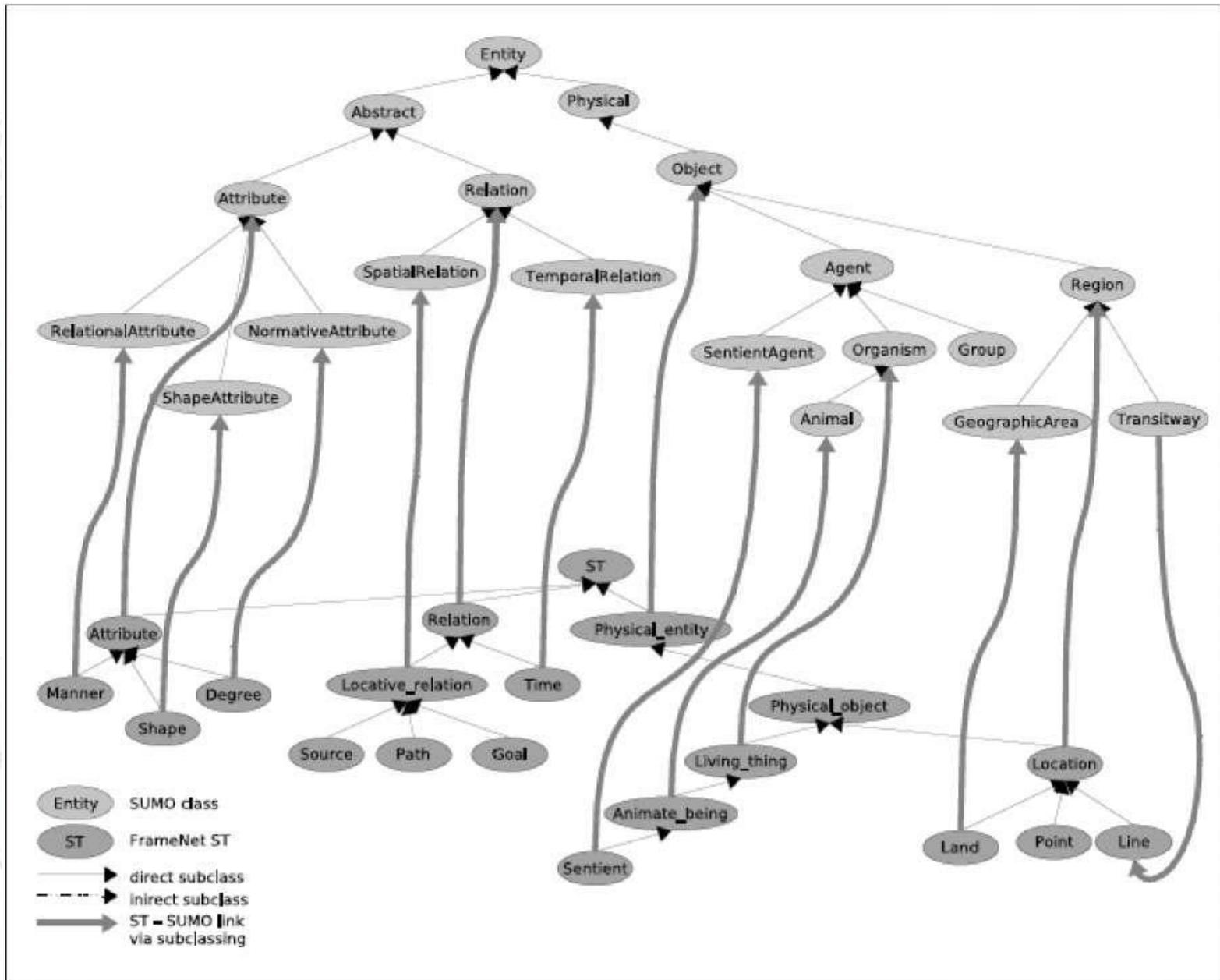
З, П, І, Д, П, Ч - повнозначні частини мови (відповідно займенник, прикметник, іменник, дієслово, прислівник і числівник);

АО, О, Д, АД - елементи синтаксичних структур (відповідно атрибут об'єкта, об'єкт, дія і атрибут дії);

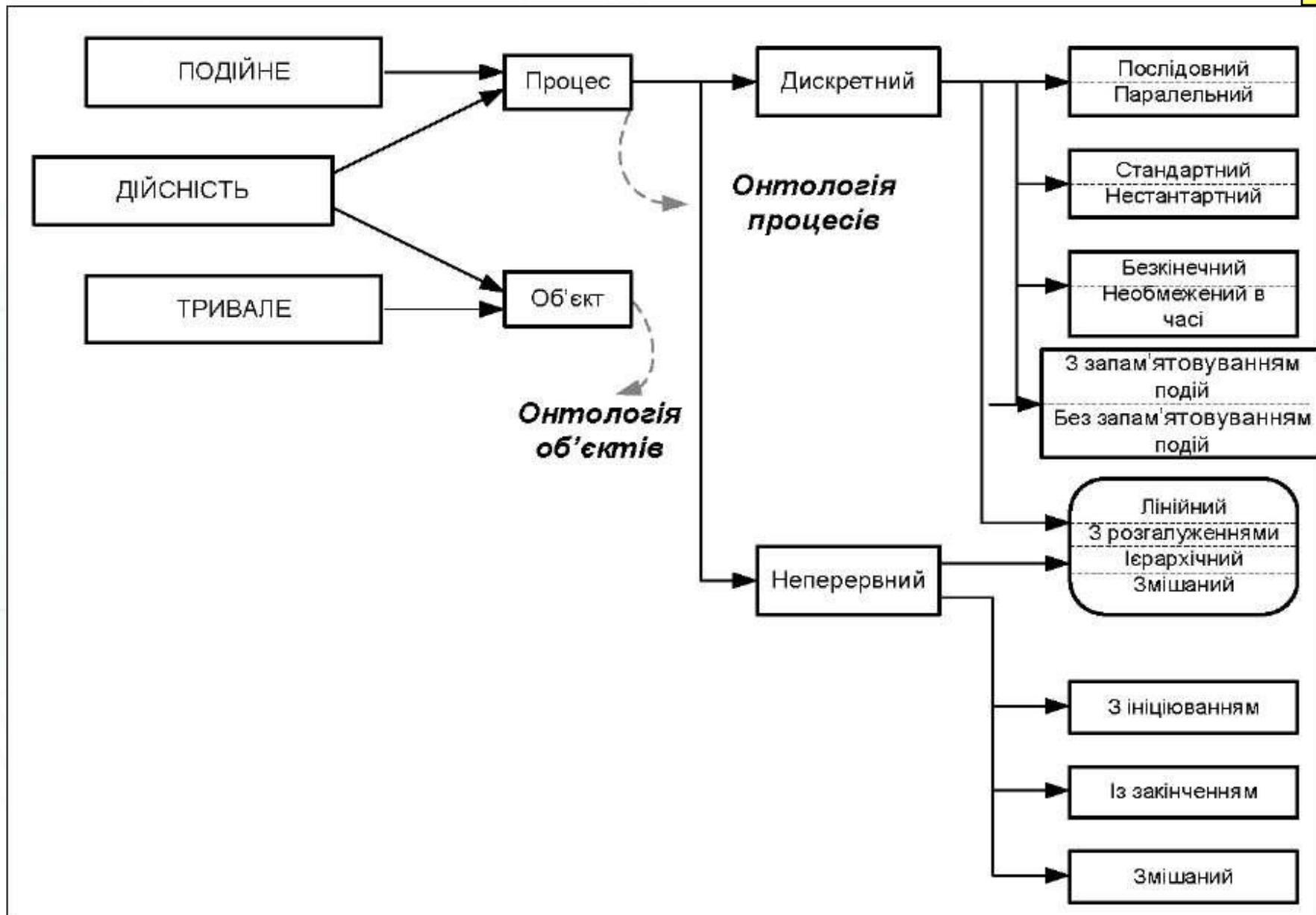
КГ_{АО}, КГ_О, КГ_Д, та КГ_{АД} - елементи семантичних структур першого ступеня (відповідно концептуальні графи атрибута об'єкта, об'єкта дії і атрибуту дії);

З*, Ч* - певним чином впорядковані морфологічні таблиці для частин мови (відповідно займенника і числівника, у вихідному природномовному тексті (ПМТ));

ПМТ* - вихідний природномовний текст після інтерпретації модулем обробки семантики першого ступеня.



Фрагмент зв 'язування



Початкові ділянки онтологічних процесів

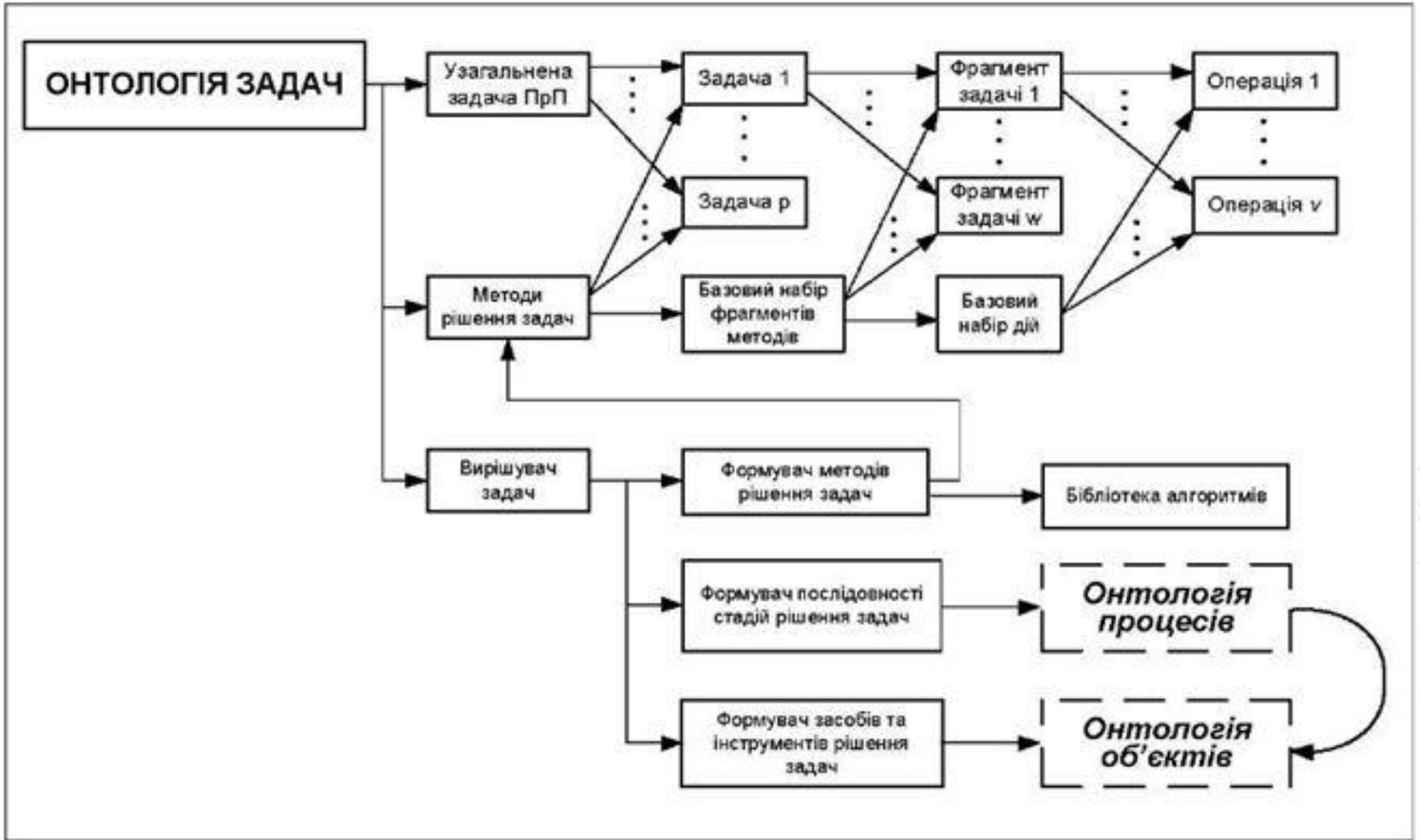
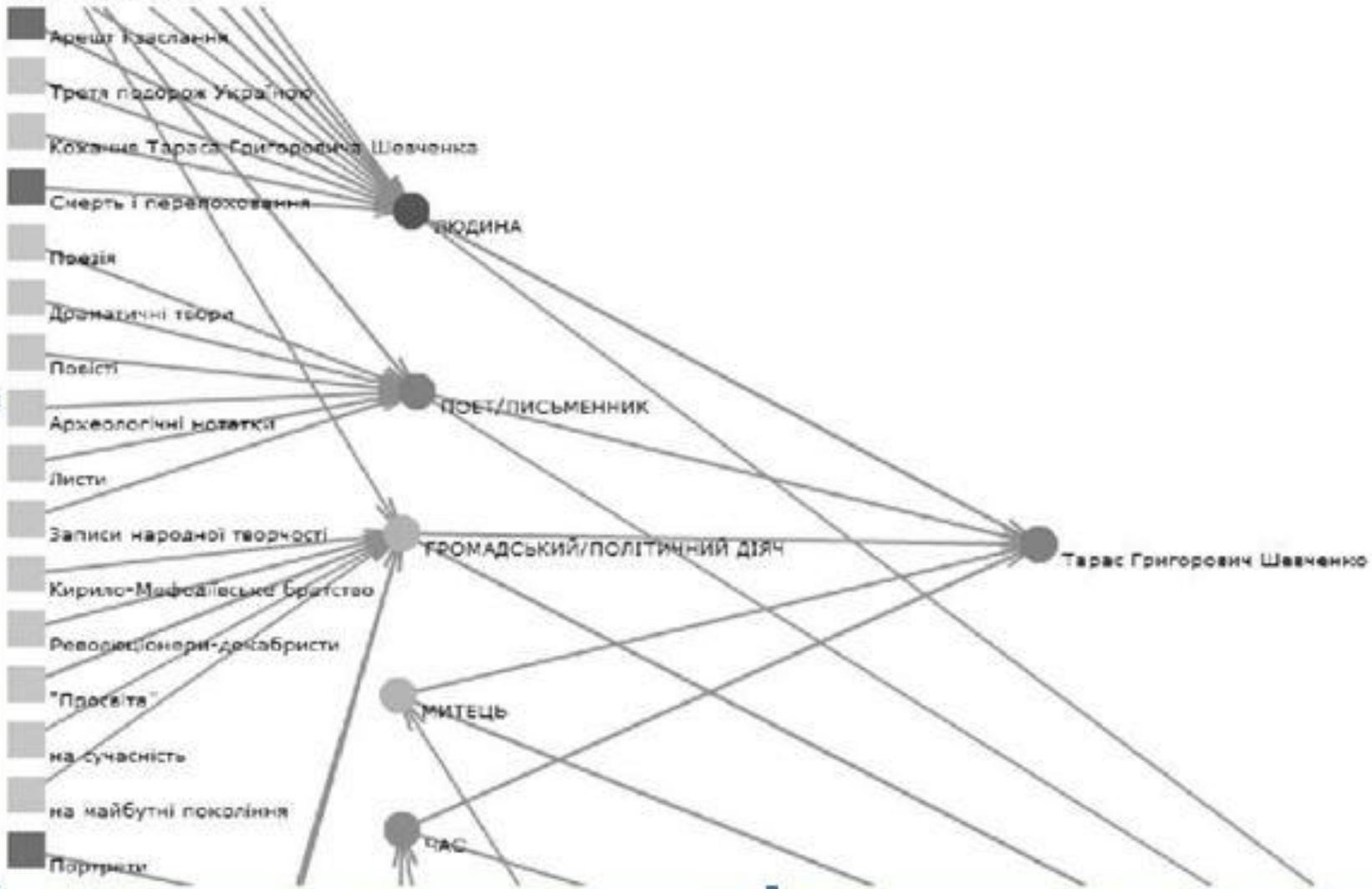


Схема онтології задач

ОБ'ЄКТИ ОНТОЛОГІЇ

КЛАСИ ОБ'ЄКТІВ ОНТОЛОГІЇ



Граф (структура онтології лист)