

УДК 005.94+004.9+519.7

О. Є. СТРИЖАК

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Україна***ОНТОЛОГІЧНІ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ**

*У статті розглядаються питання щодо проектування та побудови інформаційно-аналітичних систем на основі комп'ютерних онтологій. Визначаються структурні компоненти онтологій, які найбільш повно можуть бути представлені у вигляді натуральних систем. Описуються механізми формування множини таксономій та ієрархій на основі певних властивостей концептів онтологій. Декларується поняття онтологія задачі. Визначаються основні онтологічні інструменти підтримки процесів вирішення задач у середовищі інформаційно-аналітичних систем. Описуються основні етапи формування інформаційно-аналітичних систем на основі представлення онтологій у вигляді графу.*

**Ключові слова:** онтологія, властивість, ієрархія, таксономія, тавтологія, задача.

**Вступ**

Головним завданням будь-якої інформаційно-аналітичної системи (ІАС) є управління інформаційними потоками, отримання інформації та її перетворення, обробка й аналіз – тобто управління інформаційними процесами [1]. Управління процесами обробки інформації в середовищі ІАС реалізується на основі використання певних ієрархій, які відображають властивості інформаційних процесів, що складають операційне середовище системи. Від оптимального визначення та динаміки формування ієрархій взаємодії компонентів операційного середовища ІАС певним чином залежить ефективність її використання. Тому дуже важливо мати певні інструменти, за допомогою яких можливо досить ефективно спроектувати та реалізувати механізми управління ієрархією, яка відображає взаємодію усіх компонентів ІАС.

**1. Онтологічні інструменти**

Одним з таких інструментів може бути онтологічна модель [3-5, 13-17, 21, 22], яка в своїй інформаційній основі має механізм динамічного формування та використання ієрархій у вигляді певних таксономій [18]. Онтологія деякого операційного середовища в загальному випадку формально представляється впорядкованою трійкою:

$$O = \langle X, R, F \rangle, \quad (1)$$

де  $X, R, F$  - кінцеві множини відповідно:

$X$  – концептів (понять, термінів) предметної

області (Про), на основі яких формується предметна складова операційного середовища ІАС;

$R$  – відношень між концептами та їх властивостями (вважатимемо, що властивості є інтерпретацією відношень, тобто існує перетворення яке кожному відношенню встановлює відповідність певній властивості);

$F$  – функцій інтерпретації (визначень)  $X$  та/або  $R$ , які складають функціональну частину операційного середовища ІАС.

Розглянемо клас онтологій, де існує непуста підмножина  $R_t$  певної множини властивостей  $R$ , елементи якої певним чином впорядковані відношенням – **частина-ціле**. Це відношення може бути постульоване наступними аксіомами [19]:

- **рефлексивне** – все є частиною самого себе

$$\forall x R(x, x), \quad (2)$$

- **антисиметричне** – ніщо не є частиною своїх частин

$$\forall x \forall y R(x, y) \wedge R(y, x) \rightarrow x = y, \quad (3)$$

- **транзитивне** – частини частин є частинами цілого

$$\forall x \forall y \forall z R(x, y) \wedge R(y, z) \rightarrow R(x, z). \quad (4)$$

Тоді справедливим є наступне твердження: певна **таксономія** [18] може бути створена певною непустою множиною відношень упорядкованості  $R_t$ , де  $R_t \subset R | R_t \neq \emptyset$

$$R_t = \{t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_n \mid t_i = \prod_1^n x_k * x_m \mid x \in X, k \neq m, k \leq n, m \leq n\}. \quad (5)$$

При чому множина  $\prod_1^n x_k * x_m$  має властивість асоціативності [6, 12].

Тоді під таксономією у контексті застосування множин онтологій у процесі створення ІАС можна розглядати певну множину концептів онтології, які завжди мають бінарне некомутативне відношення, яке можна інтерпретувати як властивість **бути елементом певного класу**. При чому з цих онтологій також можливе утворення упорядкованої множини, елементи якої також мають бінарну некомутативну властивість **бути елементом певної онтології**.

У формалізованому вигляді це представляється наступним чином:

$$\begin{aligned} (\exists(x_i \times x_j = t_k) \mid \forall x_{1,n} \in X \rightarrow \exists t_{1,m} \in R_t) \Rightarrow \\ \Rightarrow (\exists O_l \subset \prod_1^k O_l \mid O_l \times O_j = T_k \mid 1 \leq k, l \leq i, j \leq k). \quad (6) \end{aligned}$$

Це твердження можна представити в наступній інтерпретації: множини тавтологій і тверджень створюють певні категорії [2], властивості концептів, які створюють ці тавтології, і твердження також створюють категорію. Онтології, які створюються цими концептами та властивостями, також створюють певну категорію. І між цими категоріями завжди існує морфізм (рис. 1) [2].

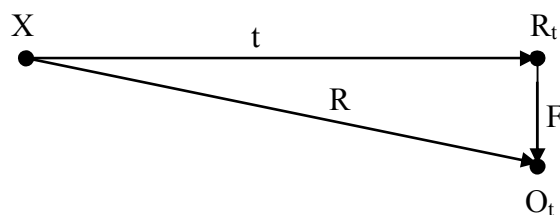


Рис. 1. Комутативна діаграма

Комутативна діаграма, представлена на рис. 1, демонструє, що всі концепти створюють за своїми властивостями множину певних класів. Усі твердження, які можуть бути сформовані з концептів, що створюють клас на основі певної означеної властивості, повинні бути тавтологіями [12, 19], і на їх основі створюється певна множина онтологій, всі елементи якої мають властивість **бути елементом певної онтології**.

На основі тавтологій, як представників класів, які створюються концептами онтологій операційного середовища ІАС, може бути створена система класифікації, яка, як і будь-яка система, повинна

представляти певну ієрархію, кожен з елементів якої, у свою чергу, має внутрішню структуру (елементи внутрішньої структури та їх зв'язки) і взаємодіє із зовнішнім середовищем. Якщо перекласти це мовою класифікацій, то внутрішня структура – це угруповання об'єктів класифікації, зв'язки внутрішньої структури – це взаємне співвідношення угруповань об'єктів класифікації, а взаємодія із зовнішнім середовищем – це взаємозв'язки між класифікаційними угрупованнями різних концептів. У взаємозв'язках є два аспекти взаємозв'язку угруповань:

- структурний – входження об'єктів класифікації до операційного середовища ІАС на основі бінарних відношень та властивостей;

- лексико-семантичний – формування певних множин тверджень-висловлювань, які є тавтологіями відносно проблем, які вирішуються в операційному середовищі ІАС.

Практично завдання створення системи класифікації в ІАС зводиться до поєднання класифікацій на структурному та лексико-семантичному рівнях:

- 1) при взаємодії з однорідними класифікаціями найчастіше проста вихідна класифікація ІАС розширюється:

- додаються нові показники, у вигляді тавтологій, в існуючі розділи, підрозділи тощо з присвоєнням нових кодів згідно із системою кодування, прийнятою в ІАС;

- додаються нові розділи, підрозділи тощо також у вигляді тавтологій;

- 2) при взаємодії з різнорідними класифікаторами, які базуються на інших словниках, показники мають інший сенс тощо, тому необхідно розглядати кожний окремий елемент класифікацій.

Тобто такі класифікатори можна розглядати як упорядковані множини тавтологій, на основі яких можуть бути створені таксономії операційного середовища ІАС.

## 2. Онтології задач (уточнення)

Будь-яка ІАС забезпечує вирішення певного набору **задач (ТР)** проблемних ситуацій з набором заданих цілей. Поняття задачі розглядається як категорія, яка певною мірою відноситься до процесу перетворення  $\{\text{дія} \rightarrow \text{результати}\}$ . Поняття задача включає в себе наявність проблемної ситуації в термінах певної онтології і може бути визначена наступним чином [6, 12, 14, 16, 17]:

$$TP = \langle K, K^*, Aim \rangle, \quad (7)$$

де  $K$  – модель ПрО, яка відображає проблемну ситуацію;

$K^*$  – кортеж станів ПрО, які актуалізуються на кожному кроці досягнення цілей

$$K^* = \langle K_0, K_1, \dots, K_i, \dots, K_n \rangle; \quad (8)$$

$Aim = F \times R$  – набір цілей.

Тоді процес вирішення задачі може являти собою певну послідовність упорядкованих тавтологій, кожна з яких наслідуює всі властивості концептів, які складають тавтологію, що їй безпосередньо передуює. У введеної нами формалізації цей процес можна представити у наступному вигляді:

$$I = \langle K, K^*, F \times R, X, R_t, F, A, (X \times R_t \times R_s, R^+ \times R_t) \rangle, \quad (9)$$

де  $A$  – множина аксіом;

$R_s$  – множина обмежень;  $R_s = R^+ \times R$ ;

$R_s$  – може бути розглянуто як замикання відношень  $R_t$ ;

$R^+$  – множина властивостей, які можуть характеризувати елементи множини таксономій  $R_t$ .

Тоді множину станів вирішення задачі  $I$  можна розглядати як послідовність упорядкованих тавтологій, які визначають множину можливих таксономій, як функціональних компонентів операційного середовища ІАС.

Типова ІАС може бути створена певним набором тавтологій, які формуються на основі класів, що створені ієрархічною структурою концептів-об'єктів. Ці тавтології створюють класи, які і визначають тематику задач ІАС.

Діяльність користувачів у середовищі ІАС, у процесі вирішення задач, може бути представлена у вигляді кінцевої множини станів системи  $\{\text{дія} \rightarrow \text{результати}\}$ . Вказаний тип системи може бути визначено як **натуральний** –  $S_N$  [9, 10]. Згідно теорії натуральних систем, яку викладено в роботах А. В. Малишевського [9, 10], натуральна система може бути представлена за умови існування непустої множини можливих наборів дій –  $F$ . Множину  $F$  далі розглядатимемо в якості кінцевої множини функцій інтерпретації, яка задана на певній предметній області (ПрО). Предметну область безпосередньо складають певні концепти та їх властивості.

Концепти складають множину

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n\},$$

а множина властивостей  $R$  утворюється множиною декартових добутків множини  $X$  самої на себе –

$R = \prod_i^n X_i$ . Тоді множина  $F$  може бути утворена декартовим добутком множин  $X$  та  $R$  –  $F = X \times R$  [6, 19].

Тоді завжди можливо знайти певний набір дій  $F_k \subset F$  таких, що завжди існує хоча б одне непусте  $f^i \in F_k$  таке, що існує також набір концептів  $X_j$  для яких  $f^i(x_1, \dots, x_n) \in F_k$ . Тобто для елементів множини концептів  $X$  завжди знайдеться відповідний непустий набір дій із множини  $F$  [9]. Такі множини можуть бути або замкнуті, або відкриті. Надалі ми розглядатимемо відкриті множини дій, тому що для кожної множини властивостей  $R$  в натуральній системі можливе визначення новітнього концепту  $x_{n+1}$  для множини  $X$  такого, що існує додаткова властивість  $r'$ , яка забезпечує виконання правила  $f^i(x_1, \dots, x_n, x_{n+1}) \in F_k$ . Такий набір дій ми згідно роботи [9] визначатимемо як **узгоджений**.

Також важливо зазначити, що всі непусті декартові добутки множин  $X \times R$  утворюють певну підмножину тавтологій  $F_t \subset F$ . З цього слідує, що на множині дій  $F$  можна задати певну множину висловлювань, яка також утворює натуральну систему. Таким чином, стає очевидним, що будь-яка онтологія, яка утворює натуральну систему, може бути утворена на основі певної системи висловлювань.

Конструктивним у визначенні натуральної системи є той факт, що усі наведені множини утворюють певну онтологію  $O = \langle X, R, F \rangle$ , яка фактично задає первинні умови  $\bar{R} \subset R \mid R = X \times X$  існування систем такого типу. Тобто завжди можливо визначити умови  $\bar{R}$ , коли будь-яка онтологія буде складати натуральну систему. Назвемо таку властивість онтологій **пластичним перетворенням**. Властивість пластичності дозволяє стверджувати наступне: для довільної натуральної системи завжди існує непорожня множина тавтологій, яка може бути поширена новітньою тавтологією. Таким чином, можливо при використанні певних онтологій виконувати підстановку множин висловлювань, які задаються на множині концептів онтології і які є тавтологіями. Це твердження може бути перефразоване наступним чином: якщо певна онтологія є натуральною системою, то завжди є певна непорожня множина висловлювань, яка утворюється концептами цієї онтології, за умови, що ці концепти пов'язані між собою бінарними відношеннями виду:

$$r^m(x_i^j, x_i^k \mid x_i^j \in X_i, x_i^k \in X_i, r^m \in R \neq \emptyset).$$

Як можна побачити, ми побудували певну нормальну систему у вигляді онтології деякої предметної області (ПрО). Слід відзначити, що комп'ютерна онтологія предметної області, як визначається у роботах [13-16, 21, 22], – це:

- ієрархічна структура скінченної множини понять, що описують задану предметну область;
- структуру онтології можна представити у вигляді орієнтованого дводольного графу (онтографу), вершинами якого є концепти онтології (поняття ПрО), а дугами – бінарні властивості концептів (семантичні відношення між поняттями ПрО);
- поняття і відношення інтерпретуються відповідно до загальнозначущих функцій інтерпретації, взятих з електронних джерел знань заданої ПрО;
- визначення концептів та їх властивостей (понять і відношень) виконується на основі тавтологій (аксіом) і умов-обмежень їх області дії (правил використання/застосування концептів на основі їх властивостей);
- завжди існує формальна система, за правилами нотації якої можна описати правила формування онтографу;
- функції інтерпретації та аксіоми можуть бути описані за правилами нотації формальної теорії.

Виділимо умовно 5 наступних типів онтологій [4, 16]:

- $X = \emptyset, R = \emptyset, F = \emptyset$  – неструктурований текст;
- $X \neq \emptyset, R = \emptyset, F \neq \emptyset$  – глосарій;
- $X \neq \emptyset, R \neq \emptyset, F = \emptyset$  – таксономія;
- $X \neq \emptyset, R = \emptyset, F = \emptyset$  – проста онтологія;
- $X \neq \emptyset, R \neq \emptyset, F \neq \emptyset$  – активна онтологія.

Якщо до них застосувати наведене вище визначення натуральної системи, то можна зробити наступний висновок: тільки активна онтологія є натуральною системою. Інтуїтивно це стає очевидним за рахунок того, що натуральна система повинна включати в себе непорожні множини концептів, властивостей та дій (функцій інтерпретацій). Тільки активна онтологія задовольняє цю умову. На основі цього факту можливе формулювання наступного модального твердження: необхідною умовою визначення онтології як натуральної системи є умова можливого включення до кожної складової множини семантично значущих концептів, їх властивостей та предметних інтерпретацій. Під семантичною значимістю будемо розуміти наступне: відповідний елемент є семантично значущим, якщо його можна включити до конструкції певної тавтології. Конструкція певної тавтології включає як мінімум концепт, його властивості і висловлювання, яким чином властивості можуть бути використані в певній послідовності дій.

Введення категорії **упорядкованість** до онтологій і натуральних систем потребує уточнення введеної нами вище категорії **таксономія**. Під таксономією у контексті деяких онтологій як натуральних систем будемо розуміти певну множину концептів

онтології, які мають бінарну властивість **порядковий**, яка може інтерпретуватися наступним чином – бути наступним, бути поточним, бути найближчим.

Ми у наступному розглядатимемо таксономії, за допомогою яких можливе утворення тавтологій, які включають усі концепти, що мають бінарну властивість **порядковий**.

Тоді послідовність процесу вирішення задачі І може бути представлена певною таксономією, яка відображає структуру взаємовідношень тавтологій.

Будь-яку таксономію можна представити навантаженим дводольним графом [19]

$$G = (V_1 \cup V_2, E), \quad (10)$$

де  $V_1 \cap V_2 = \emptyset$ , вершини з  $V_1$  розмічені іменами предикатів, а вершини з  $V_2$  – іменами аргументів;

$E$  – множина дуг (ребер). Дуги графа з'єднують вершини, помічені іменами предикатів, з вершинами, поміченими іменами аргументів.

Вершини з множини  $V_1$  називаються вузлами-предикатами, вершини з  $V_2$  – вузлами-концептами, а самі предикати – концептуальними предикатами.

Висловлювання формується на основі композиції вершин, інцидентних до одного ребра.

Алгоритм формування:

1. Визначається перша вершина (ліва або права) за напрямком відношення, якщо воно не комутативне.
2. Обирається ліва/права вершина та інцидентне ребро.
3. Обирається права/ліва вершина з інцидентним ребром, яке має ліву/праву вершину.
4. Дводольний граф визначається як висловлювання.

Обчислюється значення висловлювання: істинність – вершини включаються до множини тавтологій, хибність – вершини не входять до цієї множини.

Алгоритм формування тавтологій як множини істинних висловлювань може бути представлений у загальному вигляді нормального алгоритму Маркова [11].

Візуалізація інформації у вигляді ієрархічного графу допомагає:

- швидко знаходити потрібний елемент в ієрархії;
- розуміти зв'язок елемента з контекстом;
- забезпечувати можливість прямого доступу до інформації при вершинах.

Мережний граф може виступати не лише засобом організації інформації. Розширюючи його традиційні функції завдяки відображенню у вигляді просторово упорядкованої множини тавтологій,

граф можна перетворити на середовище, в якому забезпечується активна робота з розподіленими інформаційними ресурсами на основі використання методів натуральних систем.

Нарешті, якщо допустити, що інтуїція й суб'єктивні оцінки є основним вихідним матеріалом, на підставі якого індивідуум одержує ясне уявлення про свої творчі можливості, то судження про перевагу одного елемента над іншим і інтенсивність цих суджень можна використовувати для вираження внутрішніх почуттів і схильностей.

## Висновки

Онтологічний підхід до створення ІАС виходить із природної здатності людей думати логічно й творчо, визначати події, встановлювати стосунки між ними та формувати висловлювання та твердження, які виконуються при певних умовах. Відзначимо, що людині властиві дві характерні ознаки аналітичного мислення: перша – уміння спостерігати й аналізувати спостереження; друга – здатність встановлювати відношення між спостереженнями, оцінюючи рівень взаємозв'язків між відношеннями, а потім синтезувати їх в загальне сприйняття та відображення спостережуваного. Перераховане вище дає уявлення про принципи ідентичності й декомпозиції, дискримінації, порівняльного судження й синтезу. Застосування онтологічних описів в цьому технологічному ланцюзі забезпечує динамічне формулювання відповідних умов визначення станів вирішення задач у середовищі ІАС. Цьому сприяє визначення та поетапне використання властивостей концептів предметних областей, за якими здійснюється прийняття відповідних рішень. Коректність та адекватність самого рішення певної задачі повністю залежить від коректності й адекватності онтологічної моделі кожної предметної області.

## Література

1. Белов, В. С. Информационно-аналитические системы. Основы проектирования и применения: учебное пособие, руководство, практикум [Текст] / В. С. Белов. – М. : Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2005. – 111 с.
2. Букур, И. Введение в теорию категорий и функторов [Текст] / И. Букур, А. Деляну. – М. : Мир, 1972. – 259 с.
3. Буч, Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения [Текст] : пер. с англ. / Г. Буч. – М. : Конкорд, 1992. – 519 с.
4. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хоро-

шевский. – СПб. : Питер, 2001. – 384 с.

5. Гладун, В. П. Процессы формирования новых знаний [Текст] / В. П. Гладун. – София : СД «Педагог 6», 1994. – 192 с.

6. Кантор, Г. Труды по теории множеств [Текст] / Г. Кантор. – Москва : Наука, 1985. – 483 с.

7. Князева, Е. Н. Трансдисциплинарные стратегии исследований [Текст] / Е. Н. Князева // Вестник ТГПУ, 2011. – №10. – С. 193-201.

8. Конноли, Т. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика [Текст] : пер. с англ. / Т. Конноли, К. Бегг, А. Страчан. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2001. – 1120 с.

9. Малишевский, А. В. Качественные модели в теории сложных систем [Текст] / А. В. Малишевский. – М. : Наука. Физматлит, 1998. – 528 с.

10. Малишевский, А. В. Натуральные системы [Текст] / А. В. Малишевский // Автоматика и телемеханика. – 1973. – № 11. – С. 42-57.

11. Марков, А. А. Теория алгоритмов [Текст] / А. А. Марков, Н. М. Нагорный. – М. : Наука, 1984. – 432 с. – (Мат. логика и основания математики). – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Фазис, 1996. – 493 с.

12. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику [Текст] / Э. Мендельсон. – М. : Наука, 1971. – 320 с.

13. Палагин, А. В. К вопросу системно-онтологической интеграции знаний предметной области [Текст] / А. В. Палагин, Н. Г. Петренко. // Математические машины и системы, 2007. – № 3,4. – С. 63-75.

14. Комп'ютерні онтології та їх використання у навчальному процесі. Теорія і практика [Текст] : моногр. / О. Є. Стрижак, С. О. Довгий, В. Ю. Величко, Л. С. Глоба [та ін.]. – К. : Інститут обдарованої дитини, 2013. – 310 с.

15. Стрижак, О. Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів [Текст] / О. Є. Стрижак // Екологічна безпека та природокористування : Збірник наукових праць / М-во освіти і науки України, Київ, нац. Нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору ; редкол. : О. С. Волошкіна, О. М. Трофимчук (голов. ред.) [та ін.]. – К., 2013. – Вип. 12. – С. 166-178.

16. Попова, М. А. Онтологічний інтерфейс як засіб представлення інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі [Текст] / М. А. Попова, О. Є. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия : География. – 2013. – Т. 26 (65), № 1. – С. 127-135.

17. Стрижак, О. Є. Формування таксономій шарів карт в ГІС-середовищах на основі онтологій натуральних систем [Текст] / О. Є. Стрижак, М. А. Попова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2013. – № 4 (63). – С. 46-55.

18. Шаталкин, А. И. Таксономия. Основания,

принципы и правила [Текст] / А. И. Шаталкин. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 600 с.

19. Чёрч, А. Введение в математическую логику [Текст] : пер. с англ. / А. Чёрч. – Т. 1. – М., 1960. – 478 с.

20. Diestel, R. *Graph Theory. Electronic Edition* [Text] / R. Diestel. – NY : Springer-Verlag, 2005. – 422 p.

21. Gruber, T. R. *A translation approach to portable ontology specifications* [Text] / T. R. Gruber // *Knowledge Acquisition*. – 1993. – Vol. 5. – P. 199–220.

22. *The Ontological Level* [Text] / N. Guarino, R. Casati, N. Smith, G. White // *Philosophy and the Cognitive Sciences*. – Vienna : Holder-Pichler-Tempsky, 1994. – P. 443-456.

Надійшла до редакції 03.06.2014, розглянута на редколегії 11.06.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, професор, професор кафедри Г. Я. Красовський, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків.

## ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

*А. Е. Стрижак*

В статье рассматриваются вопросы проектирования и построения информационно-аналитических систем на основе компьютерных онтологий. Определяются структурные компоненты онтологий, которые наиболее полно могут быть представлены в виде натуральных систем. Описываются механизмы формирования множества таксономий и иерархий на основе определенных свойств концептов онтологий. Декларируется понятие онтология задачи. Определяются основные онтологические инструменты поддержки процессов решения задач в среде информационно-аналитических систем. Описываются основные этапы формирования информационно-аналитических систем на основе представления онтологии в виде графа.

**Ключевые слова:** онтология, свойство, иерархия, таксономия, тавтология, задача.

## ONTOLOGICAL INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM

*O. Ye. Stryzhak*

The article is devoted to the design and construction of information-analytical systems based on computer ontologies. Identify the structural components of ontologies, which can be more fully represented in the form of natural systems. Describes the mechanisms of forming a plurality of taxonomies and hierarchies based on certain properties of the ontology concepts. Declared the concept of task ontology. Defines the basic ontological tools to support decision processes tasks in information-analytical systems. Identify the stages of the formation of information-analytical systems based on ontology representation as a graph.

**Keywords:** ontology, property, hierarchy, taxonomy, tautology, task.

**Стрижак Олександр Євгенійович** – канд. техн. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна, e-mail: sae953@gmail.com.