

**Горда Олена Володимирівна**

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

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ПОЛЕ ЗАДАЧ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА**

***Анотація.** Виконано узагальнення поняття завдання в термінах інформаційних середовищ будівництва [ІСБ]. Визначено підхід до представлення таких понять, як проблематика будівництва, проблема будівництва, онтологія, ідея, концепція, класифікація проблем, завдань, напрямів, об'єктів, що входять в установчу частину завдань з урахуванням специфіки задач, розв'язуваних в рамках розроблюваних інформаційних технологій у будівельній проблематиці. У роботі визначаються і досліджуються на основі методів будівельної геодезії власне задачі будівництва, проектування, моделювання, моніторингу та їх сукупності в рамках проблематики будівництва засобами теорії інформації. Запропоновано і описано підхід щодо технічного стану будівельного об'єкта на основі інформаційного моделювання в управлінні будівельним процесом і інформаційного моделювання в рамках життєвого циклу. 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 висувуються до моделювання під час вирішення виникаючих завдань. Будівельний об'єкт сильно залежить від стадії свого існування: якщо при проектуванні він є віртуальним, а під час будівництва поступово набуває реального втілення, то на довгому етапі експлуатації будівля входить у пору стабільності і вже не схильна до значних змін. Інформаційна модель – це мінливий об'єкт, який залежить від кола вирішуваних завдань. Використовуючи методи будівельної геодезії, в рамках проблематики будівництва визначено поле задач, клас задач, уточнено поняття задачі, стан задачі, підзадачі, ланцюги задач, розв'язання задачі і розв'язок задачі, досліджено відношення між задачами, між класами задач на основі відношення еквівалентності, досліджено відношення, що задають перетворення агрегації, злиття, інтеграції. 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.*

**Ключові слова:** будівництво; будівельна геодезія; моделювання; об'єкт; завдання; поле задач; модель; інформаційне середовище; мета; стан

**Актуальність**

Будівництво, як діяльність, визначає проблематику загалом, а саме: сукупність можливих питань, аналіз, оцінку, формування ідей, концепцій, взаємопов'язаних об'єктом розгляду, і містить класифікацію, розстановку пріоритетів, напрями розвитку.

Будівельні та проектувальні роботи визначають сукупність проблем будівництва. Проблема – це сформульована концепція і цілевизначення для будівельних і проектувальних 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.

Отже, дослідження визначення і підходів до представлення таких понять, як проблематика будівництва та проблема будівництва є актуальними [2; 3].

Будівельна геодезія – це комплекс вимірювань, обчислень і побудов у кресленнях і документах просторових характеристик місцевості розташування будівельних об'єктів, їх елементів, що забезпечує згідно з планом їх правильне і точне розміщення.

Специфіка будівельної геодезії:

- забезпечує контроль зведення конструктивних і планувальних елементів відповідно до проекту;

- є сполучною ланкою всього процесу будівництва;

- забезпечує основи 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 і поточних ремонтів. При цьому як управління розуміється визначення сукупності ознак необхідності і ознак завершення будівельного процесу.

Вимірювання в будівництві (далі вимірювання) це:

- 1) формування завдання на вимірювання;
- 2) організація власне вимірювань, тобто:
  - визначення комплексу технічних засобів контрольно-вимірювальної техніки (КТЗ КВТ);
  - логістика обладнання;
  - монтаж / демонтаж обладнання за місцем вимірювання;
  - власне вимірювання;
- 3) первинне опрацювання даних вимірювання;
- 4) ідентифікація ТСО (на основі інформаційного моделювання в управлінні будівельним процесом і інформаційного моделювання в рамках життєвого циклу) [10; 11].

5) прогноз ТСО.

Вимірювання здійснюються на різних етапах ЖЦ БО:

- вимірювання до початку проектування БО;
- вимірювання в процесі будівництва відповідно до проекту БО;
- вимірювання в процесі моніторингу ТСО на етапах його ЖЦ.

Процес будівництва з точки зору будівельної геодезії визначається такою геодезичною моделлю, яка представляється впорядкованим планом будівництва (або моніторингу) БО та сукупністю послідовностей можливих геодезичних процедур щодо:

- ділянки будівництва БО;
- власне БО;
- ТСО;
- суміжних БО;
- комунікацій БО.

Отже, доцільно визначити і дослідити на основі методів будівельної геодезії власне задачі будівництва, проектування, моделювання, моніторингу та їх сукупності в рамках проблематики будівництва засобами теорії інформації [7 – 9].

### Мета статті

Метою роботи є визначення і дослідження в термінах та поняттях Інформатики [1; 4] на основі методів будівельної геодезії власне завдання будівництва і сукупності задач в рамках проблематики 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 і документації в будівництві.

### Викладення основного матеріалу

Проблематика будівництва визначає необхідні цілі, об'єднуючи такі поняття, як потреба, результат і мета, при цьому не розглядаючи методи і способи їх досягнення, та реалізуючи зв'язок: результат отримано тоді і тільки тоді, коли мета досягнута і значення критерію наявності приймають задані величини. Як критерій наявності розуміється відношення, задане на класі об'єктів проблематики будівництва, що служить для класифікації необхідної, досягнутої або недосягнутої цілей.

Проблема будівництва визначає завдання будівництва щодо окреслення проблемної ситуації, постановки задач, виявлення і визначення вихідних даних, умов і відношень між ними, визначення суб'єктів будівництва, при тому, що мета будівництва ще не досягнута. Мета узагальнення поняття задачі в термінах інформаційних середовищ будівництва [5; 6] – це визначення підходу до опису онтологій, ідей, концепцій, класифікації проблем, задач, напрямів, об'єктів, що є установчою частиною завдання з урахуванням їх специфіки в рамках розроблених інформаційних технологій у будівельній проблематиці (рис. 1).

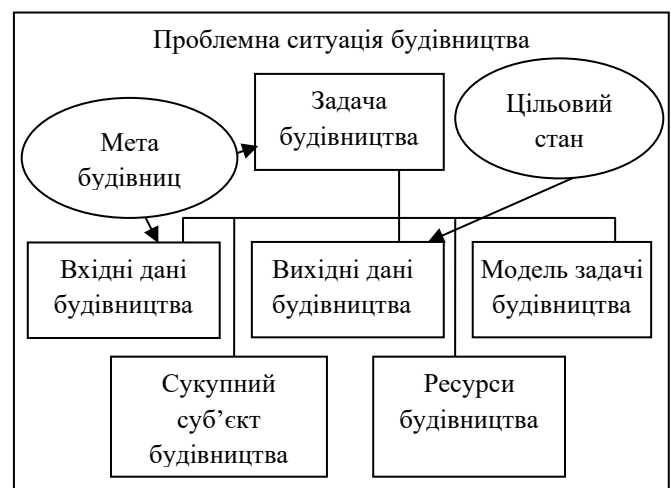


Рисунок 1 – Проблема ситуація будівництва

**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 цій проблемній ситуації та реалізує будівельні процеси в межах ресурсів будівництва.

**Підзадача** певної задачі – це задача в рамках проблемної ситуації цієї задачі, з її вихідними і розрахунковими даними, і необхідним кінцевим цільовим станом, в рамках обраної технології досягнення кінцевого цільового стану цієї задачі.

Для задачі визначена впорядкована трійка станів:

**1. Стан задачі – постановка** – визначення вихідного стану і опис цільового стану об'єкта будівництва, осмислення умови задачі – дії виокремлення умов і обмежень, відношення між об'єктами, про які йдеться в задачі, пошук шляху або плану виконання завдання на основі цілеспрямованого пошуку, або використовуючи аналітико-синтетичний пошук на основі ізоморфних моделей, які відображають детально риси споруджуваного об'єкта, що забезпечують взаємно однозначну відповідність між елементами моделі і спроектованого об'єкта при збереженні точних співвідношень і взаємодій між цими елементами. У загальному випадку вид моделі залежить не тільки від об'єкта, що будується, а й від тих завдань, вирішення яких вимагає заданої точності при заданій адекватності певним суб'єктом будівництва.

**2. Стан задачі – знаходження розв'язку** – знаходження розв'язку задачі, тобто здійснення будівельної діяльності та контролю стану об'єкта будівництва, спрямовані на досягнення цільового стану. Такі переходи здійснюються за допомогою суб'єкта будівництва, що становить головну складність при розв'язанні задачі. Між процесом модифікації моделі і процесом обробки даних існує неперервна взаємодія. Тому вибір моделі на попередньому етапі не зводиться до одного базового варіанта, оскільки виникають нові завдання з метою якомога більшої відповідності моделі і об'єкта. Коли мета досягнута, тоді завдання перетворюється в процедуру, тобто послідовність дій, що виконується закономірно, згідно з точним приписом, яка спрямована на розв'язання задачі, що є частковим по відношенню до більш широкої задачі. Основними компонентами динамічної мережі будівництва об'єкта є події та процеси. В інженерії «онтологічні» методи реалізуються в сітьовому графіку – динамічній моделі виробничого процесу, що відображає технологічну залежність і послідовність виконання комплексу робіт, які пов'язують їх звершення в часі з урахуванням витрат ресурсів і вартості робіт з виділенням при цьому критичних місць.

**3. Стан задачі – оформлення отриманого розв'язку** з точки зору інформаційного підходу завдання – це визначення відмінності між вихідним станом і опис цільового стану об'єкта будівництва при заданому суб'єкті будівництва. Задача вважається розв'язаною, коли ознаки наявного і необхідного стану ідентичні або здійснено перехід з даного стану в бажаний цільовий стан. Ступінь подібності цільового стану об'єкта будівництва з отриманим у процесі розв'язання за станом задачі знаходження розв'язку не завжди ізоморфні, а здебільшого гомоморфні, тобто подібні за формою і основними структурами, а отже, є подібність між

різними групами елементів об'єкта. На цьому етапі фіксується кінцевий результат розв'язання задачі.

Задачу можна вважати розв'язаною тоді і тільки тоді, коли знайдений розв'язок:

- є безпомилковим;
- є обґрунтованим;
- має вичерпний характер;
- має необхідну точність і достовірність;
- гарантує, що замовник здатен правильно інтерпретувати отримані результати і знає, яким чином вони можуть бути використані.

**Властивості стану задачі:**

1. Задача може бути тільки в одному стані.
2. Задача переходить з одного стану в інший за вищенаведеним порядком.
3. Задача передбачає за заданих умов вихід на досягнення цільового стану.

**Ланцюг задач** відносно одного об'єкта – це зв'язана впорядкована за послідовністю сукупність задач щодо об'єкта будівництва, задає шкалу подій станів і є шкалою системного часу для певного будівельного об'єкта.

**Підланцюг** за даного ланцюга задач відносно одного об'єкта – це зв'язана впорядкована за послідовністю сукупність задач в рамках заданого ланцюга щодо об'єкта будівництва.

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

**Шкала подій** для заданого поля задач, упорядкована за часом станів, сукупність вимірювань щодо об'єкта будівництва – це шкала системного часу (рис. 2).

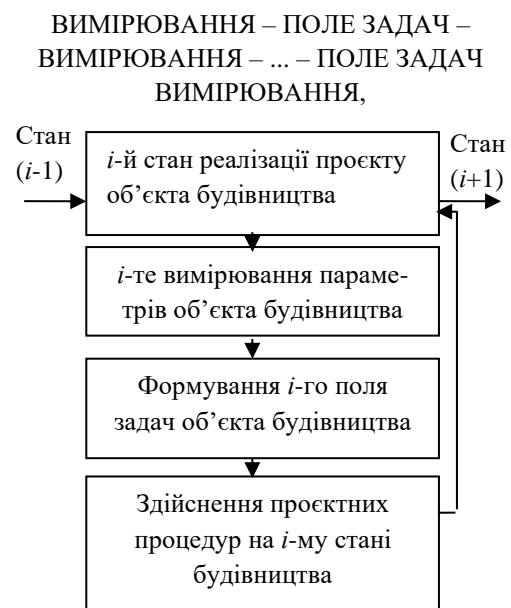


Рисунок 2 – Ланцюг подій стану

На рис. 2:  $i = \overline{0, N}$ ,  $i = 0$  – відповідає початковому стану будівництва;  $i = N$  – відповідає цільовому стану будівництва.

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

**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. У кожен конкретний момент системного часу поле задач щодо об'єкта можна представити як сімейство частково впорядкованих множин вимірювань, при цьому визначені попередні вимірювання як елементи цього сімейства множин.

3. Початкове вимірювання щодо об'єкта – визначає початкове поле задач відповідно до розробленого концепту будівельного об'єкта.

4. Кінцеве вимірювання щодо об'єкта – визначає підсумкові значення будівництва відповідно до генерального проєкту.

5. Ланцюг вимірювань щодо об'єкта – впорядкована за системним часом послідовність вимірювань між обраним полем задач об'єкта, початком ланцюга, і наступним полем задач об'єкта та кінцем ланцюга. За визначенням – довжина ланцюга на одиницю менше кількості вимірювань, Задача – це ланцюг довжини 1.

6. Будівельний проєкт щодо об'єкта будівництва, у якого множина всіх ланцюгів вимірювань обмежена в сукупності, будемо називати реалізованим.

7. Реалізований будівельний проєкт щодо об'єкта будівництва будемо називати здійсненим, якщо множина всіх його ланцюгів містить ланцюг, що включає початкове і кінцеве вимірювання щодо об'єкта.

8. 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 об'єкти.

9. Проблематика будівництва на сукупності описів будівельних об'єктів одного типу визначає допустимі і реалізовані функції, методи і перетворення об'єктів.

10. Даними для екземплярів об'єктів будівництва є параметри фіксації проблемних ситуацій, постановки Задач, вихідні дані, умови і обмеження, визначення суб'єктів будівництва.

11. Процедуру побудови поля задач можна представити, як таку послідовність дій:

– на етапі проблематики визначаються проєкти будівельних об'єктів (визначивши для них актуальність, визначимо проблеми будівництва на цей момент часу);

– своєю чергою, проблеми будівництва визначають задачі для будівельних об'єктів, які сформулюють класи об'єктів (завдань) у полі задач для об'єкта будівництва, на основі яких завершиться побудова поля задач як такого.

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

**Клас об'єктів для поля задач** щодо одного об'єкта будівництва – сукупність ланцюгів задач щодо одного БО, методів їх перетворення і множини значень даних в кожен момент шкали подій станів БО.

1. Два класи об'єктів для поля задач щодо одного БО еквівалентні, якщо об'єкти одного класу є об'єктами іншого класу і навпаки.

2. Два класи об'єктів для поля задач щодо одного БО структурно еквівалентні, якщо їх топології ізоморфні.

3. Клас об'єктів поля задач щодо одного БО називається підкласом цього класу, якщо кожен його об'єкт, метод перетворення і відповідні набори даних належать даному класу.

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

5. Упорядкована за часом сукупність вимірювань щодо сукупного об'єкта будівництва задає шкалу подій станів і є шкалою системного часу для певного поля задач. Шкала системного часу сукупного об'єкта будівництва – це взаємопов'язана шкала за послідовністю подій всіх об'єктів сукупного об'єкта внаслідок введення для всіх об'єктів тотожного вимірювання, тобто спостереження без геодезичного вимірювання.

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

7. Клас об'єктів поля задач щодо сукупності БО називається підкласом цього класу, якщо кожен його об'єкт, метод перетворення і відповідні набори даних належать цьому класу.

8. Два класи об'єктів для поля задач щодо сукупності БО еквівалентні, якщо об'єкти одного класу є об'єктами іншого класу і навпаки.

9. Два класи об'єктів для поля задач щодо сукупності БО структурно еквівалентні, якщо їх топології ізоморфні.

10. Операції над класами об'єктів для поля задач відносного БО:

– агрегація, що задає відношення об'єднання класів об'єктів для одного поля задач з вирівнюванням шкали системного часу;

– інтеграція, що задає відношення об'єднання частин класів об'єктів для полів задач з вирівнюванням шкали системного часу, з урахуванням збереження топології і уніфікації описів;

– злиття, що задає відношення об'єднання класів об'єктів полів задач в єдине поле задач нового об'єкта будівництва з вирівнюванням шкали системного часу, з урахуванням збереження топології і уніфікації описів.

## Висновки

З використанням методів будівельної геодезії в рамках проблематики будівництва визначено поле завдань, клас завдань, уточнено поняття завдання, вирішення завдання і розв'язок задачі.

Досліджено відношення між задачами, між класами задач на основі відношення еквівалентності.

Досліджено відношення, що задають перетворення агрегації, злиття, інтеграції.

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

## Список літератури

1. Поляков А. А., Цветков В. Я. Прикладная информатика: учеб.-метод. пособие: в 2-х ч. /под общ. ред. А. Н. Тихонова. Москва : МАКС Пресс, 2008. Т. 1. 788 с.
2. Ожерельева Т. А. Об отношении понятий информационное пространство, информационное поле, информационная среда и семантическое окружение. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. № 10. С. 21–24.
3. Чехарин Е. Е. Информационная модель семантического окружения. *Перспективы науки и образования*. 2014. № 4. С. 20-24.
4. Буркина, В. А., Титова Е. И. Механизмы систематизации математических знаний. *Молодой ученый*, № 3 (62), 2014 г. С. 884–887.
5. Горда О. В. Аналіз моделей в інформаційному просторі будівництва. *International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2019"*, November 2020, Kyiv, Ukraine.
6. Григоровський П. Є., Горда О. В., Чуканова Н. П. Інформаційні середовища в будівництві. *Будівельне виробництво*. № 68. С. 15–19.
7. Григоровський П. Є., Горда О. В., Чуканова Н. П. Інформаційне моделювання будівель для вибору систем інструментального моніторингу на різних етапах життєвого циклу. *Будівельне виробництво*. № 68. С. 3–7.
8. Горда О. В. Застосування BIM технологій на будівельному майданчику в інформаційних технологіях управління проектом. *International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2019"*, November 2019, Kyiv, Ukraine, 521. P. 424.
9. Горда О. В. Об'єктно-орієнтоване проектування програмних середовищ в умовах розподілених баз знань. Перша науково-практична конференція «Розподілені програмні системи і технології», КНУБА, 2020. Файл.
10. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293738/4293738904.htm>.
11. Мустафин Н. Ш., Барышников А. А. Повышение ресурсной производительности на всех этапах проектирования и строительства с помощью программных технологий BIM. *Региональное строительство: электронный научно-практический журнал*, 2016. №3(15). С. 6.

Стаття надійшла до редколегії 05.11.2020

### Gorda Elena

Assistant professor of information technology design and applied mathematics department, [orcid.org/0000-0001-7380-0533](https://orcid.org/0000-0001-7380-0533)  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

### FIELD OF TASKS OF THE CONSTRUCTION OBJECT

**Abstract.** The generalization of the concept of the task in terms of information environments of construction [ISB] is performed. The approach to the presentation of such concepts as construction issues, construction problem, ontology, idea, concept, classification of problems, tasks, directions, objects included in the staging part of the tasks taking into account the specifics of the tasks solved within the developed information technologies in construction issues. The paper defines and investigates on the basis of methods of construction geodesy the actual tasks of construction, design, modeling, monitoring and their totality in the field of construction by means of information theory. An approach to the description of the technical condition of a construction object on the basis of information modeling in the management of the construction process and information

modeling within the life cycle is proposed and described. Information modeling is a process, the results of each stage of which, ie information models of the building, differ greatly from each other depending on the stage of the life cycle of the object and the requirements for modeling in solving emerging problems. The construction object strongly depends on the stage of its existence: if during the design it is virtual, and during construction it gradually finds a real embodiment, then at a long stage of operation the building enters a period of stability and is no longer subject to significant changes. An information model is a variable object that depends on the range of tasks to be solved. Using the methods of construction geodesy in the field of construction, the field of problems, class of problems, the concept of the problem, the state of the problem, subtasks, chains of problems, problem solving and the result of solving the problem, the relationship between problems setting the transformation of aggregation, merger, integration. The urgency 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 is determined by the possibility of accurate formalization of regulatory information and documentation in construction.

**Keywords: construction; building geodesy; modeling; object; task; task field; model; information environment; purpose; state**

#### References

1. Polyakov, A., Tsvetkov, V. (2008). Applied computer science: teaching method. Allowance: in 2 parts. Under common. ed. A.N. Tichonov. Moscow : MAKS Press, 788.
2. Ojerelieva, T. (2014). On the relationship between the concepts of information space, information field, information environment and semantic environment. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 10, 21–24.
3. Chekharin, E. (2014). Information model of the semantic environment. *Perspectives of science and education*, 4, 20–24.
4. Burkina, V., Titova, E. (2014). Mechanisms of systematization of mathematical knowledge. *Young Scientist*, 3 (62), 884–887.
5. Gorda, O. (2020). Analysis of models in the information space of construction. *Procc. International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2020"* November 2020, Kyiv, Ukraine.
6. Grigorovsky, P., Gorda, O., Chukanova, N. (2019). Information environments in construction. *Construction production*, 68, 15–19.
7. Grigorovsky, P., Gorda, O., Chukanova, N. (2019). Information modeling of buildings for the selection of instrumental monitoring systems at different stages of the life cycle. *Construction production*, 68, 3–7.
8. Gorda, O. (2019). Application of BIM technologies on the construction site in information technologies of project management. *Procc. International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2019"*, Kyiv, Ukraine, 424.
9. Gorda, O. (2020). Object-oriented design of software environments in the conditions of distributed knowledge bases. *Procc. The first scientific-practical conference "Distributed software systems and technologies"*, KNUBA.
10. Information modeling in construction. Rules for the formation of the information model of objects at different stages of the life cycle. Electronic resource <https://meganorm.ru/Index2/1/4293738/4293738904.htm>.
11. Mustafin, N., Baryshnikov, A. (2016). Increasing resource productivity at all stages of design and construction with the help of BIM software technologies. *Regional Construction: electronic scientific-practical journal*, 3(15), 6.

#### Посилання на публікацію

- APA Gorda, Elena. (2020). Field of tasks of the construction object. *Management of Development of Complex Systems*. Kyiv : KNUBA, 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).
- ДСТУ 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](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.78-83).