

DOI: 10.32347/2412-9933.2021.47.89-94

УДК 778.528.7

Горда Олена ВолодимирівнаКандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій проектування і прикладної математики, orcid.org/0000-0001-7380-0533

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБ'ЄКТА
В БУДІВНИЦТВІ**

Анотація. Побудова визначення класу інформаційного об'єкта в будівництві на основі автоматизованого інструментарію є окремим складним завданням. У роботі виконано узагальнення поняття завдання в термінах інформаційних середовищ будівництва. Визначено підхід до представлення таких понять, як проблематика будівництва, проблема будівництва, онтологія будівництва, ідея, концепція, класифікація проблем, завдань, напрямів, об'єктів, що входять до постановочної частини завдання з урахуванням специфіки задач, які розв'язуються в рамках розроблених інформаційних технологій в будівельній проблематиці. У роботі засобами і методами теорії інформації визначаються та досліджуються, власне, задачі будівництва, проектування, моделювання, моніторингу та їх сукупності в рамках проблематики будівельної галузі. Актуальність поставленого завдання з теоретичної точки зору визначається розширенням онтології будівництва як науки, з прикладної точки зору визначається забезпеченням можливості точної формалізації нормативно-довідкової інформації та документації в будівництві. Основною відмінністю проведеного дослідження, результати якого наведено в роботі, є когнітивно-семантичний аналіз на основі теорії категорій, математичної логіки і універсальної алгебри, алгебри множин, алгебри кортежів і реляційної алгебри, а саме: побудова на відкритих мовах подання знань в будівництві відношень інформаційних джерел – задач – класів інформаційних об'єктів.

Ключові слова: будівництво; клас; моделювання; завдання; об'єкт; інформаційний об'єкт; поле задач; модель; інформаційне середовище; джерело інформації; модель спеціального тексту; природні мови; нечіткий аналіз

Актуальність

Найважливішою проблемою в розвитку досліджень у будівництві є його інтелектуалізація, і пов'язана з цим інтеграція даних та якісний їх пошук. Однак такі технології припускають наявність якісних джерел семантичних даних. Будівництво, як діяльність, визначає проблематику в цілому, а саме:

– сукупність можливих питань стосовно поставлених задач;

– аналіз та оцінка задач, та їх можливих рішень;

– формування ідей, концепцій взаємопов'язаних об'єктів.

Будівельні та проєктувальні роботи визначають сукупність проблем будівництва. Проблема – це сформульована концепція і визначення цілей для будівельних і проєктувальних робіт, множина умов, що формалізуються і враховуються для практичної перевірки концепцій та ідей.

Проблема і проблематика не є науковими знаннями. Проблема відрізняється від задачі

наявністю невизначеності, а саме тим, що алгоритм досягнення мети ще невідомий. Визначення класу інформаційного об'єкта в будівництві є складовою частиною завдання його ідентифікації, а так само формування постановок задач щодо його створення і функціонування. Інформаційне моделювання – це процес, результати кожного етапу якого, тобто інформаційні моделі будівлі, сильно відрізняються одна від одної залежно від стадії життєвого циклу об'єкта і тих вимог, які висуваються до моделювання при вирішенні виникаючих завдань.

Інформаційна модель – це мінливий об'єкт, який залежить від кола вирішуваних завдань. Методами будівельної геодезії забезпечується:

– контроль зведення конструктивних і планувальних елементів відповідно до проєкту;

– управління будівельними процесами щодо об'єкта моніторингу або будівництва на різних етапах життєвого циклу (ЖЦ) будівельного об'єкта (БО);

– діагностики технічного стану об'єкта (ТСО), управління виконанням капітальних та поточних ремонтів [1 – 3].

Процес будівництва визначається моделлю, яка представляється впорядкованим планом будівельних робіт або моніторингу БО та сукупністю послідовностей можливих процедур щодо ділянки будівництва для будівельного об'єкта, власне БО, ТСО, суміжних БО, комунікацій БО.

Отже, актуально визначити та дослідити визначення класу інформаційного об'єкта в будівництві щодо задачі будівництва, проектування, моделювання, моніторингу та їх сукупності в рамках проблематики будівництва засобами теорії інформації [4].

Постановка задачі

Проблема і проблематика не є науковими знаннями. Побудувати процедуру визначення класу інформаційних об'єктів будівництва методом формального опису за наявною інформацією для вирішення завдань, при цьому:

- поточне завдання з даного поля завдань повинне мати рішення на даному класі інформаційних об'єктів будівництва;
- конструктивно допускати порівняння класів задач із заданого поля завдань або із заданої сукупності проблем будівництва.

Актуальність поставленої задачі з теоретичної точки зору визначається розширенням онтології будівництва як науки, з прикладної точки зору – забезпеченням можливості точної формалізації нормативно-довідкової інформації та документації в галузі будівництва.

Виклад основного матеріалу

Проблематика будівництва

Проблематика будівництва визначає необхідні цілі, об'єднуючи такі поняття, як потреба, результат і мета, при цьому не розглядаючи методи та способи їх досягнення, та реалізуючи зв'язок типу: результат отриманий тоді і тільки тоді, коли мета досягнута і значення критерію наявності приймають задані величини. Під критерієм наявності розуміється відношення, задане на класі об'єктів проблематики будівництва, що служить для класифікації необхідної, досягнутої або недосяжної цілі [7; 8].

Проблема будівництва визначає завдання будівництва в плані окреслення проблемної ситуації, постановки задач, виявлення та визначення вихідних даних, умов і відношень між ними, визначення суб'єктів будівництва за умови, що мета будівництва ще не досягнута.

Мета узагальнення поняття задачі в термінах інформаційних середовищ будівництва [4 – 6] – це визначення підходу до опису онтологій, ідей, концепцій, класифікації проблем, задач, напрямів, об'єктів, що є постановочною частиною завдання з

урахуванням їх специфіки в рамках розроблених інформаційних технологій в будівельній проблематиці.

Задача – це мета, подана в рамках проблемної ситуації будівництва з відомим вихідним станом і необхідним кінцевим цільовим станом, причому алгоритм досягнення кінцевого цільового стану від вихідного відомий, включаючи сукупний суб'єкт, який бере участь в даній проблемній ситуації та реалізує будівельні процеси в межах ресурсів будівництва.

Поле задач щодо об'єкта – це певні задачі будівництва, які можуть бути співвіднесені згідно актуальності з даним об'єктом будівництва в рамках проблематики будівництва в цілому і проблеми будівництва щодо об'єкта зокрема.

У практиці будівництва різних об'єктів доводиться розв'язувати задачі, пов'язані з формалізованим описом і аналізом причинно-наслідкових зв'язків у складних системах, де одночасно паралельно перебігає декілька процесів.

Властивості поля задач об'єкта будівництва

Визначимо властивості поля задач об'єкта будівництва:

1) поле задач щодо об'єкта – динамічна множина: відсутній носій для його елементів, до якого належав би будь-який елемент поля задач в будь-який момент часу, а також сукупність задач змінюється під час будівельних робіт;

2) початкове вимірювання щодо об'єкта – визначає початкове поле задач відповідно до розробленого концепту будівельного об'єкта;

3) кінцеве вимірювання щодо об'єкта – визначає підсумкові значення процесу будівництва відповідно до генерального проекту;

4) проблематика будівництва в сукупності з критеріями наявності – це відношення, задане на класі об'єктів проблематики будівництва, що визначає необхідні цілі будівництва, тим самим визначаючи будівельні об'єкти як структури даних, а саме – інформаційні об'єкти;

5) проблематика будівництва на сукупності описів будівельних об'єктів одного типу визначає допустимі і реалізовані функції, методи і перетворення об'єктів;

6) даними для екземплярів об'єктів будівництва є параметри фіксації проблемних ситуацій, постановки задач, вихідні дані, умови і обмеження, визначення суб'єктів будівництва.

Поняття класу будівельних об'єктів

Класом будемо називати сукупність описів згідно з проектом будівельних об'єктів одного типу, їх методів перетворення і значення відповідних даних.

Під класом об'єктів для поля задач одного об'єкта будівництва будемо розуміти сукупність ланцюгів задач щодо одного БО, методів їх перетворення і множини значень даних у кожен момент шкали подій станів БО.

Поле задач щодо сукупності БО – це певні задачі що до об'єктів будівництва, які можуть бути співвіднесені за актуальністю з даним сукупним об'єктом будівництва в рамках проблематики будівництва в цілому і проблеми будівництва щодо об'єкта і сукупного об'єкта зокрема.

Клас об'єктів для поля задач щодо сукупності БО – сукупність ланцюгів завдань щодо сукупності БО, методів їх перетворення і множини значень даних щодо станів сукупності БО.

Інформаційні об'єкти в будівництві це:

1) власне дані за процесами реалізованого будівельного проєкту на будівельному майданчику, мережеві графіки;

2) дані ідентифікації технічного стану об'єкта (ТСО) на різних етапах життєвого циклу (ЖЦ);

3) результати моніторингу потоків матеріально-технічних ресурсів (МТР), персоналу, логістики в будівництві;

4) результати моніторингу інженерних комунікацій будівельного об'єкта;

5) результати геодезичних вишукувань і супроводу будівельного об'єкта;

6) результати екологічних досліджень і супроводу будівельного об'єкта;

7) результати моніторингу експлуатаційних режимів будівельного об'єкта.

Інформаційними каналами отримання інформаційних об'єктів в будівництві будемо вважати:

1) фіксовані інформаційні канали спостереження суб'єктом для певного будівельного об'єкта (спостереження ознак і процесів);

2) визначення доступних інформаційних джерел (ІД);

3) отримання цифрового зображення об'єкта (ЦЗО);

4) формування нових інформаційних об'єктів (ІО) або визначення класів, які можуть їх утримувати за рахунок наявних онтологій будівництва;

5) формування інформаційних масивів (ІМ) для наявних ЦЗО.

ЦЗО в будівництві може відповідати:

1) об'єктам будівництва (власне спорудам, ділянкам забудови, інженерним мережам);

2) технічним станам об'єктів (власне споруд, ділянок забудови, інженерних мереж, будівельної техніки та обладнання, прилеглих будівельних об'єктів);

3) об'єктам для роботи з матеріально-технічними ресурсами (склади, дороги, структуровані залишки будівельних матеріалів і конструкцій на майданчику);

4) об'єктам будівельної геодезії;

5) об'єктам екології.

ЦЗО в будівництві формується за рахунок:

1) розподілу світла і тіні на ЦЗО за елементами і областями на ЦЗО, за рахунок точок концентрації і ліній;

2) розподілу кольору на ЦЗО, а саме кольорові плями, кольору границь, кольору окремих точок, градієнти і текстури;

3) фігур або характерних кластерів на фоні відповідно до топології ЦЗО.

4) Компонування зображення в будівництві формується за рахунок ЦЗО:

5) будівельних об'єктів;

6) елементів будівельних об'єктів;

7) інженерних споруд та їх елементів, включаючи дороги, рампи;

8) елементи майданчика локалізації будівництва;

9) елементи прилеглих об'єктів будівництва;

10) будівельної техніки;

11) будівельних конструкцій, включаючи ліси, склади, побутові, шляхопроводи;

12) будівельних механізмів і виміральної техніки;

13) ландшафту навколо будівельного майданчика;

14) запасів структурованих і розсіпом матеріально-технічних ресурсів і комплектуючих конструкцій.

Дислокація елементів компоновки ЦЗО в будівництві це:

1) ракурси елементів компоновки ЦЗО;

2) плани елементів компоновки ЦЗО – виділення лінійне і азимутальне;

3) горизонт на ЦЗО;

4) орієнтація елементів компоновки ЦЗО;

5) взаємна прив'язка і суміжність елементів компоновки ЦЗО;

6) ГІС елементів компоновки ЦЗО;

7) оточення будівельних елементів компоновки ЦЗО іншими об'єктами;

8) перспективи елементів компоновки ЦЗО.

Введемо такі визначення:

1) $\{Q(k)\}$, $k \in K$ – в межах поля задач будівництва визначена множина ланцюгів поточних завдань;

2) $\{\Pr(m)\}, m \in M$ – в межах області проблем будівництва визначені поля задач, де $\Pr(m) = \{Q^m(k)|_{-1}\}$, ~ 1 – відношення, що утворює класи еквівалентності на $Q(k), k \in K$;

3) $\{Fp(l)\}, l \in L = \{l\}_{l=1,4}$ – опис проблем будівництва на рівні проектів, де: $l = 1$ – архітектурні проекти; $l = 2$ – будівельні проекти; $l = 3$ – ремонтно-відновлювальні проекти; $l = 4$ – проекти утилізації, де $Fp(l) = \{\Pr(m)|_{-2}\}$, де ~ 2 – відношення, що утворює класи еквівалентності на $\{\Pr(m)\}, m \in M$;

4) $\{Fb(n)\}, n \in N$ – опис проблематики будівництва, де $Fb(n) = \{\Pr(m)|_{-3}\}$, ~ 3 – відношення, що утворює класи еквівалентності на $\{\Pr(m)\}, m \in M$;

5) $Ind = (Fb, Fp, Pr, Q)$ – для фіксованих n, l, m, k визначає індекс задачі;

6) I_0 – інформаційні джерела $\{el_i\}_0$ проблематики будівництва, I_1 – інформаційні джерела $\{el_i\}_1$ проблем (проектів) будівництва, I_2 – інформаційні джерела $\{el_i\}_2$ поля задач будівництва, I_3 – інформаційні джерела $\{el_i\}_3$ задачі будівництва, причому $I = \bigcup_i I_i, I_0 \subset I_1 \subset I_2 \subset I_3$;

7) pI_i – інформаційні джерела, що спостерігаються з i -го класу джерела інформації $I_i, i \in \{0,1,2,3\}$, $C(pI_i)$ – канали отримання інформації з джерел $pI_i, Inf(C(pI_i))$ – інформація, що отримується з джерел $pI_i, Inf(I_i, Ind)$ – необхідна інформація від i -го класу джерел відносно задачі з індексом Ind

8) $\bigcup_j (Inf(C(pI_j))) \cap Inf(I_i, Ind) \neq 0, i \in \{0,1,2,3\}, j \in J$, де J – індекси властивостей;

9) $\bigcup_i (Inf(I_i, Ind)) \neq 0, i \in \{0,1,2,3\}$.

10) $Inf_{con}(Q) \subset Inf_{con}(Pr) \subset Inf_{con}(Fp) \subset Inf_{con}(Fb)$, де $Inf_{con}(\ast)$ – приєднаний інформаційний простір.

11) $F_1(el_i)$ – доступність i -го інформаційного джерела el_i ;

$F_2(el_i)$ – достовірність i -го інформаційного джерела el_i ;

$F_3(el_i)$ – значущість i -го інформаційного джерела el_i ,

$$\forall j \in J : el_j \in \bigcup_i (Inf(I_i, Ind)) \neq 0,$$

$$i \in \{0,1,2,3\}, F_k(el_j) \rightarrow [0,1], k = 1,2,3;$$

12) $F_0 \equiv \times_k F_k$ – задає нечітке відношення на

$$\left(\bigcup_{j=0,3} Inf(C(pI_j)) \right) \times \left(\bigcup_{j=0,3} Inf(I_j, Ind) \right),$$

де \times – прямий добуток [9; 10];

$$13) \forall m_i \in M_1 Q_1 = \times_{m_i} Q(m_i);$$

$$\forall m_i \in M_2 Q_2 = \times_{m_i} Q(m_i), M = M_1 + M_2,$$

де M_1 – індекси задач будівництва, які визначені для розв'язання Q_1 з вихідними даними

$$D_1 = \times_{m_i} D(m_i), \forall m_i \in M_1; M_2$$

– індекси задач будівництва, проблемно визначені для розв'язання Q_2 з вихідними даними $D_2 = \times_{m_i} D(m_i)$,

$$\forall m_i \in M_2;$$

14) $F_0^0 \equiv F_0^1 \times F_0^2$ – нечітке відношення на нечіткій множині $Q_1 \cup Q_2$,

де F_0^1 – відношення сутєвості задач; F_0^2 – відношення обумовленості задач;

15) $n_1 : Q_1 \cup Q_2 \rightarrow D_1 \cup D_2$ – відповідність між задачами і вхідними даними,

$n_2 : D_1 \cup D_2 \rightarrow I$ – відповідність між вхідними даними та їх джерелами. Ці відношення індукують (проектуються) на $n_1 : F_0^0(Q_1 \cup Q_2) \rightarrow D_1 \cup D_2, n_2 : D_1 \cup D_2 \rightarrow F_0(I)$.

Поставлена вихідна задача еквівалентна такій: на підставі визначених цілей задач у полі задач поточної проблемної області будівництва визначити достатність інформаційних джерел із заданою доступністю, достовірністю, значущістю для реалізації виділених ланцюгів завдань, і розв'язанням задачі є селекції джерел даних на I , при виконанні умов:

$$\text{Im}(n_2 \circ n_1) \Big|_{(Q_1 \cup Q_2, I)} \subset \text{Im}(n_2 \circ n_1) \Big|_{(F_0^0, F_0)}$$

за умови $F_0^0(Q_1 \cup Q_2) \rightarrow \max$ на $\left\{ F_0 \cup_j \text{Inf}(C(pI_j)) \right\}$,
 $j = \overline{0,3}$, де $\text{Im}(n_2 \circ n_1)$ – образ відношення $n_2 \circ n_1$.

Висновки

Побудована процедура визначення класу інформаційних об'єктів будівництва методом формального опису за наявною інформацією для вирішення завдань, при цьому встановлено:

– існування для поточного завдання з даного поля завдань рішення на даному класі інформаційних об'єктів будівництва;

– допустимість конструктивного порівняння класів задач із заданого поля завдань або із заданою сукупністю проблем будівництва.

Досліджено відношення між задачами, між класами задач на основі відношення еквівалентності множини джерел інформації.

На основі отриманих результатів визначено підхід до опису онтологій, класифікації проблем, завдань, об'єктів, що є постановочною частиною з урахуванням специфіки задач, що розв'язуються в рамках розроблених інформаційних технологій в будівельній проблематиці.

Список літератури

1. Григоровський П. Є., Горда О. В., Чуканова Н. П. Інформаційні середовища в будівництві. *Будівельне виробництво*. 2019. № 68. С. 15–19.
2. Горда О. В. Застосування ВІМ технологій на будівельному майданчику в інформаційних технологіях управління проектом. Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених «БУД-МАЙСТЕР-КЛАС-2019», 29-31 листопада 2019. КНУБА. С. 424–425.
3. Горда О. В. Специфіка інформаційних середовищ в будівництві. VII міжнар. наук.-практ. конф. «Управління розвитком технологій». 2020. м. Київ, КНУБА. С. 55–56.
4. Горда О. Аналіз моделей в інформаційному просторі будівництва. Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених «БУД-МАЙСТЕР-КЛАС-2020», 25-27 листопада 2020. Київ, КНУБА. С. 306–308.
5. Горда О.В. Топологія інформаційного простору в будівництві. *Будівельне виробництво*. № 70. 2020, С. 39–44.
6. Горда О.В. Поле задач об'єкту будівництва. *Управління розвитком складних систем*. № 44. 2020. С. 78–83.
7. Халмош П. Теория меры. Москва: Изд-во иностранной литературы, 1953. 282 с.
8. Окстоби Дж. Мера и категория. Москва: Мир, 1974. 158 с.
9. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. Москва: Радио и связь, 1982. 432 с.
10. Основы теории нечетких множеств Л. К. Коньшева, Д. М. Назаров. Санкт-Петербург, 2011, 192 с.

Стаття надійшла до редколегії 12.09.2021

Gorda Elena

Assistant professor of information technology design and applied mathematics, orcid.org/0000-0001-7380-0533
 Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

DEFINITION OF THE CLASS OF INFORMATION OBJECTS OF CONSTRUCTION

Abstract. Building the definition of the class of an information object in construction based on automated tools is a separate complex task. The work generalizes the concept of a task in terms of information environments for construction. A certain approach to the presentation of such concepts as the problem of construction, the problem of construction, ontology of construction, idea, concept, classification of problems, current directions, objects included in the formulation of the problem, taking into account the specifics of the problems solved within the framework of the developed information technologies in construction problems. In the work, the means and methods of information theory are determined and investigated, in fact, the tasks of construction, design, modeling, monitoring and their totality within the framework of the problems of the construction industry. The relevance of the task from a theoretical point of view is determined by the expansion of the ontology of construction as a science; from an applied point of view, it is determined by ensuring the possibility of accurate formalization of regulatory information and documentation in construction. The main difference between the study, the results of which are presented in this work, is cognitive-semantic analysis based on category theory, mathematical logic and universal algebra, algebra of sets, algebra of tuples and relational algebra, namely: the construction of knowledge representation in open languages in the construction of information relations sources – tasks – classes of information objects.

Keywords: construction; class; modeling; task; object; information object; task field; model; information environment; source of information; special text model; natural languages; fuzzy analysis

References

1. Grigorovsky, P., Gorda, O., Chukanova, N. (2019). Information environments in construction. *Construction production*, 68, 15–19. [In Ukrainian].
 2. Gorda, O. (2019). Application of BIM technologies on the construction site in project management information technologies. *International scientific-practical conference of young scientists "BUD-MASTER-CLASS-2019"*, 424–425. [In Ukrainian].
 3. Gorda, O. (2020). Specifics of information environments in construction. VII International Scientific and Practical Conference "*Technology Development Management*", 55–56. [In Ukrainian].
 4. Gorda, O. (2020). Analysis of models in the information space of construction. *International scientific-practical conference of young scientists "BUD-MASTER-CLASS-2020"*, 306–308. [In Ukrainian].
 5. Gorda, O. (2020). Topology of information space in construction. *Construction production*, 70, 39–44. [In Ukrainian].
 6. Gorda, O. (2020). Task field of the construction object. *Management of complex systems development*, 44, 78–83. [In Ukrainian].
 7. Halmos, P. (1953). Publishing house of foreign literature, 282. [In Russian].
 8. Okstoby, J. (1974). Measure and category, 158. [In Russian].
 9. Kofman, A. (1982). Introduction to the theory of fuzzy sets, 432. [In Russian].
 10. Konysheva, L., Nazarov, D. (2011). Fundamentals of the theory of fuzzy sets, 192. [In Russian].
-

Посилання на публікацію

- APA Gorda, Elena, (2020). Field of tasks of the construction object. *Management of Development of Complex Systems*, 44, 89–94, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.47.89-94.
- ДСТУ Горда О.В. Визначення класу інформаційного об'єкта в будівництві. *Управління розвитком складних систем*. Київ : КНУБА, 2021. № 47. С. 89 – 94, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.47.89-94.