

DOI: 10.32347/2076-815x.2024.86.261-271

УДК 69.059.7:624.05

PhD Дружинін М.А.,

druzhynin.ma @knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1821-1968,

PhD Малихін М.О.,

malykhin.mo @knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9721-2733,

Кацюба І.Р., katsiuba. ir@knuba.edu.ua, ORCID: ,

Кирик Я.Я., kirik. yu@knuba.edu.ua, ORCID: ,

Степанюк Р.Б.,

stepaniuk. rb@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0001-5945-8468,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНТЕГРАЦІЯ ПРИКЛАДНИХ МОДУЛІВ IPD ДО СКЛАДУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ БУДІВНИЦТВОМ

Сучасні будівельні проєкти характеризуються складними багатофункціональними зв'язками, що вимагає опрацювання великої кількості інформації. Основним завданням інноваційного розвитку будівельного девелопменту є створення конкурентних переваг у стратегічній перспективі, які формують безпечне і комфортне середовище для життя людини, що відповідає високим світовим стандартам якості, забезпечуючи сталий соціально-економічний розвиток будівельної галузі країни. *Integrated Project Delivery (IPD)* є цілком новою ідеєю, що ґрунтується на технології *Building Information Modeling (BIM)*. Основна ідея полягає в тісній співпраці між інвестором, проєктантом і виконавцями будівельного проєкту. Досягнення конкурентних переваг має ґрунтуватися на інноваційному переозброєнні будівельної галузі, формуванні інноваційних компетенцій, інжинірингових схем управління життєвим циклом будівельних об'єктів, застосуванні інформаційних технологій для підвищення продуктивності, зниження енергоємності, матеріалоємності та собівартості будівельної продукції. У статті проаналізовано переваги застосування інформаційного моделювання та методу інтегрованої реалізації проєкту в будівництві. Розроблено математичну модель вибору оптимальної мережевої організаційної структури проєкту. Визначено основні чинники, що впливають на синергетичний ефект реалізації будівельного проєкту (витрати на внесення змін у проєкт, збільшення часу реалізації, трансакційні та експлуатаційні витрати). Побудовано та перевірено на практиці економіко-математичну модель оцінки синергетичного ефекту від спільного впровадження інтегрованої реалізації будівельного проєкту та

інформаційного моделювання. Розроблено імітаційну модель для комплексного дослідження та оптимізації комунікаційної мережі учасників реалізації будівельного проєкту. Отримані результати дозволять топ-менеджменту підрядних підприємств здійснювати ефективний моніторинг, структурування та маневрування активами в операційній діяльності, обґрунтувати економічну стратегію та параметри виробничого господарського портфеля будівельних підприємств.

Ключові слова: організація будівництва; інформаційне моделювання в будівництві; інтегрована реалізація будівельних проєктів; будівельний проєкт.

Постановка проблеми. З кінця 1960-х років у будівельній галузі спостерігається різке зниження продуктивності та результатів проєктів. Основною причиною цього зниження є те, що переважна більшість проєктів реалізується із запізненням та перевищенням бюджету.

Інтегрована реалізація проєктів (Integrated Project Delivery (IPD)) є важливою складовою Інституту ошадливого будівництва (Lean Construction Institute). Метою IPD є створення кращої системи співпраці та комунікації між різними сторонами, залученими до будівельного проєкту, від власника до проєктувальника і будівельника, а також усіх залучених підрядників і постачальників. Цей метод відрізняється від традиційної моделі реалізації проєкту «проєктування-торги-будівництво», в якій власник проєкту укладає окремі контракти з кожною стороною і виступає в ролі посередника для проєктних і будівельних команд.

Вибір оптимальної мережевої структури для будівельного проєкту залежить від складності, унікальності, термінів реалізації, наявних ресурсів, ризиків тощо. Сучасні проєкти часто передбачають поєднання різних типів мережевих структур. Для оновлення процесів організації будівництва позиціонований метод пропонує розглядати інвестиційний цикл будівельного проєкту як специфічну операційну систему. В якості провідної складовою переробчої підсистеми такої системи метод розглядає організацію, якій надано інвестором функції підготовки (та/або) впровадження проєкту, тобто виконання переважної більшості завдань передінвестиційної та інвестиційної фаз проєктного циклу.

Щільність мережевої взаємодії учасників будівельного проєкту є важливим показником, що дозволяє встановити відповідність між типами мережевої структури. Щільність мережі визначається як частка фактичних зв'язків між учасниками проєкту від максимально можливої кількості зв'язків. У рамках будівельного проєкту можна виділити такі основні типи мережевих організаційних структур та їх характеристики:

1. Лінійна мережева структура:

- Проста, ієрархічна структура управління
- Чіткий розподіл функцій та відповідальності
- Повільна реакція на зміни
- Ефективна для стандартизованих, рутинних операцій

2. Матрична мережева структура:

- Поєднання лінійної та функціональної структур
- Двовимірна система управління (за проєктами та функціями)
- Гнучкість, можливість швидко перерозподіляти ресурси
- Ускладнена система управління, необхідність узгодження рішень

3. Проєктна мережева структура:

- Орієнтована на конкретний проєкт
- Тимчасові спеціалізовані підрозділи для реалізації проєкту
- Максимальна гнучкість, оперативність прийняття рішень
- Складність координації діяльності між проєктними групами

4. Адаптивна мережева структура:

- Динамічна, здатна швидко реагувати на зміни
- Горизонтальні зв'язки, мінімум ієрархічних рівнів
- Високий рівень автономії учасників
- Складність централізованого управління

Таким чином, динаміка показника щільності мережі дозволяє оцінити ефективність взаємодії учасників проєкту, виявити "вузькі" місця та своєчасно вносити корективи в організаційну структуру. Наприклад, для складних унікальних будівельних проєктів найбільш доцільними будуть матрична або проєктна мережеві структури з високою щільністю взаємодії, що забезпечить необхідну гнучкість і координацію дій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання необхідності запровадження і розвитку інформаційного моделювання та інтегрованої реалізації проєктів у будівництві досить активно вивчається іноземними вченими, зокрема: Kozlovska M., Sabol L. [2], Smith R.E. [4], Elvin G. [5], Wix J. [6] та ін. В Україні дослідженням проблематики Бушуєв С.Д., Григоровський П.Є, Чуканова Н.П., Горда О.В. [11], Рижакова Г.М. [12] Приходько Д.О., Поколенко В. О., Петруха Н. М., Чуприна Ю.А., Хоменко О.М. [13], Трач Р.В.

Разом із тим є ще значна частина питань, які потребують наукового обґрунтування та вирішення. До ключових можна віднести: розширення сфери інформації, що зберігається, забезпечення можливості її використання (відповідно до потреб) усіма суб'єктами, які беруть участь в окремих етапах циклу життя будівлі, а також удосконалення співробітництва між ними.

Мета статті полягає у дослідженні впровадження концепції інтегрованої реалізації будівельних проєктів (IPD) для вирішення проблеми зберігання, обміну і використання інформації всіма суб'єктами, які беруть участь на різних етапах циклу життя будівлі, а також удосконалення співробітництва між ними.

Виклад основного матеріалу дослідження. Запровадження концепції інтегрованої реалізації проєкту (IPD) [3], сформульованої Американським Інститутом Архітекторів (AIA) вимагає повного використання знань і здібності всіх суб'єктів, що беруть участь у будівельно-інвестиційному проєкті. Узгоджуючи різні сторони, залучені до проєкту, і забезпечуючи їхню постійну комунікацію протягом усього проєкту, IPD значно підвищує ефективність і усуває відходи в проєктах. У цьому випадку під «відходами» маються на увазі як матеріальні відходи, так і нематеріальні, такі як час очікування, неправильно підібраний персонал і перевиробництво.

Залучення членів проєктної та будівельної команди до спільної роботи протягом усього процесу реалізації проєкту зменшує проблеми, пов'язані з комунікацією. Наприклад, у структурі «проєктування-тендер-будівництво» ви можете виявити, що будівельники в кінцевому підсумку заплуталися в проєктній концепції або вважають її нездійсненною. Якщо подібні проблеми вирішуються на етапі проєктування, ви уникаєте втрат часу та пов'язаних з ними витрат на їх вирішення, а також підвищуєте ефективність проєкту, прагнучи здати його вчасно.

Реляційні контракти - це тип угод, які підписують сторони, що беруть участь у команді IPD. Це пов'язано з довірою до того, що інші команди, які беруть участь у контракті, виконають свою роботу якомога ефективніше, щоб максимізувати прибуток для всіх. Реляційний контракт - це угода, яка регулює довгострокові відносини між двома або більше сторонами. У проєктуванні та будівництві реляційний контракт визначає постійні умови робочих відносин. У міру того, як відносини між учасниками зміцнюються, контракт стає більш ефективним, оскільки сторони, що беруть участь у пакті, довіряють одна одній.

Умови контракту визначають очікування різних груп і те, як їхня участь у проєкті буде перетинатися з часом. Наприклад, якщо будівельна команда необхідна на етапі проєктування, в контракті будуть перераховані їхні обов'язки в цей період.

Реляційна основа відносин співпраці та повністю неієрархічний характер обміну інформацією, пов'язаний з управлінням ланцюгом поставок і кластерними підходами, залучають менші за розміром, але більш цілеспрямовані групи учасників до прийняття рішень.

Щільність також можна використовувати як засіб встановлення відповідності між типами мережі в рамках даного проєкту. Іншими словами,

порівняння мережевих конфігурацій, що включають договірні відносини, з тими, що передбачають обмін інформацією в рамках конкретного прикладу проєкту, є важливим і цінним джерелом інформації та знань. Оскільки щільність розраховується як частка існуючих зв'язків до їх максимально можливої кількості існує логічний аргумент, що більші мережі матимуть нижчу щільність, а ніж менші. Таким чином, показник щільності є обмеженим у застосуванні, коли мережі значно відрізняються за розміром, особливо у контексті функції мережі.

Основоположне значення в теорії мереж має поняття центральність актора. Центральність як концепція була вперше розроблена Бавеласом в 1948 році і надалі є актуальним інструментом для дослідження мережевих організаційних структур. Центральність як концепція є фундаментальною для інтерпретації даних соціальних мереж в роботах Бавеласа (1948) і Лівітта (1951) в Массачусетському технологічному інституті (МІТ). Наслідки центральності в комунікаційній мережі пройшли через кілька етапів інтерпретаційної думки. До кінця 1970-х терміни «центральність» і «влада» розглядалися багатьма спостерігачами як синоніми.

Більшість аналітиків вважали б цілком виправданими оголошувати актора з найвищою центральною позицією (і це часто чітко видно навіть із побіжного погляду на відповідну мережеву діаграму) як актора з найбільшою владою в мережі. Але ці інтерпретації зв'язку між центром і владою ґрунтувалися на вивченні невеликих груп людей у середовищі вирішення проблем. Значна частина діяльності в проєктному середовищі включає групи учасників, які вирішують проблеми або реагують на проблеми того чи іншого роду. Мережі в складних проєктних середовищах, ймовірно, потребують меншого акценту на владі, яку теоретики управління могли б частково прирівняти до лідерства. Мережі виконують складні дії та добре функціонують, коли видатні актори сприяють і забезпечують, наприклад, потоки своєчасної та точної інформації.

Центральне місце певного суб'єкта в мережі є вираженням його важливості та, можливо, влади, залежно від природи вимірюваних відносин. Простіше кажучи, центральність актора означає кількість зв'язків, пов'язаних із цим актором, порівняно із загальною можливою кількістю в контексті цілої мережі. Дослідниками виокремлено три основні групи показників центральності: центральність за ступенем (DegreeCentrality), центральність за близькістю (ClosenessCentrality) та центральність за посередництвом (BetweennessCentrality).

Високе значення даного актора в мережі за ступенем центральності передбачає його високий рівень помітності в мережі обміну інформацією чи іншому типі комунікаційної мережі. Центральність за ступенем показує міру

важливості суб'єкта, який відповідає за широке розповсюдження інформації або за збір інформації від великої кількості інших учасників. Значення центральності за ступенем є високим, якщо даний актор має відносно велику кількість первинних зв'язків. Для неорієнтованого графа ступінь вузлів можна записати в термінах матриці суміжності. Матриця суміжності графа $G = (V, E)$ з кінцевим числом вузлів n - це квадратна матриця A розміру n , в якій значення елементу a_{ij} дорівнює кількості ребер з вузла i до вузла j . Таким чином, центральність вузла i за ступенем можна розрахувати за формулою:

$$Cd(i) = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n-1} . \quad (1)$$

В направлених мережах вузли мають як вхідний ступінь, так і вихідний ступінь центральності та обидві міри можуть використовуватися для різного роду розрахунків. Вхідний ступінь вузла - це кількість ребер, що входять у вузол, і відповідно, вихідний ступінь - це кількість ребер, які виходять з вузла.

Центральність за посередництвом є мірою, що вказує на індекс потенційного контролю над мережею комунікації. Актори з високими індексами посередництва можуть обмежувати потік інформації в мережі. Це залежить від частоти, з якою даний вузол знаходиться між двома іншими вузлами. Як правило, суб'єкт, який має високе значення центральності за посередництвом, має високий рівень контролю над інформацією, що протікає через нього. Центральність за посередництвом є високою, якщо даний вузол лежить на великій кількості шляхів між іншими учасниками – це показник здатності діяти як «інформаційний міст» між іншими учасниками.

Центральність за посередництвом, являє собою міру того, наскільки через даного учасника мережі пролягають шляхи, що з'єднують інших учасників, тобто наскільки даний учасник мережі опосередковує (виступає посередником) для зв'язків між іншими учасниками. Посередництво учасника визначається як відношення всіх найкоротших шляхів між іншими учасниками до загальної кількості найкоротших шляхів між усіма учасниками мережі. Під найкоротшим шляхом тут розуміється мінімальна кількість зв'язків, що лежать на шляху від одного учасника до іншого. Вважається, що один з учасників мережі може впливати на інших її учасників, підтримуючи, затримуючи або руйнуючи процес передачі інформації. У будь-якому випадку він має потенціал для здійснення подібних дій.

Центральність за посередництвом обчислюється як відношення найкоротших шляхів, що пролягають через даний вузол, до загальної кількості всіх найкоротших шляхів:

$$Cb(i) = \sum \frac{g_{kj}(i)}{g_{kj}}, \quad (2)$$

де, $g_{kj}(i)$ - кількість найкоротших шляхів від вузла графа k до вузла j , які проходять через i ; g_{kj} - кількість найкоротших шляхів від вузла k до вузла j .

Центральність за близькістю передбачає вимірювання довжини шляху між двома заданими точками. Центральність за близькістю є природною мірою центральності та часто використовується в соціальних та інших мережевих дослідженнях. Даний показник заснований на статистичній мірі вихідних шляхів і визначається як середня довжина шляху до всіх інших вузлів, нормалізований розміром графа. У загальному випадку центральність по близькості означає, як швидко пошириться мережею інформація, що виходить із певного вузла. Близькість виступає показником того, наскільки близьким (і відповідно більш значущим) є даний учасник для всіх інших і наскільки легко, використовуючи прямі або опосередковані зв'язки, встановити з ним зв'язок. Центральність вузла за близькістю розраховується за формулою:

$$Cc(i) = \frac{n}{\sum d_{ij}}, \quad (3)$$

де, d_{ij} - сума геодезичних відстаней від вузла i до інших вузлів графа.

Таким чином, міра центральності власного вектора вузла i , яка була отримана завдяки високому рівню престижності вузла j , може спотворювати реальну впливовість вузла i . Зазначена проблема була врахована при розрахунку міри центральності PageRank. PageRank є торговою маркою корпорації Google, яка використовує його як центральну частину своєї технології веб пошуку та ранжування. Таким чином, Google повертає корисніші відповіді на запити не тому, що він краще знаходить релевантні сторінки, а тому, що він краще вирішує, в якому порядку подавати результати свого пошуку. Головну ідею цього алгоритму можна описати таким чином: значимість (ранг) сторінки тим вище, чим більшою є кількість посилань на неї з інших значущих сторінок.

Алгоритм PageRank близький за ідеологією до літературного індексу цитувань, що розраховується для довільного документа з урахуванням кількості посилань від інших документів на даний документ, але при цьому в PageRank не всі посилання вважаються рівнозначними.

Центральності вузла PageRank розраховується за формулою:

$$Cpr(i) = \alpha \sum_j a_{ij} \frac{x_j}{k_j^{out}} + \beta, \quad (4)$$

де, a_{ij} – елемент матриці суміжності; x_j – центральність власного вектору вузла j ; $\alpha i \beta$ – константи, k_j^{out} – кількість ребер, що виходять з вузла j . Якщо вузол j не має вихідних ребер, то k_j^{out} прирівнюється до одиниці, щоб уникнути ділення на нуль.

У мінімалістичному трактуванні IPD означає близьке співробітництво між інвестором, архітектором і генеральним підрядником, який є кінцевим відповідальним за будівельний проєкт, – від ранньої концепції до завершення будівництва об'єкту [2]. Всі учасники повинні зрозуміти, що тільки через спільні зусилля і логічні компроміси вони зможуть отримати результати, які закладені в цілях проєкту і водночас досягти кожен своєї мети [5]. Реалізація інвестиційно-будівельного проєкту може відбуватися за трьома різними методами: – DBB – Design-Bid-Build (Проєкт – Торги – Будівництво); DB – Design&Build (Проєкт і Будівництво); – IPD – Integrated Project Delivery (інтегрована реалізація будівельних проєктів).

Інтегровані форми угод (IFOA), яку також іноді називають IPD-контрактом, є поширеним типом реляційного контракту, що використовується в інтегрованому виконанні проєктів. Цей юридичний документ передбачає, що сторони повинні по-справжньому співпрацювати над проєктом, а не просто виконувати накази, що надходять зверху вниз.

Багатосторонній договір - це тип договору, в якому ключові учасники проєктної команди об'єднуються у спільному контракті. У деяких випадках лише три сторони (власник, проєктувальник, керівник будівництва) підписують основний договір, що робить його тристороннім. Будь-який контракт, який містить більше трьох основних підписантів, стає багатосторонньою угодою. Угода обіцяє постійне залучення всіх сторін протягом усього проєкту. На відміну від контрактів «проєктування-торги-будівництво» або «проєктування-будівництво», багатосторонні угоди складаються з одного документа, який підписується кожною стороною, що бере участь у проєкті. Іноді багатосторонні договори можуть містити більше десятка основних підписантів, включаючи механічних підрядників, каркасних підрядників тощо. Під основними підписантами також можуть бути підписанти, що дозволяє розширювати договір залежно від потреб основних підписантів.

Висновки. У статті досліджено можливість упровадження концепції інтегрованої реалізації будівельних проєктів (IPD) для вирішення проблеми зберігання, обміну і використання інформації всіма суб'єктами, які беруть участь на різних етапах циклу життя будівлі, а також удосконалення співробітництва між ними. З точки зору інвестора ранній обмін інформацією вдосконалює комунікацію і створює можливості для ефективною та зрівноваженою оцінки прийнятих проєктних рішень і цілей господарської

діяльності. Все це збільшує ймовірність, що цілі проєкту, у тому числі час реалізації, вартість будівництва, витрати на експлуатацію об'єкта, якість і стійкість, будуть досягнуті. За спільних цілей уся команда нестиме відповідальність за результати співпраці. Сторони будуть прагнути їх досягнути, спираючись на мотиваційні системи. Проєктант, підрядник, субпідрядники об'єднують свої сили і працюють разом для досягнення цілей інвестора та для реалізації власної мети. Спільне прийняття рішення дає можливість кращого контролю ризику, завдяки чому можна успішно реалізувати інвестицію, що призводить до розвитку позитивних відносин з інвестором та взаємовигідного співробітництва під час реалізації наступних інвестиційно-будівельних проєктів.

Список використаних джерел

1. Project Delivery and Building Information Modeling, Integrated Project Delivery Frequently Asked Questions, AIA California council, 2016.
2. Kozlovska M., Sabol L., Building projects risks decreasing through sophistic tools. Quality, environment, health protection and safety management development trends. – Neum, Bosna a Hercegovina: Tribun EU, 2018. – P. 160–165.
3. The American Institute of Architects, Integrated Project Delivery: A Guide, The American Institute of Architects, AIA California Council, 2017.
4. Smith R.E., Prefab Architecture a guide to modular design, John Wiley & Sons Inc, New Jersey 2010.
5. Elvin G., Integrated practice in architecture: mastering design-build, fast-track, and building information modeling, John Wiley & Sons Inc, New York 2017.
6. Wix J., Improving information delivery, In Quipin Shen G., Brandon P., Baldwin A., Collaborative Construction Information Management, Spon Press, London 2019.
7. McIntosh G., Sloan B., The potential impact of electronic procurement and global sourcing within the UK construction industry, [in:] ARCOM 17th Annual Conference, ed. by Akintoye, A, vol. 1, University of Salford, UK, September 2021. – P. 232–240.
8. Mesároš P., Mandičák T., Management of information flows in construction processes, IX. International Scientific Conference of Faculty of Civil Engineering IV. International PhD. Conference Young Scientist 2022 Faculty of Civil Engineering, proceeding on CD, May 23–25, 2022.
9. Jorgensen B., Emmitt S. Investigating the integration of design and construction from a “lean” perspective. *Construction innovation*. 2009. Вип. 9, № 2. С. 225–240.
10. Brennan M.D. Integrated project delivery: a normative model for value creation in complex military medical projects. *University of Illinois at Urbana-Champaign*, 2011. ISBN 1-267-15486-1.
11. Григоровський П.Є, Чуканова Н.П., Горда О.В. Інформаційні середовища в будівництві. *Будівельне виробництво*. 2019. № 68. С. 15–19.
12. Рижакова Г.М. Сучасний вектор оновлення будівельного девелопменту в контексті стратагем Integrated Project Delivery. *Управління розвитком складних систем*. - 2022. - Вип. 49. - С. 113-123.
13. Рижакова Г.М., Приходько Д.О., Поколенко В.О., Петруха Н.М., Чуприна Ю.А., Хоменко О.М. Оновлення науково-методичних підходів до побудови полікритеріальної системи адміністрування діяльністю підприємств-стейкхолдерів проєктів. *Просторовий розвиток*. - 2022. - Вип. 1. - С. 218-233.

**PhD Druzhynin Maksym, PhD Malykhin Mykhailo,
Katsiuba Ihor, Kirik Yaroslav, Stepaniuk Roman,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

INTEGRATION OF APPLIED IPD MODULES INTO THE COMPOSITION OF ORGANISATIONAL AND TECHNOLOGICAL TOOLS FOR CONSTRUCTION

Modern construction projects are characterised by complex multifunctional relationships that require processing a large amount of information. The main task of innovative development of construction development is to create competitive advantages in the strategic perspective, which form a safe and comfortable environment for human life that meets high international quality standards, ensuring sustainable socio-economic development of the country's construction industry. Integrated Project Delivery (IPD) is a completely new idea based on Building Information Modelling (BIM) technology. The main idea is to work closely with the investor, designer and executors of a construction project. Achievement of competitive advantages should be based on innovative re-equipment of the construction industry, development of innovative competences, engineering schemes for life cycle management of construction projects, application of information technologies to increase productivity, reduce energy intensity, material consumption and cost of construction products. The article analyses the benefits of using information modelling and the integrated project implementation method in construction. A mathematical model for choosing the optimal network organisational structure of a project is developed. The main factors affecting the synergistic effect of the construction project implementation (costs of making changes to the project, increasing the implementation time, transaction and operating costs) are identified. An economic and mathematical model for assessing the synergistic effect of the joint implementation of integrated construction project implementation and information modelling has been built and tested in practice. A simulation model has been developed for a comprehensive study and optimisation of the communication network of participants in the implementation of a construction project. The results obtained will allow the top management of contractors to effectively monitor, structure and manoeuvre assets in their operations, substantiate the economic strategy and parameters of the production and business portfolio of construction companies.

Keywords: construction organisation; information modelling in construction; integrated implementation of construction projects; construction project.

REFERENCES

1. Project Delivery and Building Information Modeling, Integrated Project Delivery Frequently Asked Questions, AIA California council, 2016. {in English}
2. Kozlovska M., Sabol L., Building projects risks decreasing through sophistic tools, Quality, environment, health protection and safety management development trends. – Neum, Bosna a Hercegovina: Tribun EU, 2018. – P. 160–165. {in English}
3. The American Institute of Architects, Integrated Project Delivery: A Guide, The American Institute of Architects, AIA California Council, 2017. {in English}
4. Smith R.E., Prefab Architecture a guide to modular design, John Wiley & Sons Inc, New Jersey 2010. {in English}
5. Elvin G., Integrated practice in architecture: mastering design-build, fast-track, and building information modeling, John Wiley & Sons Inc, New York 2017. {in English}
6. Wix J., Improving information delivery, In Quipin Shen G., Brandon P., Baldwin A., Collaborative Construction Information Management, Spon Press, London 2019. {in English}
7. McIntosh G., Sloan B., The potential impact of electronic procurement and global sourcing within the UK construction industry, ARCOM 17th Annual Conference, ed. by Akintoye, A, vol. 1, University of Salford, UK, September 2021. – P. 232–240. {in English}
8. Mesároš P., Mandičák T., Management of information flows in construction processes, IX. International Scientific Conference of Faculty of Civil Engineering IV. International PhD. Conference Young Scientist 2022 Faculty of Civil Engineering, proceeding on CD, May 23-25, 2022. {in English}
9. Jorgensen B., Emmitt S. Investigating the integration of design and construction from a “lean” perspective. *Construction innovation*. 2009. Вип. 9, № 2. С. 225–240. {in English}
10. Brennan M. D. Integrated project delivery: a normative model for value creation in complex military medical projects. *University of Illinois at Urbana-Champaign*, 2011. ISBN 1-267-15486-1. {in English}
11. Grigorovskyi P.E., Chukanova N.P., Gorda O.V. Information environments in construction. *Construction production*. 2019. No. 68. P. 15–19. {in Ukrainian}
12. Ryzhakova G. M. Modern vector of renewal of construction development in the context of Integrated Project Delivery strategies. *Management of the development of complex systems*. - 2022. - Issue 49. - pp. 113-123. {in Ukrainian}
13. Ryzhakova H.M., Prykhodko D.O., Pokolenko V.O., Petrukha N.M., Chupryna Yu.A., Khomenko O.M. Update of scientific and methodical approaches to the construction of a multi-criteria system of administration by the activities of project stakeholders. *Spatial development*. - 2022. - Issue 1. - P. 218-233. {in Ukrainian}