

**Гайна Георгій Анатолійович**

Кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційних технологій, ORCID: 0000-0003-0260-0950  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Єрукаєв Андрій Віталійович**

Аспірант кафедри інформаційних технологій, ORCID: 0000-0002-9956-3713  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## ЗАСТОСУВАННЯ СЕМАНТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ФАКТОРІВ У ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

**Анотація.** Виконано перший етап щодо побудови математичної моделі на основі систем штучного інтелекту для моделювання процесу вибору необхідної ділянки для житлового будівництва. Розроблено семантичну мережу, розглянуто основні операції над нею (додавання та вилучення вузлів, зв'язків) для представлення того, що вона не є статичною.

**Ключові слова:** семантична мережа; вершина; відношення; вузол; розмічений граф; дуга; мітка дуги; семантичний підграф

**Вступ**

Житлове будівництво на сьогодні є складною системою, яка включає в себе багато підсистем. Одна з таких підсистем і розглядається в даній статті, а саме фактори [4], що впливають на вибір ділянки території. Дані фактори пропонується представити за допомогою семантичної мережі [7-10].

Були обрані такі фактори:

1. Інфраструктурний:
  - водопостачання;
  - водовідведення;
2. Екологічний:
  - шум;
  - забруднення ґрунту;
3. Транспортна доступність:
  - культурно-просвітницька установа;
  - робоче місце.

Відповідно, звідкіля беруться ці фактори, на що вони впливають, а також те, хто бере до уваги даний вплив і представлено за допомогою орієнтованого графу. Вершини його містять терміни (місто, шум і т.д.) та процеси (водопостачання, водовідведення). Відношення між даними вершинами представлені дієсловами (виконує, надає і т.д.) [7-9].

Розглянуто також теоретично основні операції, які можна застосовувати для семантичної мережі [1].

**Мета статті**

Побудова орієнтованого графу, які містить основні об'єкти та процеси, що впливають на вибір ділянки території для житлового будівництва. Задачу даної публікації є представлення деяких основних факторів житлового будівництва [4], а саме те, як вони впливають на вибір ділянки території, що є складовою міста, у вигляді схеми, основними складовими якої є вершини, що між собою взаємодіють за визначеними відношеннями.

**Семантична мережа**

Семантична мережа – це множина вершин, кожна з яких відповідає відповідному поняттю, факту, явищу або процесу, а між вершинами задані різноманітні відношення, що зображуються дугами [2]. Дуги мають імена або опис, що задають семантику відношень [2]. Вершини також відмічені іменами або описами, що містять потрібну для розуміння семантики вершин інформацію [2].

Семантична мережа – це орієнтований граф, вершини якого – поняття, а дуги – відношення між ними [3].

На рис. 1 наведена семантична мережа оцінки території під житлову забудову.

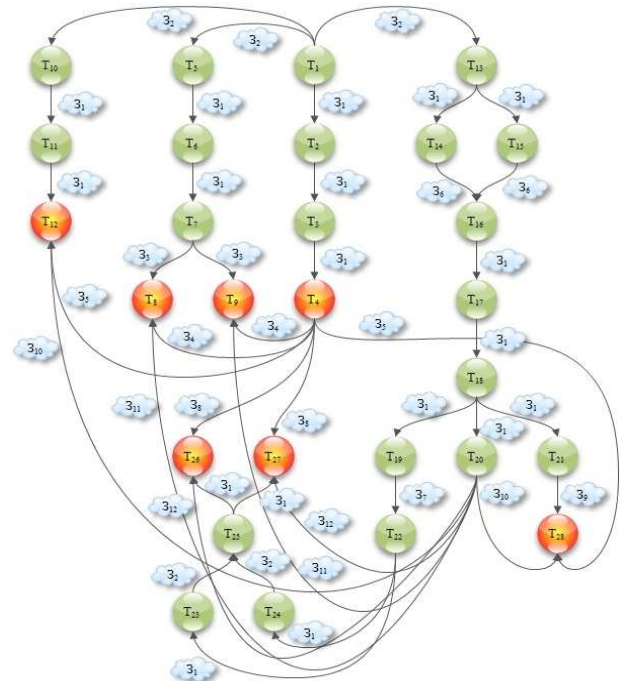


Рисунок 1 – Семантична мережа вибору ділянки території для житлового будівництва

У табл. 1 та 2 представлені терміни та зв'язки між ними, а також їх відповідні скорочення, що використовуються на рис. 1.

Таблиця 1 – Терміни та відповідні їм скорочення

№ з/п	Термін	Умовне позначення
1	Місто	$T_1$
2	Район	$T_2$
3	Квартал	$T_3$
4	Територія	$T_4$
5	Міська мережа	$T_5$
6	Трубопровід	$T_6$
7	Водопровід	$T_7$
8	Водопостачання	$T_8$
9	Водовідведення	$T_9$
10	Міська установа	$T_{10}$
11	Культурно-просвітницька установа	$T_{11}$
12	Театр	$T_{12}$
13	Підприємство	$T_{13}$
14	Торгівельне підприємство	$T_{14}$
15	Промислове підприємство	$T_{15}$
16	Компанія	$T_{16}$
17	Комерційна компанія	$T_{17}$
18	Будівельна компанія	$T_{18}$
19	Будівельний відділ	$T_{19}$
20	Проектний відділ	$T_{20}$
21	Відділ кадрів	$T_{21}$
22	Будівельно-монтажна робота	$T_{22}$
23	Земельна робота	$T_{23}$
24	Бетонна робота	$T_{24}$
25	Шкідливий вплив	$T_{25}$
26	Шум	$T_{26}$
27	Забруднення ґрунту	$T_{27}$
28	Робоче місце	$T_{28}$

Семантична мережа може бути представлена направленим розміченим графом за формулою:

$$G = \langle N, E \rangle,$$

де  $N$  – кінцева множина розмічених вузлів;  $E$  – кінцева множина розмічених дуг [1].

Вузли графа відповідають термінам семантичної мережі, дуги графа – відношенням між ними.

Дуга графа представляється трійкою за формулою:

$$(n_1, \lambda, n_2),$$

де  $n_1$  та  $n_2$  належать до множини  $N$  (тобто є вузлами графа);  $\lambda$  – мітка дуги [1].

Мітка вузла  $n$  часто є іменником, що представляє термін.

Мітка  $\lambda$  дуги є або дієсловом природної мови, або наперед визначеним семантичним відношенням [1].

Для роботи із семантичними графами необхідно визначити у скороченому вигляді частини графів, які потрібні для прикладів. Отже, модель  $P$ , яка є графом  $P' = (M', E')$ , відповідає підграфу, якщо окрім того, що збігаються їх структури, мітки відповідних вузлів та дуг ідентичні [1].

Таблиця 2 – Зв'язки та скорочення, що їм відповідають

№ з/п	Зв'язок	Умовне позначення
1	поділяється на	$Z_1$
2	містить в собі	$Z_2$
3	використовується для	$Z_3$
4	є забезпеченою	$Z_4$
5	є доступною до	$Z_5$
6	є організованим у	$Z_6$
7	виконує	$Z_7$
8	відчуває на собі вплив	$Z_8$
9	надає	$Z_9$
10	обчислює затрати на прибуття до	$Z_{10}$
11	обчислює затрати на підключення до	$Z_{11}$
12	обчислює затрати на зменшення	$Z_{12}$

На рис. 2 представлений семантичний підграф, з яким ми будемо у подальшому працювати.

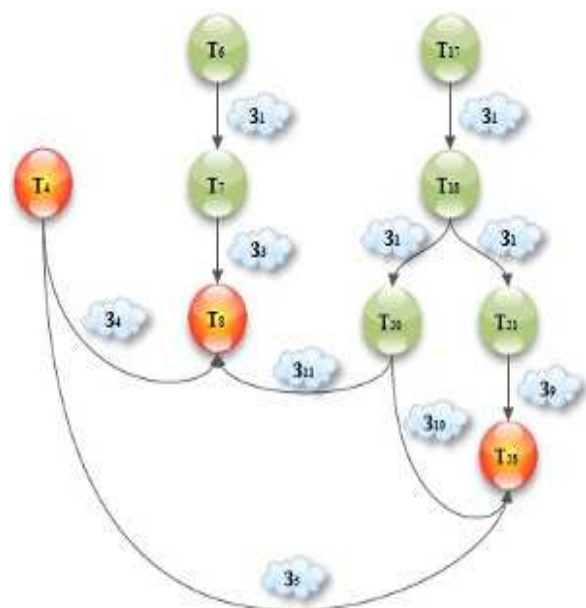


Рисунок 2 – Семантичний підграф

Для перетворення семантичних графів використовують чотири примітивні операції: вставка вузлів, видалення вузлів, вставка та видалення дуг [1].

Запис відповідних операцій здійснюється за формулами, які більш детально описуються у роботах [5; 6].

### Вставка вузлів

*Приклад 1:* Додати до комерційної компанії, компанію з ремонту обладнання, яка також містить відділ кадрів, що надає робочі місця. У табл. 3 представлені нові терміни та їх умовні позначення, що їм відповідають, а також уточнені деякі наявні для прикладу 1.

Таблиця 3 – Деякі терміни та їх скорочення для прикладу 1

№ з/п	Термін	Умовне позначення
1	Відділ кадрів будівельної компанії	$T_{21}$
2	Робоче місце, що надає відділ кадрів будівельної компанії	$T_{28}$
3	Компанія з ремонту обладнання	$T_{29}$
4	Відділ кадрів компанії з ремонту обладнання	$T_{30}$
5	Робоче місце, що надає відділ кадрів компанії з ремонту обладнання	$T_{31}$

Нових зв'язків даний приклад не містить.

Дано:

1) Граф  $P = (M, E)$ ,

де  $M = \{m_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 9$  – множина вузлів, причому

$M = \{T_4, T_6, T_7, T_8, T_{17}, T_{18}, T_{20}, T_{21}, T_{28}\}$ ;

$E = \{e_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 10$  – множина дуг, причому

$$E = \left\{ \begin{array}{ll} (T_4, 3_4, T_8); & (T_6, 3_1, T_7); \\ (T_{18}, 3_1, T_{21}); & (T_{21}, 3_9, T_{28}); \\ (T_7, 3_3, T_8); & (T_{17}, 3_1, T_{18}); \\ (T_{20}, 3_{10}, T_{28}); & (T_{20}, 3_{11}, T_8); \\ (T_{18}, 3_1, T_{20}); & \\ (T_4, 3_5, T_{28}) \end{array} \right\}$$

2)  $m_{10} = T_{29}$ ,  $m_{11} = T_{30}$ ,  $m_{12} = T_{31}$

$e_{11} = (T_{17}, 3_1, T_{29})$ ,

3)  $e_{12} = (T_{29}, 3_1, T_{30})$ ,

$e_{13} = (T_{30}, 3_9, T_{31})$

Результат:

Граф  $P' = (M', E')$ ,

де  $M' = M \cup m_{10} \cup m_{11} \cup m_{12}$ ;

$E' = E \cup e_{11} \cup e_{12} \cup e_{13}$ .

На рис. 3 представлений семантичний граф, отриманий в результаті виконання дій у прикладі 1.

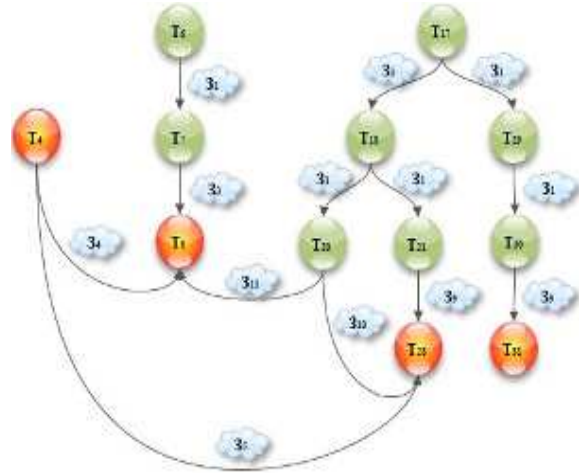


Рисунок 3 – Семантичний граф за прикладом 1

### Видалення вузлів

*Приклад 2:* Видалити з будівельної компанії проектний відділ.

Дано:

1) Граф  $P = (M, E)$ ,

де  $M = \{m_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 9$  – множина вузлів, причому

$M = \{T_4, T_6, T_7, T_8, T_{17}, T_{18}, T_{20}, T_{21}, T_{28}\}$ ;

$E = \{e_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 10$  – множина дуг, причому

$$E = \left\{ \begin{array}{ll} (T_4, 3_4, T_8); & (T_6, 3_1, T_7); \\ (T_{18}, 3_1, T_{21}); & (T_{21}, 3_9, T_{28}); \\ (T_7, 3_3, T_8); & (T_{17}, 3_1, T_{18}); \\ (T_{20}, 3_{10}, T_{28}); & (T_{20}, 3_{11}, T_8); \\ (T_{18}, 3_1, T_{20}); & \\ (T_4, 3_5, T_{28}) \end{array} \right\}$$

2)  $m_7 = T_{20}$ ;

$e_5 = (T_{18}, 3_1, T_{20})$ ,

3)  $e_9 = (T_{20}, 3_{11}, T_8)$ ,

$e_8 = (T_{20}, 3_{10}, T_{28})$

Результат:

Граф  $P' = (M', E')$ , де  $M' = M - m_7$ ;

$E' = E - e_5 - e_9 - e_8$ .

На рис. 4 представлений семантичний граф, отриманий в результаті виконання дій в прикладі 2.

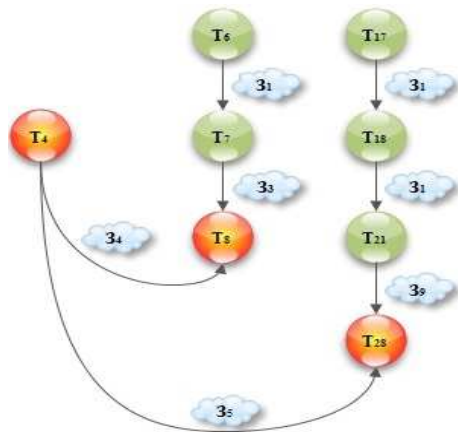


Рисунок 4 – Семантичний граф за прикладом 2

**Вставка дуг**

Звернемося до прикладу 1 для кращого розуміння результату.

Приклад 3: Додати до робочих місць, що надає відділ кадрів компанії з ремонту обладнання, зв'язки, що будуть поєднувати їх з територією та проектним відділом будівельної компанії.

Дано:

1) Граф  $P' = (M', E')$ ,

де  $M' = \{m'_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 12$  – множина вузлів, причому

$$M' = \{T_4, T_6, T_7, T_8, T_{17}, T_{18}, T_{20}, T_{21}, T_{28}, T_{29}, T_{30}, T_{31}\}$$

$E' = \{e'_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 13$  – множина дуг, причому

$$E' = \left\{ \begin{array}{ll} (T_4, Z_4, T_8); & (T_6, Z_1, T_7); \\ (T_{18}, Z_1, T_{21}); & (T_{21}, Z_9, T_{28}); \\ (T_7, Z_3, T_8); & (T_{17}, Z_1, T_{18}); \\ (T_{20}, Z_{10}, T_{28}); & (T_{20}, Z_{11}, T_8); \\ (T_{18}, Z_1, T_{20}); & (T_{17}, Z_1, T_{29}); \\ (T_4, Z_5, T_{28}); & (T_{29}, Z_1, T_{30}); \\ (T_{30}, Z_9, T_{31}) \end{array} \right\}$$

2)  $e_{14} = (T_4, Z_5, T_{31})$ ,  $e_{15} = (T_{20}, Z_{10}, T_{31})$

Результат:

Граф  $P'' = (M', E'')$ , де  $E'' = E' \cup e_{14} \cup e_{15}$ .

На рис. 5 представлений семантичний граф, отриманий в результаті виконання дій в прикладі 3

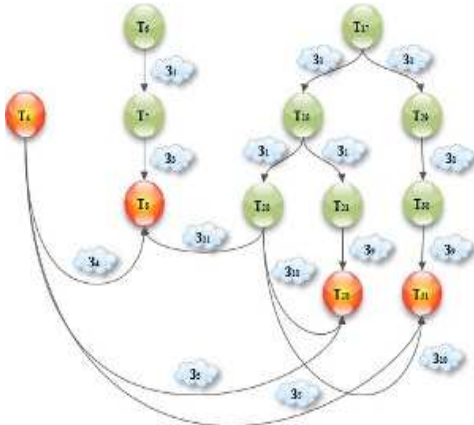


Рисунок 5 – Семантичний граф за прикладом 3

**Видалення дуг**

Приклад 4: Лишити термін "Водопостачання" всіх зв'язків.

Дано:

1) Граф  $P = (M, E)$ ,

де  $M = \{m_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 9$  – множина вузлів, причому

$$M = \{T_4, T_6, T_7, T_8, T_{17}, T_{18}, T_{20}, T_{21}, T_{28}\};$$

$E = \{e_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 10$  – множина дуг, причому

$$E = \left\{ \begin{array}{ll} (T_4, Z_4, T_8); & (T_6, Z_1, T_7); \\ (T_{18}, Z_1, T_{21}); & (T_{21}, Z_9, T_{28}); \\ (T_7, Z_3, T_8); & (T_{17}, Z_1, T_{18}); \\ (T_{20}, Z_{10}, T_{28}); & (T_{20}, Z_{11}, T_8); \\ (T_{18}, Z_1, T_{20}); & \\ (T_4, Z_5, T_{28}) \end{array} \right\}$$

$e_1 = (T_4, Z_4, T_8)$ ,

2)  $e_3 = (T_7, Z_3, T_8)$ ,

$e_9 = (T_{20}, Z_{11}, T_8)$

Результат:

Граф  $P' = (M, E')$ ,

де  $E' = E - e_1 - e_3 - e_9$ .

На рис. 6 представлений семантичний граф, отриманий в результаті виконання дій у прикладі 4.

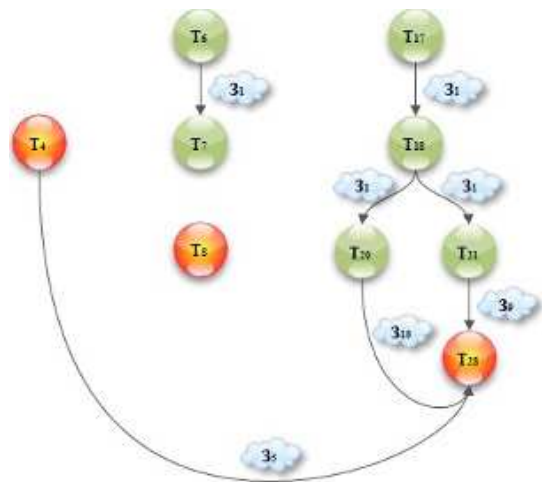


Рисунок 6 – Семантичний граф за прикладом 4

**Висновок**

За допомогою семантичної мережі була здійснена спроба представлення визначених факторів, що впливають на вибір вільної ділянки території під житлову забудову.

Розглянуто теоретично основні операції над побудованою семантичною мережею, що свідчить про те, що отримана семантична мережа може бути змінена за необхідності.

Отримані результати будуть застосовуватись надалі для моделювання когнітивних карт.

## Список літератури

1. Захарова, О. Основні принципи побудови онтологічного граф-орієнтованого опису прикладної області [Текст] / О.Захарова // Проблеми програмування. – 2010. – №4. – С. 51-59.
2. Поспелов, Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. [Текст] / Д.А. Поспелов. – М.: Радио и связь, 1989. – С. 184.
3. Частиков, А.П. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. [Текст]: учеб.пособие / А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – С. 608.
4. Гайна, Г.А. Теоретичний аналіз складових житлового будівництва. [Текст] / Г.А. Гайна, А.В. Єрукаєв // Управління розвитком складних систем. – 2014. – №20. – С. 116-119.
5. Дистель, Р. Теория графов. [Текст] / Р. Дистель; пер. с англ. / Под ред. О.В. Бородина. – Новосибирск: Институт математики, 2002. – С. 336.
6. Зыков, А.А. Основы теории графов. [Текст] / А.А. Зыков. – М.: Вузовская книга, 2004. – С.664.
7. Палагин, А.В. Концептуальные графы и семантические сети в системах обработки естественно-языковой информации [Текст] / А.В. Палагин, С.Л. Кривой, Н.Г. Петренко // Математичні машини і системи. – 2009. – Т.1, №3. – С. 67-79.
8. Федорченко, Л.А. Метод автоматизированного построения семантической сети терминов учебной дисциплины [Текст] / Л.А. Федорченко, Н.Ф. Хайрова, А.И. Довнар, С.О. Булгаков // Комп'ютерні системи та інформаційні технології. – 2011. – №4. – С. 1-7.
9. Некрашевич, С.П. Представление данных в Интернет на основе семантических сетей [Текст] / С.П. Некрашевич, Д.В. Божко // Штучний інтелект. – 2006. – №1. – С. 57-65.
10. Борисенко, В.В. Специальное представление графов и визуализация семантических сетей [Текст] / В.В. Борисенко, А.М. Чеповский, А.П. Лахно, // Фундаментальная и прикладная математика. – 2010. – №8. – С. 27-35.

Стаття надійшла до редколегії 18.03.2015

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

### **Гайна Георгий Анатолієвич**

Кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційних технологій, *ORCID: 0000-0003-0260-0950*  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

### **Єрукаєв Андрей Віталієвич**

Аспірант кафедри інформаційних технологій, *ORCID: 0000-0002-9956-3713*  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ФАКТОРОВ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Аннотация.** *Сделан первый этап по построению математической модели на основе систем искусственного интеллекта для моделирования процесса выбора необходимого участка для жилищного строительства. Разработана семантическая сеть, рассмотрены основные операции над ней (добавление и удаление узлов, связей) для представления того, что она не является статической.*

**Ключевые слова:** *семантическая сеть; вершина; отношение; узел; размеченный граф; дуга; метка дуги; семантический подграф*

### **Haina Heorhii**

PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Informational Technologist, *ORCID: 0000-0003-0260-0950*  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

### **Yerukaiev Andrii**

Postgraduate student of informational technologist, *ORCID: 0000-0002-9956-3713*  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

## **THE USE OF SEMANTIC NETWORKS TO REPRESENT FACTORS IN HOUSING CONSTRUCTION**

**Abstract.** *Building a directed graph, which has the main objects and processes that influence the choice of land for housing construction. The use of semantic networks in this subject area provides the opportunity to introduce the basic objects that affect the choice of a plot. Thanks to this approach is the opportunity to focus on what interests us and not be distracted by non-priority data. Paid attention to the use of the semantic network, for the simple reason that this model of knowledge representation in the domestic, literature recall not often. And now this article presents an attempt to benefit from the opportunities that this model*

provides for services to housing. Made the 1st step in building a mathematical model based systems artificial intelligence for modelling the process of selecting appropriate land for housing construction. Developed semantic network describes the main operations on it (adding and removing nodes, links), to represent the fact that it is not static.

**Keywords:** *semantic network; peak; attitude; node; marked graph; arc; arc label; semantic subgraph*

#### References

1. Zakharova, O. (2010). *Osnovni pryntsypy pobudovy ontolohichnoho hraf-oriientovanoho opysu prykladnoi oblasti Problemy prohramuvannia*, 4, 51-59.
  2. Pospelov, D. (1989). *Modelirovanie rassuzhdeniy. Opyta analiza myslitelnykh aktov. Radio i svyaz*, 184.
  3. Chastikov, A., Gavrilova, T., Belov, D. (2003). *Razrabotka ekspertnykh sistem. Sreda CLIPS. BHV-Peterburg*, 608.
  4. Haina, H. (2014). *Teoretychnyi analiz skladovykh zhytlovoho budivnytstva / H. Haina, A. Yerukaiev // Management of development of complex systems*, 20, 116-119.
  5. Distel, R. (2002). *Teoriya grafov. Institut matematiki*, 336.
  6. Zyikov, A. (2004). *Osnovyi teorii grafov. Vuzovskaya kniga*, 664.
  7. Palagin, A. (2009). *Conceptual grafs and semantic netsin the systems of treatment of natural-language information / A.Palagin, S. Krivoy, N. Petrenko // Mathematical machines and systems*, 3, 67-79.
  8. Fedorchenko, L. (2011). *Method of automatized creation of semantic net of studying subject time-table/ L. Fedorchenko, N. Hayrova, A. Dovnar, S. Bulgakov// Computer systems and information technologies*, 4, 1-7.
  9. Nekrashevich, S. (2006). *Presentation of data to the Internet on semantic net basis / S. Nekrashevich, D. Bozhko/ Shtuchniy Intelekt*, 1, 57-65.
- Borisenko, V. (2010). *Special presentation of grafs and visualization of semantic nets/ V. Borisenko, A. Chepovskiy, A. Lahno // Fundamentalnaya i prikladnaya matematika*, 8, 27-35.

#### Посилання на публікацію

APA Haina, H., & Yerukaiev, A. (2015). *The use of semantic networks to represent factors in housing construction. Management of Development of Complex Systems*, 22 (1), 95-100. [dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1418.4405](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1418.4405)

ГОСТ Гайна, Г.А. *Застосування семантичної мережі для представлення факторів у житловому будівництві [Текст] / Г.А. Гайна, А.В. Єрукаєв // Управління розвитком складних систем. – 2015. - № 22 (1). – С. 95-100. [dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1418.4405](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1418.4405)*