

DOI: 10.32347/2412-9933.2023.56.92-96

УДК:[004.4+514.1+513.3]

**Горда Олена Володимирівна**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій,  
<https://orcid.org/0000-0001-7380-0533>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Лященко Тамара Олексіївна**

Старший викладач кафедри інформаційних технологій,  
<https://orcid.org/0000-0001-9092-0297>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Хроленко Володимир Миколайович**

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій,  
<https://orcid.org/0009-0007-2157-2023>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Тихонова Ольга Олексіївна**

Асистент кафедри інформаційних технологій,  
<https://orcid.org/0000-0002-2568-0992>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## ОСОБЛИВОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ОСНОВІ МЕТАФОР РОЇВ

**Анотація.** Розглянуто процедуру інформаційного моделювання на основі метафор роїв в інтелектуальному інформаційному середовищі, його особливості та склад. Для формування поняття в інтелектуальному середовищі будівництва визначено можливість та обґрунтовано застосування алгоритму розв'язування частинки метафоричної оптимізації у когнітивних технологіях для нормалізування поняття та його особливостей інтелектуального в межах визначеної проблематики. Перспективним напрямом вирішення складних завдань оптимізації є евристика, що обумовлюється об'єктивною неоднозначністю постановки завдань і передбачає вибір із сукупності рішень на основі відношень аналогії, схожості, подібності. З метою зрозуміти онтологію предметної області проведено аналіз вибору метафори, що дає ефективні рішення конкретних проблем через еволюційне походження. Метафора допомагає ефективно будувати нечіткі класифікатори, на основі яких інформаційно визначати області максимального збігу понять за результатами опрацювання інформації нечітких прототипів понять передбачуваного нечіткого кластеру даних функціонування базового визначення на основі базової інформації для рою. Фундаментальна властивість рою – інформаційний обмін між частинками рою, що поєднує частинки в рій як такий, що реалізує для частки рою асиметрію інформаційного обміну. При цьому сімейство рішень щодо сукупності рою частинки на основі базової інформації та приєднаних інформаційних просторів породжує рішення як максимально загальне базове. Проведено аналіз особливостей інформаційного моделювання на основі метафор роїв. Визначено особливості понять онтології предметної області для вибору метафори.

**Ключові слова:** інформаційне середовище; інформаційна технологія; онтологія; тезаурус; семантична модель; інформаційна модель; рій; метафора

### Постановка проблеми

У логіці метафора постає як зіставлення двох чи кількох понять, коли один із предметів відоміший за інший. На цій основі дослідження співвідношення когнітивних і семантичних процесів визнає технологію утворення нових понять з метою побудови інформаційних моделей як елемента інтелектуальної системи предметної галузі, для

забезпечення змісту поняття, визначеного онтологічно та гносеологічно.

Дослідження особливостей інформаційного моделювання на основі метафор роїв у створенні онтологічного підходу до розподіленого інформаційного середовища в рамках предметної області на основі інформаційних технологій, а також онтологічного підходу до застосування схожих моделей у різних предметних галузях є актуальним.

## **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Переваги та специфіка онтологічного підходу – це забезпечення гнучкого моделювання даних, семантичних технологій, що дає змогу виконувати аналіз неструктурованої інформації та інтелектуальний пошук даних у різних джерелах, машинне навчання, що забезпечує аналіз і класифікацію даних в умовах неповної інформації, керування знаннями, забезпечення постійної генерації нових знань, аналіз даних. Так, онтологічні методи досліджень, наведені в рамках інженерії знань у [1; 2], у data mining [3], у навчанні нейромереж [4], в автоматизації оцінювання знань [5], у штучному інтелекті – кластеризація знань [6; 7]. Далі спиратимемося на такі властивості інформації, як: об'єктивність, достовірність, повнота (достатня для розуміння завдання та прийняття рішення), актуальність поняття, використовуваний поняття та позначення [8].

## **Мета статті**

Мета статті – визначення особливості моделювання на основі метафор-роєвих методів в інформаційних просторах з метою формалізації когнітивних інформаційних технологій його побудови.

## **Виклад основного матеріалу**

Інформаційне середовище створюється на основі знань та досвіду, онтологій, теорій, моделей, включаючи інформаційні відносини між інформаційними сутностями та інформаційних технологій – процеси, методи пошуку, збирання, зберігання, опрацювання, надання, розповсюдження інформації та способи здійснення таких процесів та методів. Для інформаційного середовища характерною є наявність приєднаних інформаційних середовищ за рахунок референції та геореференції, що становлять її семантичне оточення, а різні критерії приєднання забезпечують різні інформаційні одиниці [9]. Семантичне інформаційне оточення є інформаційною моделлю семантичного поля понять і визначає сфери істинності. Максимальна кількість семантичної інформації набувається за узгодженням її сутнісного змісту з тезаурусом і є відносною для компетентного і некомпетентного суб'єкта інформаційного середовища. При цьому коефіцієнт змістовності обсягу інформації є відносна міра кількості семантичної інформації. Для вимірювання семантичного змісту інформації використовується тезаурусна міра, що зв'язує семантичні властивості інформації зі здатністю суб'єкта інформаційного середовища сприймати інформацію.

Предметна область, що відображається за допомогою різних форм подання інформації називається інформаційною моделлю. Інформаційна модель – сукупність інформації – уявлення понять, зв'язків, обмежень, правил і операцій, призначене для визначення семантики та систематики даних для конкретної проблемної галузі, що характеризує суттєві властивості і стан об'єкта, а також взаємозв'язок із зовнішнім середовищем, що допомагає моделювати поведінкові, функціональні та структурні стани для певних аспектів об'єкта, що вивчається. Відмінність між інформацією та інформаційною моделлю: інформаційна модель спеціальним чином формалізований опис інформації, наявність структури та зв'язків між її елементами та частинами, служать для отримання знань за рахунок людського інтелекту, інформаційного моделювання та штучного інтелекту. Модель інформаційного середовища дає змогу формувати, представляти інформаційні конструкції як сукупності пов'язаних інформаційних одиниць. Головною особливістю інформаційних моделей є те, що їх основна функція – описова на предметному, системному, базовому рівнях. Вона є основою інтерпретації об'єкта досліджень або моделювання в онтології предметної області як моделі інформаційно-описові, інформаційно-ресурсні, інтелектуальні. Інформаційне моделювання пов'язане з розвитком поняття структур і завдань цих структурах. Отже, використання чи адаптація наявних інформаційних моделей з інших предметних областей на рівні інтуїтивних інформаційних моделей може виявитися ефективним.

Вибір конкретного варіанта процедури оцінювання ступеня відповідності залежить від багатьох факторів, до найважливіших з яких належать: наявність або відсутність можливості експериментальної перевірки результатів дослідження.

Під адекватністю матимемо на увазі збіг моделі, дослідження якої служить засобом для отримання інформації про об'єкт, що моделюється, щодо мети моделювання за певними ознаками – властивостями, тобто актуально і за змістом правильно, з необхідною повнотою відображати стан об'єктів та довкілля у семантичному, синтаксичному, прагматичному планах.

Достовірність моделі – показник якості інформації, одержуваної на основі даної моделі, що означає її підтвердженість і точність, повноту, що забезпечують практичну корисність змістовного, концептуального, емпіричного збігу, можливість відтворення отримання.

Метафора, в основі якої лежить порівняння предмета чи явища з будь-яким іншим, передбачає асоціативні зв'язки образу та об'єкта, актуалізуючи

подібні когнітивні структури, поєднує інтуїтивний та раціональний способи осмислення. Сутність метафори полягає у здатності присвоєння, перетворення невідомого на відоме на основі іншого відомого, виконує характеризуючу функцію і ґрунтується на впізнанні. Метафоричне моделювання використовується для представлення і розуміння нового знання, його адаптації та побудови онтології, що уможливорює переносити властивості явища однієї концептуальної області на явище іншої. При цьому метафора базується на концептуалізації, що описує інформаційний зміст даних у більш абстрактній формі, і може використовувати іншу онтологію, що передбачає відомості про структуру інформації, що обробляється, і технології її обробки.

Основні помилки при формуванні концептуальної моделі – неправильний вибір критеріїв, обмежень та умов функціонування, а також неправильний вибір складу елементів об'єкта, зв'язків між ними у процесі функціонування або введення в концептуальну модель несуттєвих факторів. Отже, для формування метафори необхідними умовами є наявність відповідних категорій, контекстів, опису процесів функціонування та цільових функцій функціонування об'єктів, що порівнюються. Інформаційне моделювання на основі метафор здійснюється у нижченаведеній послідовності.

На основі сприйняття формується образ – концептуальна модель метафори та об'єкта. У метафорі та об'єкті мають бути виокремлені відповідні властивості.

У метафорі та об'єкті мають використовуватися відповідні параметри.

Визначаються відповідні "вхід – вихід" метафори та об'єкта.

Процеси зміни стану метафори та об'єкта описуються еквівалентними конструкціями.

Відповідні непараметричні обмеження на змінні метафори та об'єкти.

Вибір метафори  $Sx_i$  наведено на рисунку.

$Sx_i, i = 1, 2$  – схематизація.

Схематизація – це розгляд предмета чи явища загалом, згладжування відмінностей, спрощення лише на рівні будь-якої схеми. Схематизація – складний творчий процес, що вимагає розуміння основ досліджуваних процесів. Схематизація проводиться у три етапи. Перший полягає в обґрунтуванні та виборі методу розрахунків. Другий етап включає спрощення умов та складання вихідної розрахункової схеми (моделі). Третій етап – це обчислювальна схематизація, у процесі якої елементи схеми спрощуються і перебудовуються відповідно до прийнятого методу розрахунку. При використанні моделювання третій етап виявляється змістовним, і схема перетворюється на обчислювальну модельну:

$f_i, i = 1, 2$  – морфізми;

$(f_1, Sx_i, f_2)$  – метафора;

$(f_1, Sx_i, f_2)$  (Інформаційна технологія\_1) →

→ Інформаційна технологія\_2;

∃  $mini$ , що  $(f_1, Sx_i, f_2)$  – ізоморфізм.

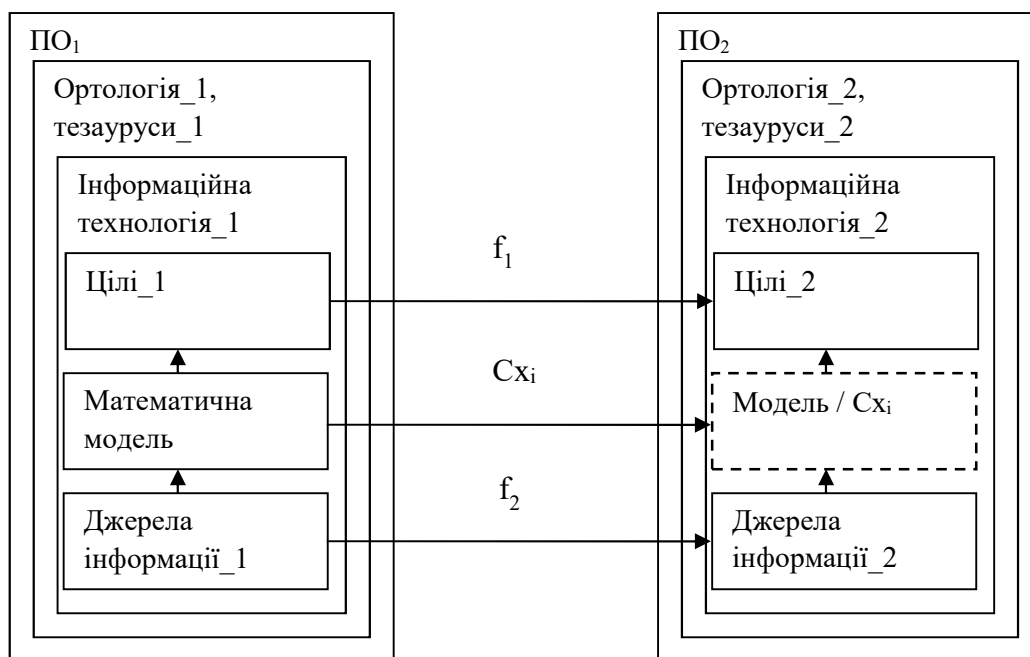


Рисунок – Вибір метафори

Інформаційне моделювання на основі метафор роїв виникає у разі наявності множини суб'єктів, що пізнають, у предметній області в плані спільного завдання або проблеми, приєднаних інформаційних просторів [10]. При цьому особливостями інформаційного середовища є:

- інтелектуальний ресурс – факт індивідуальної і колективної творчості;
- у міру розвитку когнітивних технологій знання зберігаються та збільшуються;
- наявність об'єкта середовища, інформаційна взаємодія з яким визначає межі інформаційного середовища;
- інтелектуальне середовище, для якого характерні два процеси: здобуття знань у процесі взаємодії суб'єкта з джерелом знань і придбання знань – абсорбція в інтересах суб'єкта або синтез усередині інтелектуального середовища знань, що включають знання про предметну область, знання про суб'єкта предметної області, знання про інтелектуальну систему цього суб'єкта цієї предметної області, і конгломеруються в семантичній мережі, базі знань, каталозі, системі управління базою знань, що супроводжується ускладненням системи управління знанням в цілому;
- еволюційне середовище, що представляється як синергетичний процес утворення нових структур інформаційних середовищ.

Метафора допомагає ефективно будувати нечіткі класифікатори, на основі яких інформаційно

визначати області максимального збігу понять за результатами обробки інформації нечітких прототипів понять передбачуваного нечіткого кластеру даних функціонування базового визначення на основі базової інформації для рою. Фундаментальна властивість рою – інформаційний обмін між частинками рою, що поєднує частинки в рій як такий, що реалізує для частки рою асиметрію інформаційного обміну. При цьому сімейство рішень щодо сукупності рою частинок на основі базової інформації та приєднаних інформаційних просторах породжує рішення, як максимально загальне базове.

## Висновки

Проведено аналіз особливості інформаційного моделювання на основі метафор роїв. Визначено, що на основі понять онтології предметної області для вибору метафори особливостями є:

- ступінь адекватності концептуальних описів об'єкта та частки рою;
- ступінь адекватності та достовірності інформаційного простору моделювання рою інформаційному простору, в якому функціонує об'єкт;
- ступінь адекватності та достовірності середовищ моделювання;
- ступінь адекватності наближення метафорою функціонування об'єкта

## Список літератури

1. Горда О. В. Специфіка інформаційних середовищ в будівництві. VII міжнар. наук. практ. конф. *Управління розвитком технологій* (м. Київ, 2020 р.). Київ : КНУБА. С. 55–56.
2. Горда О. Аналіз моделей в інформаційному просторі будівництва. *Міжна. наук. практ. конф. молодих вчених БУД-МАЙСТЕР-КЛАС-2020* (м. Київ, 2020 р.), 25-27 листопада 2020. Київ : КНУБА. С. 306–308.
3. Mirjalili, A. Lewis. Grey Wolf Optimizer. *Advances in Engineering Software* V. 69. 2014. P. 46–61.
4. Горда О. В. Застосування BIM технологій на будівельному майданчику в інформаційних технологіях управління проектом. *Міжнар. наук. практ. конф. молодих вчених БУД-МАЙСТЕР-КЛАС-2019*, м. Київ, 29-31 листопада. Київ : КНУБА, 2019. С. 424–425.
5. Григоровський П. Є., Горда О. В., Чуканова Н. П. Інформаційні середовища в будівництві. *Будівельне виробництво*. № 68. 2019. С. 15–19.
6. Горда О. В. Топологія інформаційного простору в будівництві. *Будівельне виробництво*. № 70. 2020. С. 39–44.
7. Горда О. В. Поле задач об'єкта будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ : КНУБА, 2020. № 44. С. 78–83, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.78-83.
8. Горда О. В., Цюцюра М. І. Когнітивні технології предметної області на основі онтології. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. № 53. С. 30–38, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.53.30-38.
9. Чехарин Е. Е. Информационная модель семантического окружения. *Перспективы науки и образования*. 2014. №4. С. 20–24.

Стаття надійшла до редколегії 02.11.2023

**Gorda Olena**

PhD (Eng.), Assistant professor of Information Technology, <https://orcid.org/0000-0001-7380-0533>  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**Liashchenko Tamara**

Lecturer, Department of Information Technology, <https://orcid.org/0000-0001-9092-0297>  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**Volodymyr Khrolenko**

PhD, Associate Professor, Department of Information Technology, <https://orcid.org/0009-0007-2157-2023>  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**Tykhonova Olha**

Assistant, Department of Information Technology, <https://orcid.org/0000-0002-2568-0992>  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**FEATURES OF INFORMATION MODELING BASED ON SWARM METAPHORS**

**Abstract.** The procedure of information modeling based on metaphors of swarms in an intelligent information environment, its features and composition are considered. For the formation of the concept in the intellectual environment of construction, the possibility of using the swarm particle algorithm of metaphorical optimization in cognitive technologies to normalize the concept and its features of the intellectual within the limits of the defined issues is determined and substantiated. A promising direction for solving complex optimization tasks is heuristics, which is determined by the objective ambiguity of the task statement and involves choosing from a set of solutions based on the relations of analogy, similarity, similarity. In order to understand the ontology of the subject area, an analysis of the choice of metaphor, which provides effective solutions to specific problems due to evolutionary origin, was carried out. The metaphor helps to effectively build fuzzy classifiers, on the basis of which to informationally determine the areas of maximum overlap of concepts based on the results of processing the information of fuzzy prototypes of the concepts of the assumed fuzzy data cluster of the functioning of the basic definition based on the basic information for the swarm. The fundamental property of the swarm is the information exchange between the particles of the swarm, which connects the particles in the swarm as such, which realizes the asymmetry of the information exchange for the particle of the swarm. At the same time, a family of solutions for a collection of swarms of particles based on basic information and connected information spaces generates a solution as the most general basic solution. An analysis of the features of information modeling based on metaphors of swarms was carried out. The peculiarities of concepts of the ontology of the subject area for choosing a metaphor are determined.

**Keywords:** information environment; information technology; ontology; thesaurus; semantic model; information model; swarm; metaphor

**References**

1. Gorda, O. V. (2020). Specificity of information environments in construction. VII International of science practice conf. Technology Development Management (Kyiv, 2020). Kyiv: KNUBA. PP. 55–56.
2. Gorda, O. (2020). Analysis of models in the information space of construction. International of science practice conf. of young scientists BUD-MEISTER-CLASS-2020 (Kyiv, 2020), November 25-27, 2020. Kyiv: KNUBA. P. 306–308.
3. Mirjalili, A. Lewis. (2014). Grey Wolf Optimizer. *Advances in Engineering Software*, 69, 46–61.
4. Gorda, O. V. (2019). Application of BIM technologies on the construction site in project management information technologies. International of science practice conf. of young scientists BUD-MEISTER-CLASS-2019, Kyiv, November 29-31. Kyiv: KNUBA, 2019. Pp. 424–425.
5. Hryhorovsky, P. E., Gorda, O. V., Chukanova, N. P. (2019). Information environments in construction. *Construction production*, 68, 15–19.
6. Gorda, O. V. (2020). Topology of information space in construction. *Construction production*, 70, 39–44.
7. Gorda, Elena. (2020). Field of tasks of the construction object. *Management of Development of Complex Systems*, 44, 78–83, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.78-83](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.78-83).
8. Tsiutsiura, Mykola, Gorda, Olena. (2023). Cognitive technologies of the subject area based on ontology. *Management of Development of Complex Systems*, 53, 30–38, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.53.30-38](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.53.30-38).
9. Chekharin, E. E. (2014). Information model of the semantic environment. *Prospects for science and education*, 4, 20–24.

**Посилання на публікацію**

- APA Gorda, O., Liashchenko, T., Khrolenko, V. & Tykhonova, O. (2023). Features of information modeling based on swarm metaphors. *Management of Development of Complex Systems*, 56, 92–96, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.92-96](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.92-96).
- ДСТУ Горда О. В., Лященко Т. О., Хроленко В. М., Тихонова О. О. Особливості інформаційного моделювання на основі метафор роїв. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. № 56. С. 92 – 96, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.92-96](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.92-96).