

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**КУШНІР СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ**



УДК 339.03: 69.003: 658.157

**ВІМ-ПРОЦЕДУРИ ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОГО  
ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ДЕВЕЛОПМЕНТУ**

05.23.08 – технологія та організація промислового  
та цивільного будівництва

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

**Київ – 2019**

*Дисертацією є рукопис*

Робота виконана у Київському національному університеті будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник** – доктор технічних наук, професор  
**ПОКОЛЕНКО Вадим Олегович**,  
Київський національний університет будівництва і архітектури, МОН України,  
професор кафедри менеджменту в будівництві (м. Київ)

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**ПШІНЬКО Олександр Миколайович**,  
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна МОН України, ректор (м. Дніпро)

**АУШЕВА Наталія Миколаївна**,  
НТУУ «Київський політехнічний інституту імені І. Сікорського» МОН України, професор кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів і систем (м. Київ)

Захист відбудеться «\_\_» червня 2019 р. о 14 год. 30 хв. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.03. у Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, КНУБА, зал засідань, ауд. 319.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розіслано «\_\_» травня 2019 р.

**Т. в. о. вченого секретаря  
спеціалізованої вченої ради**



**Н. С. Бушусва**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** «Обов'язкове впровадження BIM-технологій в проектуванні та будівництві, – зазначив заступник міністра Мінрегіонбуду України Л. Парцхаладзе, – починаючи з 2019 року, є важливим та своєчасним для України»<sup>\*)</sup>. Для лідерів вітчизняного будівельного бізнесу імплементація можливостей BIM-технологій до змісту бізнес-процесів циклу будівельного проекту та системи його адміністрування (від ініціації – до введення в дію та виходу на директивну потужність) є реальністю, а не далекою перспективою, як для решти учасників будівельного ринку.

Провідною сферою застосування BIM-технологій у будівництві є трансформація розрізнених графічних і табличних елементів з складу проектно-кошторисної документації у єдину систему інфо-графічних модулів, що інтегруються єдиною інформаційно-пошуковою системою.

Однак, у реаліях вітчизняного будівельного ринку та систем адміністрування будівництва BIM-технології залишаються допоміжним засобом візуально-графічного та аналітичного подання змісту будівельного девелоперського проекту як об'єкту будівництва та інвестування. Проте стратегічною тенденцією цього ринку є становлення будівельного девелопменту як єдиного середовища будівельного проекту та як формату адміністрування будівництвом. З огляду на такі стратегічні домінанти, виникає потреба переспрямування та переналаштування функціонального змісту та графо-аналітичної конструкції BIM-технологій до особливостей підготовки та організації циклу будівельного девелоперського проекту (БДП) – від просування (ініціації) інвестиційно-продуктової ідеї – до завершення дії девелоперського контракту. BIM-технології у такому випадку вже не потрібно розглядати винятково як додатковий інструмент візуалізації ходу проектного циклу. Їх необхідно позиціонувати та використовувати в більш широкому форматі, як комплексний інструмент, спрямований на вирішення завдань: стратифікації змісту завдань БДП за стадіями та стейкхолдерами – замовник, девелопер, інвестор, субпідрядники (організаційно-виконавці); формалізованої оцінки та вибору загальної організаційно-технологічної моделі циклу БДП, з використанням нової системи критеріїв, які охоплюють впливи як зовнішнього, так і внутрішнього мікросередовищ проекту; оперативного функціонально-технічного, технологічного та адміністративного контролю виконання окремих стадій і робіт БДП субпідрядниками (виконавцями) проекту.

Потреба залучення BIM-технологій до складу організаційно-технологічних моделей будівництва як чинника їх аналітичного оновлення, визначає актуальність обраної теми дисертаційної роботи, її об'єкт, предмет, мету та завдання дослідження.

**Зв'язок роботи з державними програмами, планами, темами.** Зміст та напрям досліджень, поданих в роботі, відповідають планам науково-дослідних робіт кафедр менеджменту в будівництві і організації та управління будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури. Сутність досліджень, відображених в дисертації, є спорідненою із змістом завдань та

<sup>\*)</sup> Матеріали бізнес-конференції «BIMEX Innovation Polygon-2018», Київ, 09.10.2019 р.,

економічних пріоритетів, які окреслені: Законом України «Про інвестиційну діяльність» (із змінами, в чинній редакції від 23.03.2017 р.); Постановою Кабміну України «Про затвердження Загальних умов укладення та виконання договорів підряду в капітальному будівництві (із змінами, в чинній редакції від 28.12.2011 р. № 1390).

У процесі виконання науково-дослідної теми 0115U000860 «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» в КНУБА (2014–2017 рр.), автором було позиціоновано та впроваджено методичні основи застосування BIM-технологій в організації будівництва у вигляді девелоперських моделей нового змісту – «BIM-роботи будівельного девелоперського проекту» (скорочено BIM-jobs) та «Оргструктура адміністрування будівництвом та внутрішнє середовище проекту» (скорочено «BIM-Str»). В період з 2015 по 2019 рр. розробки автора було використано при підготовці та реалізації низки будівельних проектів в Київській та Вінницькій областях (довідка № 678/2 КНУБА від 05.02.2019р. ).

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційного дослідження є розробка на ґрунті BIM-технологій розрахунково-методичного інструментарію організаційно-технологічного моделювання та вибору варіантів організації будівництва та формалізованого адміністрування циклу будівельного девелоперського проекту (БДП).

Для реалізації зазначеної мети, необхідно виконати такі завдання:

1. обґрунтувати потребу залучення методологічного та прикладного апарату BIM-технологій щодо оновлення змісту організації будівництва;

2. удосконалити на ґрунті BIM-технологій зміст моделей організації будівництва та запровадити вдосконалені варіанти оргструктур адміністрування процесів будівництва та оновлену систему оцінювання надійності організацій-виконавців БДП;

3. обґрунтувати формалізовані функції залежностей між девелоперською оцінкою внутрішнього середовища БДП та провідними характеристиками виконання робіт та сформувану вдосконалену систему критеріїв відбору альтернатив моделей циклу БДП;

4. інтегрувати результати 1)-3) в єдиний інструментарій та систему адміністрування циклу: «ініціація–адміністрування–будівництво–директивна потужність».

*Об'єктом дослідження* є процеси організації будівництва та адміністрування «життєвого циклу» будівельного девелоперського проекту в системі «ініціація–адміністрування–будівництво–директивна потужність».

*Предметом дослідження* – є методичні засади, процедури адміністрування та інструментарій оновлення змісту управління будівництвом на ґрунті BIM-технологій.

**Методи дослідження.** Основою достовірності та обґрунтованості досліджень слугували такі методи і моделі: BIM-технології, їх методологічна основа та прикладне втілення, які використані сумісно з іншими методами та підходами: процесний, операційний, системний та сценарний підходи; синектика, декомпозиція, морфологічний аналіз та інші прикладні інструменти інжинірингу,

як універсальної сучасної методології і практики прийняття рішень як в будівництві, так і в інвестиційній сфері.

Обґрунтованість результатів роботи забезпечується: раціональною постановкою та виваженою вихідною науковою гіпотезою; вмілим поєднанням методів прийняття рішень та розрахункового інструментарію, що підтвердили свою достовірність практикою використання як в організації будівництва, так і в суміжних галузях; спроможністю такої методики достовірно виявити відхилення реальних параметрів спорудження об'єктів будівництва від запланованих.

**Наукова новизна одержаних результатів** визначається інноваційністю змісту інструментарію організаційно-технологічного моделювання циклу та вибору варіантів організації будівництва щодо формалізованого адміністрування циклу будівельного девелоперського проекту (БДП), що ґрунтується на розширеній науково-методологічній концепції застосування BIM-технологій в системі «ініціація–адміністрування–будівництво–директивна потужність», зокрема:

*вперше:*

- запропоновано принципово новий тип моделі організації та адміністрування будівництвом, яка сформована як системна (за сферою охоплення), синтетична (за змістом), адаптогенна (за можливостями) модель. На відміну від моделей-аналогів, цій моделі надано нового, більш високого рівня щодо можливостей варіативного моделювання та оперативного коригування ходу підготовки та виконання робіт для відображення процесів підготовки інвестиційно-будівельного циклу та організації будівництва в системі вітчизняного девелопменту;

- обґрунтовано необхідність синтезу візуально-графічних можливостей BIM-технології та аналітичного апарату нечіткої логіки, що дає змогу продуктивно висвітлити процес та результат узгодження (між замовником та девелопером), оцінку впливу факторів зовнішнього та внутрішнього мікросередовищ проекту на рівень впевненості в додержанні директивних характеристик щодо виконання стадій та робіт проекту;

*удосконалено:*

- сутність, розрахунково-аналітичний апарат та процедури моделювання організації будівництва через: принципову модернізацію змісту параметрів та типологічної конструкції у форматі BIM-технологій;

- організаційно-технологічну модель циклу будівельного девелоперського проекту представлено у вигляді матрично-елементного та візуально-графічного синтезу елементів стадій-робіт, що в результаті забезпечує: автономність аналізу, побудови та візуалізації окремих елементів; можливість мультिवаріантного подальшого сполучення елементів в інтегровану модель БДП; продуктивну аналітичну фіксацію «прив'язку» елементу в цілісній моделі через початкову та кінцеву «віхи» елементу – до графіку виконання проекту (зокрема графіку будівництва, графіку інвестування) та узгодженням між замовником і девелопером бюджетом проекту;

*дістали подальшого розвитку:*

– методико-прикладні процедури відбору будівельних, спеціалізованих та логістичних організацій до складу виконавців (субпідрядників) БДП, що реалізовано у вигляді спеціально налаштованої організаційно-аналітичної моделі оцінки виконавчо-технологічної, функціональної та адміністративно-управлінської дисципліни за новим переліком факторів;

– шляхи, формат та процедури застосування техніко-семантичних описів у практиці моделювання циклу та організації будівництва, які реалізовано в роботі через спеціальні «індикатори виконання вимог девелопменту» в системі «ініціація–адміністрування–будівництво–директивна потужність».

Означена вище новизна змісту, параметрично-критеріальної та топологічної бази ВІМ-моделювання організації будівництва *дає підстави оцінити результати дослідження* – як вдосконалений на ґрунті ВІМ-моделювання методико-прикладний інструментарій організації будівництва, що відповідає сучасним вимогам девелоперського управління.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у розробці прикладного інструментарію ВІМ-моделювання організації будівництва щодо вирішення задач організації будівництва та адміністрування будівельного проекту, що реалізовано в моделях і програмних продуктах обґрунтування та функціонування в системі «ініціація–адміністрування–будівництво–директивна потужність» для БДП. Результати дисертації підтвердили свою достовірність та практичну цінність під час їх реалізації на підприємствах: 1) ДП «Укрмедпроектбуд», де автором реалізовано інноваційну модель ВІМ-девелопменту щодо оцінки та вибору учасників стадій та робіт БДП при реалізації проекту «Будівництво нового корпусу НДСЛ «Охмадит» (довідка про впровадження від 07.02.2019 р. № 1478/18-П); 2) ДУП «Дирекція з будівництва П-гої черги Національного меморіального комплексу Пам'яті Жертв Голодомору», для потреб якої автором розроблено і впроваджено раціональний варіант тимчасової оргструктури адміністрування циклом «ініціація–адміністрування–будівництво–директивна потужність», що дало змогу оптимізувати витратну частину підготовчої та будівельної фаз будівельного циклу.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням. Наукові результати, теоретичні положення, практичні розробки, висновки та рекомендації сформульовано автором особисто.

**Апробація результатів дисертації.** Результати та висновки дослідження доповідались і одержали схвалення на 8 науково-практичних конференціях та семінарах, інформація щодо яких наведена у списку опублікованих праць [п.п. 8–14].

**Публікації.** Основна ідея, положення та результати дисертації висвітлено в 14 наукових працях, 7 з яких – опубліковано у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних та фахових видань ДАК МОН України.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотації, списку праць здобувача, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг

роботи становить 204 сторінки, включаючи 12 таблиць та 19 рисунків, з них основного тексту 177 сторінок. Список використаних джерел містить 172 найменувань та займає 14 сторінок і 4 додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, вказано на її зв'язок з науковими програмами, планами, темами, охарактеризовано основні методи дослідження. Визначено його мету, завдання, об'єкт і предмет, сформульовано положення, що містять наукову новизну, висвітлено практичне значення одержаних результатів, наведено дані про апробацію результатів дисертації.

У **Розділі 1 «Огляд джерел літератури та актуалізація оновлення моделей організації будівництва на ґрунті BIM-технологій»** здійснено критичний огляд джерел літератури, подано структурно-логічну схему проведення дослідження. За підсумком аналізу джерел виявлено, що важливим чинником в подоланні інерції щодо впровадження девелопменту в будівництві є розробка нових інструментів моделювання будівництва, які б відображали інноваційні підходи в організації будівництва за схемою девелоперського управління. Визначено, що для цього потрібно залучати переваги моделей-аналогів, що зарекомендували себе успішним прикладним інструментарієм європейської практики організації будівництва. Означено недоліки та переваги параметричної бази, топологію різних типів ресурсно-календарних та організаційно-технологічних моделей щодо їх відповідності специфіці реалізації будівельних проектів за схемою девелоперського контракту. Визначено недоречність застосування для девелоперських схем організації будівництва жодного з традиційних видів організаційно-технологічних моделей. Отже, невідкладним є вирішення проблеми пошуку нового, синтетичного типу для моделі візуалізації та організаційно-технологічного коригування циклу будівельного проекту. Її топологічну конструкцію та розрахункову базу необхідно вдосконалити, спрямувавши їх на адекватне відображення (на ґрунті BIM-технологій), продуктивне і своєчасне коригування руху будівельного проекту – від ініціації до завершення будівництва.

У **Розділі 2 «Методичне підґрунтя модернізації моделей організації будівництва на ґрунті BIM-моделей»** визначено методичну основу дослідження та прийнято наукову гіпотезу роботи, згідно з якою обґрунтовано, що для вирішення завдань модернізації наявного інструментарію підготовки та організації будівництва, раціональним є сполучити різні за призначенням та змістом методи та моделей прийняття рішень, а саме: *BIM-технології* як основи як для розробки регламенту розподілу змісту бізнес-процесів всередині оргструктури адміністрування проектом будівельного девелопменту, так і для формалізованого організаційно-технологічного узгодження етапами, стадій та робіт БДП та елементами-роботами як складовими фронту робіт будівельного об'єкту; успішної організації будівництва; *SADT-моделювання та геометрична економетрика* – для побудови оновленої операційної системи будівельного девелоперського проекту (БДП) та модернізації структури управління БДП у форматі віртуальної команди; нечітко-логічні алгоритми та «fuzzy-технології», що

забезпечують урахування впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовища БДП та формалізоване визначення (індикацію) рівня впевненості замовника та девелопера в тому, що рівень директивних вимог щодо організаційно-технологічних та адміністративно-функціональних засад проекту будуть додержані.

Гіпотезою визначено необхідність узгодження системи девелопменту в будівництві з вимогами і стандартами, визначеними Project Management Institute, що передбачає включення до складу інструментарію організації будівництва, окрім BIM-модулів, також і спеціальних візуальних компонент – «карт чутливості». Зазначені «карти» – для формату цього дослідження – потрібно представити у вигляді формалізованої (на ґрунті BIM-технологій) графо-аналітичної візуалізації змін впливу окремих організаційно-технологічних характеристик проекту на підсумкові результати циклу.

У **Розділі 3 «Організаційно-технологічні та організаційно-структурні методичні компоненти BIM-інструментарію організації будівництва в складі циклу БДП»** відображено організаційно-технологічні та організаційно-структурні моделі, які в сукупності складають інноваційний BIM-інструментарій організаційно-технологічного та структурного моделювання змісту процесів управління та середовища будівельного девелоперського проекту (рис. 1).

*Першою моделлю* з-поміж складу представлених є модель «*Оргструктура адміністрування будівництвом та внутрішнє середовище проекту*» (рис. 1).

Зазначена модель в складі представленого інструментарію пропонує варіанти графо-морфологічного та змістовно-функціонального втілення організаційної структури управління будівельним проектом типу БДП в адміністративно-управлінському просторі девелоперської компанії, яка бере на себе відповідальність, виконавчі та фінансові зобов'язання про хід організації циклу БДП, у відповідності з девелоперською угодою із замовником. Принциповою новизною моделі є застосування BIM-технологій та BIM-процедур для альтернативного моделювання, візуалізації, оцінки та вибору змістовно-типологічного варіанту упорядкування рівнів, підрозділів (лінійного, функціонального чи мобільно-командного типу) в оргструктурі проекту. Надалі графо-морфологічні, типологічні та аналітичні можливості BIM-технологій застосовуються для розробки регламенту діяльності організаційної структури управління проектом за обраними варіантами. *Частина оргструктури при цьому розміщується і функціонує в адміністративно-управлінському просторі:*

- «Критично незадовільний стан» (ідентифікуються оцінкою нижче 0,45 одиниць);
- «Небезпечний стан, рівень довіри девелопера до організації низький» (від 0,45 включно до 0,65 не включно);
- «Рівень виконавчої та функціонально-технологічної надійності організації виконавця оцінено девелопером як узгоджено-задовільний» (від 0,65 включно до 0,75 не включно);
- «Довіра значна» (від 0,75 включно до 0,88 не включно);
- «Рівень надійності щодо організації-виконавця ідентифіковано девелопером як високий» (від 0,88 включно до 0,95 не включно);



– «Абсолютна довіра девелопера, субпідрядника оцінено як зразкового виконавця» (від 0,95 до 1,0 включно).

Одержана середньозважена щодо думок всіх експертів оцінка за кожним з факторів дає підстави визначити стан досліджуваної організації за цим таки фактором. А надалі – через систему вагових пріоритетів – загалом у організації. Наступним моделлю є організаційно-технологічна модель **«BIM-роботи будівельного девелоперського проекту»**. Це провідна компонента інструментарію, яка здійснює параметризацію, візуалізацію, коригування організаційно-технологічних, функціонально-адміністративних параметрів окремих стадій і робіт в складі циклу будівельного девелоперського проекту. Модель являє собою сукупність локальних елементів «робіт-матриць». Кожен з елементів включає:

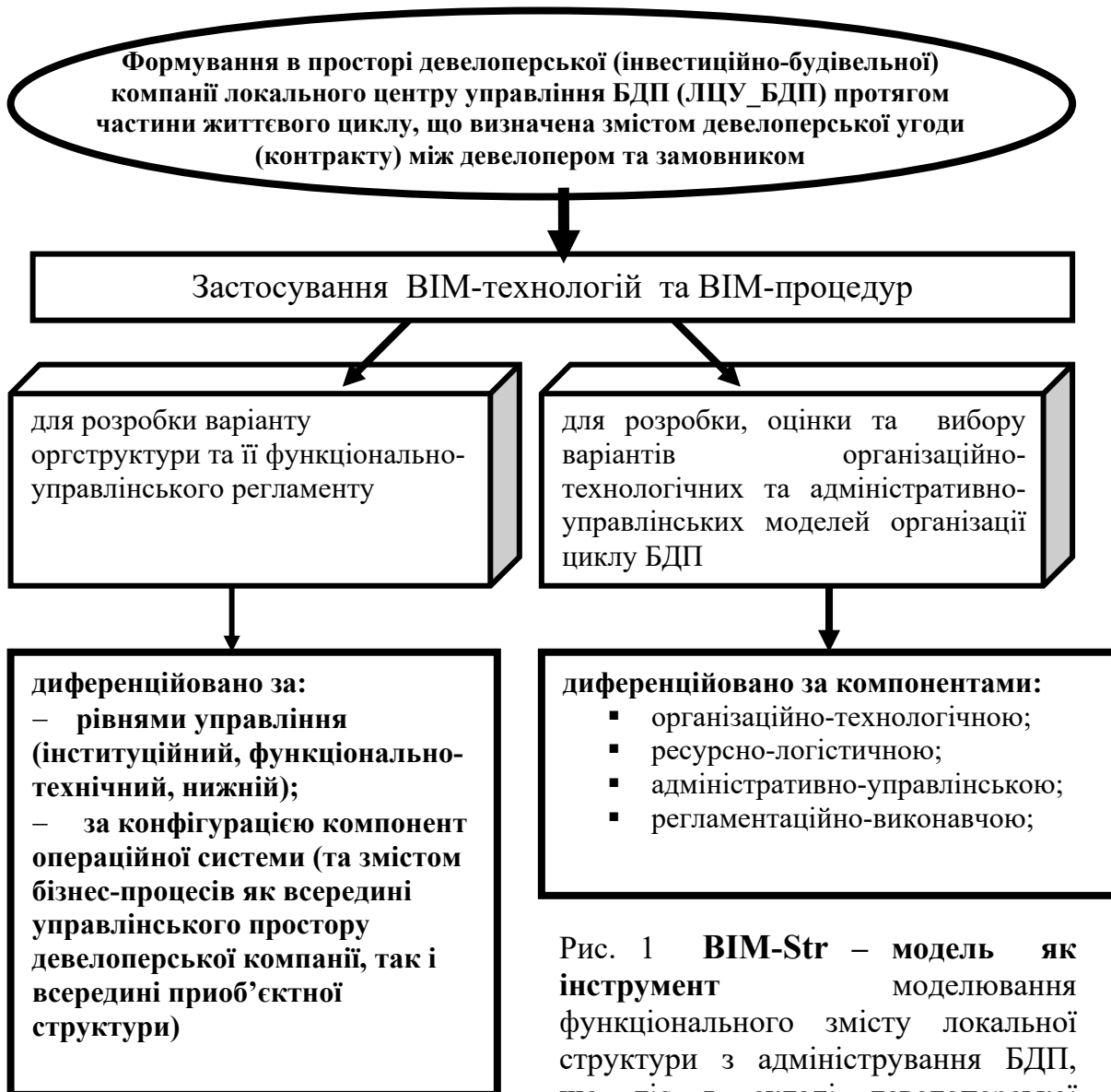


Рис. 1 **BIM-Str** – модель як інструмент моделювання функціонального змісту локальної структури з адміністрування БДП, що діє в складі девелоперської структури

Загальна структура, зміст та спрямування компонент ВІМ-інструментарію організаційно-технологічного та структурного моделювання змісту процесів управління та середовища будівельного девелоперського проекту

№ з/П	Шифр компоненти	Зміст компоненти (моделі)	Зміст компоненти (моделі)
1.	ВІМ-Str	Оргструктура адміністрування будівництвом та внутрішнє середовище проекту (рис. 1).	<p>1.1 Узгодження на інституційному рівні проекту та вибір формату будівельного девелопменту, найбільш прийняттого щодо суб'єктів адміністрування та загального змісту проекту.</p> <p>1.2 Відображення специфіки та змісту робіт та завдань за стадіями і фазами БДП. Деталізація зміст робіт і стадій за проектом.</p> <p>1.3 Пропозиції щодо розподілу праці в оргструктурі адміністрування БДП.</p> <p>1.4 Визначення загальної типології оргструктури, адаптування її до прийнятої до впровадження формату і концепції девелопменту.</p> <p>1.5 Розробка та оцінка варіантів оргструктури адміністрування БДП (ОА_БДП).</p> <p>1.6 Формування ВІМ-моделі оцінки ОА-БДП.</p> <p>1.7 Оцінка переваг та недоліків альтернатив ОА_БДП за допомогою кількісних та якісних параметрів із залученням ОПР із зовнішнього оточення проекту.</p> <p>1.8 Вибір варіанту ОА_БДП.</p> <p>1.9 Визначення тривалості та регламенту бізнес-процесів всередині ОА-БДП за рівнями, підрозділами та командами.</p> <p>1.10 Оцінка внутрішнього середовища БДП за характеристиками виконавчої, функціональної та організаційно-управлінської спроможності окремих організацій-виконавців та загалом проекту. Одержання індикаторів-корелянтів, за якими здійснюватиметься оперативне коригування параметрів робіт.</p> <p>1.11 Функціонування ОА-БДП впродовж циклу БДП від ініціації – до введення в дію потужностей проекту (до директивного рівня).</p>

2.	ВІМ-jobs	ВІМ-роботи будівельного девелоперського проекту.	<p>2.1 Розробка, оцінка та вибір організаційно-технологічного формату – ВІМ-моделі підготовки та організації будівництва.</p> <p>2.2 Розробка, оцінка та вибір візуально-графічного формату ВІМ-моделі.</p> <p>2.3 Розробка, оцінка та вибір аналітичного формату ВІМ-моделі, окремо за масивами, параметрами, об'єктами, ділянками, захватками стадіями та видами робіт.</p> <p>2.4 Підготовка електронних масивів параметрів щодо окремих робіт БДП.</p> <p>2.5 Визначення директивних значень параметрів.</p> <p>2.6 Побудова аналітичних організаційно-аналітичних функцій зміни значень характеристик виконання робіт від директивних до розрахункових (оперативно-скорельованих) на підставі індикаторів-корелянтів (одержані за підсумками виконання п. 1.10).</p> <p>2.7 Визначення оперативно-скорельованих значень параметрів за всіма видами робіт проекту.</p> <p>2.8 Остаточний розрахунок масивів параметрів за всіма видами робіт проекту.</p>
3.	Vim-Int	Інтегрована – ВІМ-модель циклу БДП.	<p>3.1 Розробка та прийняття нового переліку аналітичних критеріїв оцінювання варіантів інтегральних моделей <b>Vim-Int(<math>\beta</math>)</b>, де <math>\beta</math> – номер варіанту.</p> <p>3.2 Графо-топологічна інтеграція («згортка») окремих робіт в єдину інтегральну модель організації циклу БДП.</p> <p>3.3 Аналітична фіксація окремих робіт з використанням початкових та кінцевих віх (фіксаторів) за окремими масивами-роботами проекту.</p> <p>3.4 Розробка варіантів інтегральної моделі <b>Vim-Int(<math>\beta</math>)</b>.</p> <p>3.5 Прив'язка варіантів <b>Vim-Int(<math>\beta</math>)</b>, до початку і завершення стадій і фаз циклу (зокрема щодо локальних комплексів та об'єктів у складі будівельно-інвестиційного комплексу) та інших пріоритетних подій циклу, які визначені інституційними суб'єктами БДП.</p>

## Матриця оцінки девелопером субпідрядників проекту

№ факт.	Найменування фактору	Зміст і порядок розрахунку	Зразкове значення, ZRq	Ваговий коефіцієнт Ωq	Фактичне значення FDq	Оціночний індекс фактору, IOFq	Рівень наближення до зразкового стану, %	Рівень віддаленості від зразкового стану, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Індикатор виконавчої конкурентоспроможності	Відсоток тендерів та підрядних торгов, що виграні організацією за попередні 5 років, % щодо участі	ZR <sub>1</sub> 72%	Ω <sub>1</sub> 0,12663	68,42	0,9503	95,03	4,97
2	Індикатор управлінської синергії керівництва будівельної організації по формуванню господарського	Рентабельність реалізації за попередній рік, %	ZR <sub>2</sub> 29%	Ω <sub>2</sub> 0,14	19,41	0,6693	66,93	33,07
3	Індикатор порівняльного досвіду діяльності на ринку	Тривалість ліцензованої діяльності на даному сегменті ринку будівельних робіт і послуг, років	ZR <sub>3</sub> 7	Ω <sub>3</sub> 0,12029	6,15	0,8786	87,86	12,14
4	Індикатор маневреності ресурсообертання	Оборотність власних оборотних коштів будівельної організації, обертів/рік	ZR <sub>3</sub> 5,7	Ω <sub>4</sub> 0,16314	3,98	0,6982	69,82	30,18

Рівень пріоритету фактору

Питомий внесок фактору, %

– матрицю параметрів (ними виступають організаційно-технологічні, функціонально-адміністративні та вартісні характеристики виконання роботи певним субпідрядником, частина з них є детермінованими (не коригованими), частина – підлягає коригуванню, з використанням результатів оцінювання девелопером стану виконавчої надійності та конкурентоспроможності субпідрядник (IOF – перша компонента);

– матрицю транзитивності (відображає інформаційно-комунікативні посилення на інші елементи-роботи, з якими таку роботу пов'язують зв'язки типу: «вхід&вихід», «вхід&» лаг випередження «&вихід», «вхід&вихід» тощо; тип графіку розподілу виконання роботи, абрис якого залежить від оцінки субпідрядника (IOF); Матриця параметрів як атрибут елемента BIM-jobs, включає такі параметри:

$$R\bar{U}(g;h) = E\Pi(g;h) - L\Pi(g;h) = EZ(g;h) - LZ(g;h) \quad (1);$$

$$T^{kop} = Adt * T^{kop} ; Adt(q) \leftarrow EsH(1) \& IOF(q) \quad (2);$$

$$KW^{kop} = Adw * KW^H + Dev(g;h) + \bar{R}l(g;h); Adw(q) \leftarrow EsH(2) \& IOF(q) \quad (3);$$

де:  $g\&h$  – код елемента - роботи **Bim-job** ( $g;h$ );

$g$  – порядковий номер роботи в складі загальної номенклатури робіт щодо елемента BIM-job ( $g;q$ );

$(g;h)$  – номер організації-виконавця в складі повного переліку всіх стейкхолдерів проекту;

$T^H$  та  $T^{kop}$  – відповідно нормативні (планова) та скориговані значення тривалості виконання роботи, роб. дні;

$KW^H$  та  $KW^{kop}$  – відповідно нормативні (планова) та скориговані значення кошторисної вартості виконання роботи, тис. грн;

$Adt$  – адаптивний індикатор щодо тривалості виконання роботи (індекс), співмножник переходу від нормативних до скоригованих значень, визначається використанням спеціального економетричного шаблону – функції  $EsH(1)$  (рис. 3) на підставі оцінки надійності  $IOF(h)$  субпідрядника, що виконує таку роботу;

$Adw$  та  $EsH(2)$  – відповідно, адаптивний індикатор та економетричний шаблон-функція щодо вартості виконання роботи;

$\varphi(g;h)$  – питома частка цієї роботи в загальній кошторисній вартості БПД (нормативні значення), частка одиниці;

$Dev(g;h)$  – адміністративно-управлінські витрати девелопера за цією роботою, які розраховуються як частина загальних витрат девелопера (в частині як операційної системи девелоперської компанії, так і з урахуванням функціонування приоб'єктної структури), пропорційно частці цієї роботи  $\varphi(g;h)$  в загальній кошторисній вартості БДП;

$Rl(g;h)$  – не враховані в складі кошторисної вартості цієї роботи, додаткові ресурсно-логістичні витрати, що мають бути враховані в її скоригованій вартості;

$EP(g;h)$  та  $LP(g;h)$  – відповідно, ранні та пізні терміни початку цієї роботи, роб. дні (у форматі «нульового» відліку початку циклу БДП);

$EZ(g;h)$  та  $LZ(g;h)$  – відповідно, ранні та пізні завершення цієї роботи;

$R\bar{U}(g;h)$  – резерв виконання роботи;

$Np(g;h)$  – фактична чисельність працівників, зайнятих у процесі виконання цієї роботи, чол.;

$\bar{u}(g;h)$  – виробіток на 1 робітника, розрахований для цієї роботи, з урахуванням скоригованих значень тривалості та вартості її виконання.

*Завершальною компонентою запровадженого методико-прикладного інструментарію ВІМ-моделювання та адміністрування будівництва є модель «Інтегрована-ВІМ-модель циклу БДП» (ВІМ-int). Ця модель сполучає локальні моделі елементів-робіт ВІМ-job(g;h) в кілька  $N_\beta$  варіантів цілісної моделі циклу девелоперського управління проектом, а надалі на мультикритеріальній основі обирає для потреб девелопера та замовника найбільш функціональний, реалістичний, технічно-безпечний і, водночас, економічно вигідний для замовника варіант циклу БДП, який може бути впроваджено в поточних умовах мікросередовища девелоперського проекту. Всі варіанти сукупної моделі циклу БДП реалізовані за умови додержання граничних вимог замовника та девелопера. Кожен з  $\beta$ -их варіантів ( $\beta=1,2,\dots, N_\beta$ ) оцінюється за 4 проміжними критеріями  $\varepsilon(s;\beta)$ ,  $s=1,2,\dots,4$ :*

$\varepsilon_1$  – максимум чистої дисконтованої теперішньої вартості проекту, млн грн;

$\varepsilon_2$  – максимум індексу рентабельності від очолюваної девелопером системи організації будівництва, менеджменту і адміністрування БПД (визначається відношенням чистого операційного доходу девелопера від реалізації проекту до суми власних витрат девелопера), індекс;

$\epsilon_3$  – мінімум місткості терміну окупності проекту в складі розрахункової (за вимогами замовника) тривалості інвестиційно-будівельного циклу БДП;

$\epsilon_4$  – максимум середньозваженої (щодо всіх організацій виконавців та їх часток у виконанні загального обсягу робіт проекту), швидкості ресурсообігу оборотних коштів організації-виконавця, обертів.

Для кожного з критеріїв встановлено вектор порівняльних рангів, на базі чого встановлено питомі ваги критеріїв  $m(s)$  в підсумковій оцінці. У кожному варіанті  $\beta$  розраховується значення всіх критеріальних показників  $\epsilon(1;\beta)$  –  $\epsilon(4;\beta)$ . Підсумкова компромісно-раціональна оцінка варіантів розраховується через суму добутків коефіцієнтів питомої ваги та значень критеріїв  $\epsilon(1;\beta)$ :

$$\max_{\beta} \Psi(\beta) = [\epsilon(1;\max)/\epsilon(1;\beta)] * \zeta(1) + [\epsilon(1;\max)/\epsilon(1;\beta)] * \zeta(1) \epsilon(1;\beta) * \zeta(2) + [1/\epsilon(3;\beta)] * \zeta(3) + \epsilon(4;\beta) * \zeta(4) \quad (4)$$

де:  $\zeta(s)$  – коефіцієнт питомої ваги значення кожного з критеріїв;

$\epsilon(s;\max)$  – максимальне з усіх  $\beta$ -варіантів значення критерію  $\epsilon(s;\beta)$ ,  $s=1,2,4$ ;

$\epsilon(3;\min)$  – мінімальне значення з усіх  $\beta$ -варіантів значення критерію  $\epsilon(3;\beta)$ .

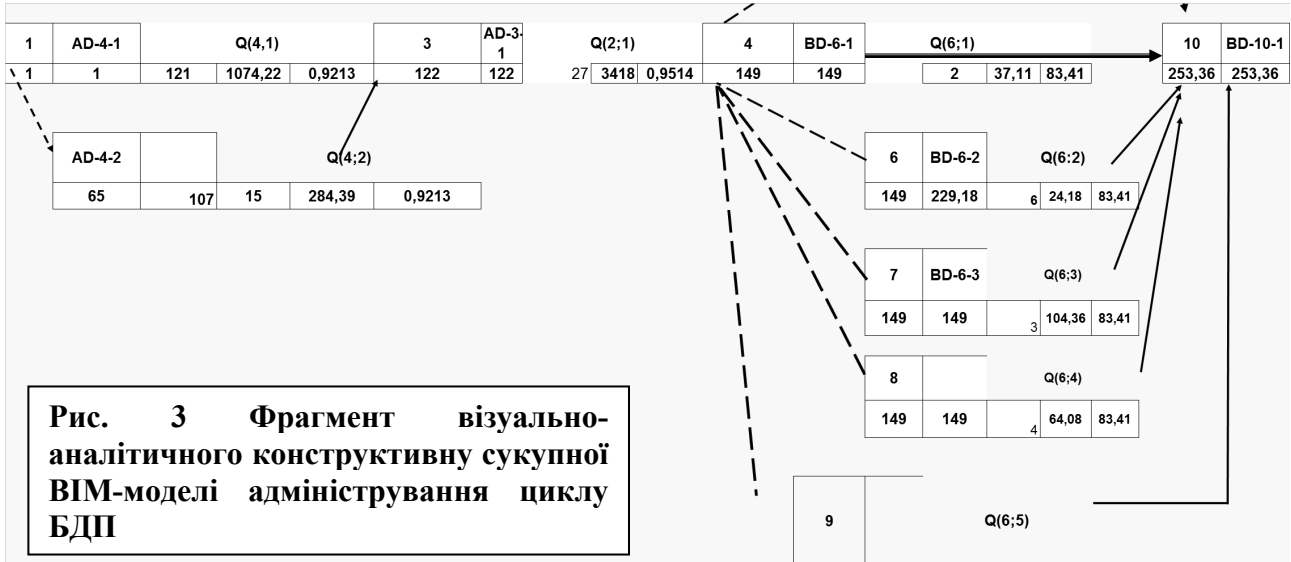
Варіант  $\beta$ , якому відповідає максимальне значення  $\Psi(\beta)$ , обирається для подальшого впровадження. У такий спосіб забезпечено необхідну відповідність моделі організації циклу БДП – узгодженим вимогам замовника та девелопера щодо ритмічності та якості виконання робіт, виробничої, технологічної та фінансової дисципліни організацій-виконавців.

У Розділі 4 «Прикладна реалізація ВІМ-інструментарію організації та адміністрування будівництвом» відображено зміст комплексу прикладних програм ВІМ-m-adm (скорочено від – «ВІМ-модулі адміністрування циклом БДП»), створеного на базі поданих вище моделей – компонент інструментарію. Підсистеми ВІМ-m-adm забезпечують:

- формування та оцінку варіантів локальних моделей виконання укрупнених комплексів робіт та стадій проекту, що із остаточно скоригованими (між девелопером і замовником) директивними організаційно-технологічними характеристиками надаються для подальшого опрацювання та впровадження субпідрядникам проекту та фахівцям оперативного рівня з складу при об'єктній ОС;

- дієву превентивну оцінку та успішний відбір виконавців (субпідрядників) проекту на чітко-формалізованій аналітичній основі (рис. 2);

- формування та вибір варіанту інтегрованої моделі організації і адміністрування циклом БД (рис. 3), в якому організаційно-технологічні, функціональні та вартісні характеристики відповідатимуть сумісно вимогам інституційних учасників (замовник, девелопер, співінвестори), зазначена сукупна модель циклу БДП візуалізує функціонально-технологічну прив'язку стадій і робіт циклу (за планом – графіком, відтвореним у форматі ВІМ-технологій) з остаточно скоригованою кошторисною документацією проекту, його інвестиційним та поточним операційним (девелоперським) бюджетом.



**Примітки:** BD-6-1 кодування ВІМ-аркушу, де міститься матриця параметрів локального елемента; Q(6;1) – шифр локального елемента (у цьому фрагменті – планування будівельного майданчика; 4 – порядковий номер події, яка прив’язує план-графік та будівництва до бюджету, тис. грн; 83,41 – ідентифікована першою компонентою оцінка надійності субпідрядника, % до зразкового стану (100 %).

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-прикладного завдання оновлення методичних засад моделювання, параметризації, організаційно-технологічного обґрунтування і адміністрування циклу організації будівництва та системи девелопменту будівельного проекту на ґрунті ВІМ-технологій.

Значення результатів та висновків дисертації для науки визначається продуктивністю їх внеску у розвиток організаційно-технологічного моделювання, як складової науки «Організація будівництва» та системністю застосування для потреб БДП-системи «ініціація–адміністрування–будівництво–директивна потужність», через запропоновані в роботі науково-методичні компоненти: інноваційно-упорядковані ВІМ-моделі для варіативного моделювання та вибору варіантів організації будівництва з високим рівнем адаптогенних можливостей; формалізований апарат передбачення відхилень (за результатами оцінки організацій-субпідрядників) та внесення змін в хід виконання робіт девелоперського проекту будівництва; новітня системи критеріїв відбору інтегрованих ВІМ-моделей будівництва, з метою побудови їх подальшого відображення в ПОБ та ПВР.

Значення результатів та висновків дисертації для практики визначається тим, що одержані в роботі результати є важливим практичним інструментом успішного девелопменту для БДП, що дає змогу реалізувати передові організаційно-управлінські та інформаційні технології для організації будівництва. Обґрунтовані в роботі інноваційні організаційно-структурні та організаційно-технологічні моделі, розроблені на науково-методологічній концепції застосування ВІМ-технологій, забезпечують вибір такого варіанту моделі організації будівництва, який відповідає директивним вимогам замовника

та дає змогу визначити найвищий для девелопера приріст результатів операційної діяльності.

*Основними висновками та результатами, які одержано у процесі дослідження, є:*

1. Обґрунтовано потребу залучення методологічного та прикладного апарату BIM-технологій щодо оновлення змісту організації будівництва, так як в умовах ініціації і просування в Україні численних будівельних інвестиційних проектів із залученням іноземного капіталу, виникає необхідність системного впровадження девелопменту в підрядне будівництво. Саме тому необхідною умовою продуктивного девелопменту є адаптація наявних моделей організації будівництва до формату та змісту BIM-технологій, які забезпечують продуктивну візуалізацію та аналіз циклу будівельного девелоперського проекту – від ініціації проекту до завершення дії девелоперського контракту.

2. Вдосконалено на базі науково-методологічної концепції застосування BIM-технологій як зміст моделей організації будівництва, так і варіанти оргструктур адміністрування процесів будівництва. Виявлено, що необхідно вектор удосконалення зазначених моделей спрямувати в напрямі від одноцільової до багатоцільової, від детермінованої до детерміновано-стохастичної, від моделі типу «work-arc» (роботи-дуги) до моделі синтетичного типу «work&matrix» «work&top».

3. Розроблено і обґрунтовано для потреб успішного впровадження будівельних проектів у форматі девелопменту *методико-прикладний інструментарій BIM-моделювання та адміністрування будівництва*. Основою інструментарію є вдосконалена на ґрунті BIM-технологій модель адекватного відображення та своєчасного коригування руху інтегрованих девелопером та замовником ресурсів та управлінських технологій впродовж цілісного циклу БДП в системі «ініціація–адміністрування–будівництво–директивна потужність». На відміну від традиційного застосування BIM-технологій як додаткового засобу візуалізації проектних, конструктивних та технологічних рішень в будівництві, у цій роботі BIM-технології вперше використано в більш широкому форматі, як комплексний інструмент, спрямований на вирішення завдань: стратифікації змісту завдань БДП за стадіями та стейкхолдерах – замовник, девелопер, інвестор, субпідрядники (організації-виконавці); формалізованої оцінки та вибору загальної організаційно-технологічної моделі циклу БДП, з використанням нової систем критеріїв, які охоплюють впливи як зовнішнього, так і внутрішнього мікросередовища проекту; оперативного функціонально-технічного, технологічного та адміністративного контролю виконання окремих стадій і робіт БДП субпідрядниками (виконавцями) проекту.

4. На основі обґрунтування формалізованих функцій-залежностей між девелоперською оцінкою внутрішнього середовища БДП та провідними характеристиками виконання робіт, розроблено модель «*BIM-роботи будівельного девелоперського проекту*» та сформовано вдосконалену систему критеріїв відбору альтернатив моделей циклу БДП. На відміну від традиційного використання технологій, компоненти яких спрямовані на графічну візуалізацію, технічний та аналітичний опис та вирішення різних функціональних завдань формування



архітектурно-конструктивної, організаційно-технологічної та проектно-кошторисної документації проекту, у цій роботі у форматі BIM-технологій представлено цілісну модель «життєвого циклу» БДП, в якій структуровано стадії та роботи здійснюється не за технологічним змістом та розділами проектно-кошторисної документації (ПКД), а за укрупненими комплексами робіт та стадіями БДП, що віддані у виконання певному виконавцеві та регламентовані відповідними тристоронніми «угодами про субпідряд» між замовником, девелопером та виконавцем. Модель реалізована у багатовимірному аналітичному просторі, який реалізовано у вигляді штучно інтегрованої «синтетичної» BIM-мережі, яка сполучає ознаки BIM-моделі з моделями типу «роботи-вершини», «роботи-матриці» та інструментами прийняття рішень на базі нечітко-логічного висновку. Цілісна модель циклу утворена інтеграцією матрично-структурованих елементів-робіт (BIM-job), які сполучаються між собою спеціальними транзитивними граф-аналітичними комунікаціями (типу «вхід&вихід», «вхід&»лаг випередження»&вихід», «вхід&вихід» тощо). Елемент-робота (BIM-job) є системним описом, який з використанням візуальних можливостей BIM-технологій, включає: візуально-графічну модель частини об'єкту (будівлі чи споруди), що є об'єктом діяльності певного субпідрядника; графо-морфологічний фрагмент елементу-роботи в складі інтегрованої моделі циклу БДП; «matrix-job» – матрицю організаційно-технологічних та адміністративно-управлінських параметрів, частина з яких є суворо детермінованою (нормативною), а решта є коригованою і підлягає уточненню та наступним змінам після оцінювання надійності відповідального виконавця збоку девелопера (здійснюється наступною компонентою); аплікату надійності, відображену в складі моделі циклу БДП та представлену у відносному вимірі оцінка надійності діяльності стейкхолдера проекту, надана девелопером субпідряднику проекту (значення індексу визначається наступною компонентою).

5. *Окрема компонента інструментарію – модель «Оргструктура адміністрування будівництвом та внутрішнє середовище проекту»* – забезпечує моделювання, оцінку та вибір варіантів організаційної структури адміністрування проектом. Принциповими інноваціями компоненти є: сполучення BIM-технологій, SADT– моделювання та інструментів нечіткої логіки для адаптованої до специфіки вітчизняного будівельного девелопменту формалізація процесів організаційно-структурного проектування, моделювання та оцінки організаційних структур адміністрування проекту; запровадження універсальних індикаторів оцінювання варіантів структур, які враховують досвід та переваги діяльності аналогів операційних систем в складі девелоперських компаній та приоб'єктних структур; оцінка внутрішнього середовища девелоперського проекту через 7-факторну чітко-формалізовану комплексну BIM-процедуру оцінки виробничо-технологічної конкурентоспроможності, економічної надійності та рівня інноваційності субпідрядників проекту. Підсумкова оцінка субпідрядника формалізовано системно моделює спроможність виконати сумісно узгоджені девелопером та замовником вимоги щодо функціонально-технологічної якості та вартісних характеристик виконання роботи (стадії), що, натомість, дає обґрунтовані підстави девелоперу залишити або вилучити таку організацію із

складу виконавців БДП. Одержана оцінка є формалізованою аналітичною підставою для коригування (змін) значень провідних організаційно-технологічних характеристик виконання робіт (тривалість, кошторисна вартість, додаткові адміністративно-управлінські витрати тощо) в складі організаційно-технологічної моделі циклу БДП. У такий спосіб забезпечується узгодження між нормативними та директивними характеристиками реалізації циклу БДП за окремими роботами і стадіями, деталізованими графо-аналітичними розгалуженнями плану-графіку, який інтегрує «роботи-матриці» з окремих робіт і стадій.

6. Інтегровано компоненти інструментарію в єдину систему адміністрування циклу: «ініціація–адміністрування–будівництво–директивна потужність», яка забезпечує на альтернативній основі: вибір прийнятного для замовника та девелопера варіанту ресурсно-календарної ВІМ-моделі організації будівництва (в складі цілісної моделі циклу БДП); узгодження її із зведеним кошторисним розрахунком та девелоперським бюджетом проекту. Достовірність вибору альтернатив забезпечується формуванням «профілю надійності» БДП та значенням підсумкового індекс-пріоритету, з допомогою якого визначаються порівняльні (компромійно узгоджені) переваги досліджуваного варіанту щодо іншого. У такий спосіб забезпечено раціональне узгодження вимог інституційних учасників (замовник, інвестор та девелопер) щодо технологічних, функціональних та вартісних характеристик виконання циклу БДП, в якому організація будівництва є найбільш складною щодо функціонально-технічного змісту, а підготовча фаза (включаючи формування дієвої оргструктури адміністрування) є найбільш відповідальною за підсумки цільового використання ресурсів на формування продукту проект, із заздальгідь встановленими параметрами.

7. Методико-аналітичні результати дослідження втілено в комплекс прикладних модулів «ВІМ-модулі адміністрування циклом БДП», який апробовано практикою будівельного девелопменту при реалізації проектів: «Будівництво нового корпусу НДСЛ «Охмадит» (проект реалізовує ДП «Укрмедпроектбуд») та «Будівництво II-ої черги Національного меморіального комплексу Пам'яті Жертв Голодомору» (проект реалізує ДУП «Дирекція з будівництва II-ої черги Національного меморіального комплексу Пам'яті Жертв Голодомору»). Отже, зазначений комплекс програм відповідає сучасним потребам будівельного ринку та вимогам успішного будівельного девелопменту.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

**Статті у виданнях, які входять до міжнародних науково-метричних баз та переліку фахових видань:**

1. Кушнір С.І., Тесленко П.П., Плоский В.О., Микитась М.В. Системна прикладна геометрія: проблеми дослідження кластерних організаційних систем // Мости і тунелі: теорія, дослідження, практика. Дніпро, 2017. № 12. С. 52–67. (Збірник входить до науково метричної бази *Index Copernicus (Польща)*). (Особистий внесок здобувача: розроблено класифікаційні ознаки спеціалізованих інфраструктурних будівельних проектів).

2. Кушнір С.І., Тесленко П.П., Плоский В.О., Микитась М.В. Загальна концепція адміністрування муніципальних проектів // Мости і тунелі: теорія,

дослідження, практика. Дніпро, 2017. № 13. С. 52–67. (Збірник входить до науково метричної бази *Index Copernicus (Польща)*). (Особистий внесок здобувача: обґрунтовано необхідність адміністрування девелоперських функцій при реалізації муніципальних будівельних проектів).

3. Кушнір С.І. Адміністративні процедури BIM-технологій при реалізації будівельних проектів // Управління розвитком складних систем. Київ, 2017. № 29 (2). С. 143-151. (Збірник входить до науково метричної бази *Ulrichsweb (США)*, *BASE (Німеччина)*, *googlescholar (Європа – Америка)*, *IC (Польща)*).

4. Кушнір С.І. Поколенко В.О. Методико-прикладний інструментарій організації будівництва на ґрунті BIM-технологій // Управління розвитком складних систем. Київ, 2018. № 30 (2). С. 155–162. (Збірник входить до науково метричної бази *Ulrichsweb (США)*, *BASE (Німеччина)*, *googlescholar (Європа – Америка)*, *IC (Польща)*) (Особистий внесок здобувача: викладено сутність моделі вибору структури адміністрування будівництвом на ґрунті BIM-технологій).

#### **У наукових фахових виданнях:**

5. Кушнір С.І. BIM-компоненти вибору виконавців будівельних девелоперських проектів // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: збірник наукових праць. Київ: КНУБА, 2014. Вип. 30 (3). С. 34–38.

6. Кушнір С.І. Залучення алгоритмів SADT- та BIM-моделювання для оновлення моделей організації та адміністрування будівництва // Будівельне виробництво: міжвідомчий науково-технічний збірник. 2015. Вип. 58. С. 28–31.

7. Кушнір С.І. Сучасні організаційно-технологічні та адміністративні BIM –моделі вияву успішності циклу девелопменту в будівництві // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: зб. наук. праць. Київ: КНУБА, 2015. Вип. 33. Ч. 2. С. 42–49.

#### **Матеріали конференцій, де здійснено апробацію роботи:**

8. *Kushnir S. Analytical and applied pre-conditions of updating of organization of building are on the base of scientifically methodological conception of BIM- of technologies* (Аналітичні та прикладні передумови оновлення організації будівництва на базі науково-методологічної концепції BIM-технологій) // *Scientific horizons: materials of the X International scientific and practical conference*. Sheffield: Science and education LTD, 2014. Vol. 3: Economic science. P. 65–69.

9. Кушнір С.І. BIM-процедури як аналітична основа підготовки, організації будівництва та адміністрування девелоперськими проектами // Робоча програма Міжнар. конф. «Стратегічні напрямки розвитку ринку управління багатоквартирними будинками в Україні», присвячену обговоренню стратегічних напрямків розвитку ринку управління багатоквартирними будинками / Мінрегіон України спільно з проектом IFC «Енергоефективність у житловому секторі України» та Асоціацією управителів житла. Київ, 2015. С. 6.

10. Кушнір С.І. Застосування BIM-процедур для моделювання, оцінки та вибору тимчасових оргструктур з управління проектами будівництва // Робоча програма засідання Комітету з питань будівництва, містобудування і житлово-комунального господарства з комплексного розгляду питання обґрунтованості підвищення цін і тарифів на житлово-комунальні послуги. Київ, 2015. С. 7.

11. *Кушнір С.І.* «ВІМ-модулі адміністрування циклом БДП» – передовий аналітичний інструмент коригування характеристик організації будівництва // *Эффективное строительство: объекты, технологии, конструкции и материалы: научно-практичная конференция*. Одеса: ОГАСА, 2016. С. 68–70.

12. *Кушнір С.І.* Сучасні аналітичні ВІМ- процедури прийняття рішень в девелоперських проектах будівництва // *Перезавантаження будівництва: матеріали третьої Міжнародної науково-практичної конференції*. Київ: КНУБА, 2017. С. 120.

13. *Кушнір С.І.* Прикладний інструментарій ВІМ-коригування характеристик організації будівництва в девелоперських проектах // *Vznik moderní vedecke – 2017: materialy XIII mezinárodní vědecko-praktická conference*. Praha: Publishing House «Education and Science», 2017. Díl 3. Ekonomické Vedy. С. 42–49.

14. *Кушнір С.І.* Впровадження стохастичних компонент до складу інструментарію організації будівельних девелоперських проектів // *Образование и наука на XXI век: материалы за 14-а Международная научная практическая конференция*. София: «Бял Град-БТ» ООД, 2018. Т. 1: Икономики. V. 105. С. 114–118.

## АНОТАЦІЯ

**Кушнір С. І. ВІМ-процедури проектування організації будівельного виробництва в умовах девелопменту. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.08. – технологія та організація промислового та цивільного будівництва. – Київський національний університет будівництва і архітектури. – Київ, 2019.

Дисертація присвячена розробці на ґрунті ВІМ-технологій методико-прикладного інструментарію організації будівництва та адміністрування циклу будівельного девелоперського проекту наукового-методичного інструментарію організації будівництва в складі «життєвого циклу» девелоперського проектів, що ґрунтується на залученні стохастичних алгоритмів та ВІМ-моделей для потреб підготовки та адміністрування таких проектів у форматі сучасного девелопменту.

Для потреб успішного впровадження будівельних проектів у форматі девелопменту розроблено і обґрунтовано *методико-прикладний інструментарій ВІМ-моделювання та адміністрування будівництва*. Основою інструментарію є вдосконалена на ґрунті ВІМ-технологій та нечітко-логічних методів прийняття рішень модель адекватного відображення та своєчасного коригування руху інтегрованих девелопером та замовником ресурсів та управлінських технологій впродовж цілісного циклу БДП – від ініціації до завершення будівництва. На відміну від традиційного застосування ВІМ-технологій як додаткового засобу візуалізації проектних, конструктивних та технологічних рішень в будівництві, у цій роботі ВІМ-технології вперше використано в більш широкому форматі, як комплексний інструмент, спрямований на вирішення завдань: стратифікації змісту завдань БДП за стадіями та стейкхолдерами – замовник, девелопер, інвестор, субпідрядники (організації-виконавці); формалізованої оцінки та вибору загальної організаційно-технологічної моделі циклу БДП, з використанням нової

системи критеріїв, які охоплюють впливи як зовнішнього, так і внутрішнього мікросередовищ проекту; оперативного функціонально-технічного, технологічного та адміністративного контролю виконання окремих стадій і робіт БДП субпідрядниками (виконавцями) проекту.

Результати дослідження втілено в комплекс прикладних модулів «ВІМ-модулі адміністрування циклом БДП». Зазначений комплекс програм (за підсумками його впровадження в практику будівництва) надає девелоперу науково-прикладне підґрунтя для успішного організаційно-технологічного і адміністративно-управлінського супроводу циклу БДП, забезпечуючи при цьому мінімізацію ризиків підготовчої та будівельної фаз для замовника та девелопера проекту.

**Ключові слова:** організація будівництва; будівельний девелоперський проект (БДП), ВІМ-інструментарій організаційно-технологічного моделювання та адміністрування циклу організаційно-технологічна модель будівництва.

### АННОТАЦІЯ

**Кушнір С. И. ВІМ-процедуры проектирования организации строительного производства в условиях девелопмента. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.08. – технология и организация промышленного и гражданского строительства. – Киевский национальный университет строительства и архитектуры. – Киев, 2019.

Диссертация посвящена разработке на базе ВІМ-технологий методико-прикладного инструментария организации строительства и администрирования цикла строительного девелоперского проекта научного методического инструментария организации строительства в составе «жизненного цикла» строительного девелоперского проекта (СДП), основанного на использовании ВІМ-моделей для подготовки и администрирования таких проектов в формате современного девелопмента.

Для успешного воплощения строительных проектов в системе девелопмента разработаны методико-прикладной инструментарий ВІМ-моделирования и администрирования строительства. Основой инструментария является усовершенствованная на почве ВІМ-технологий и нечетко-логических методов принятия решений модель адекватного отображения, моделирования и корректировки движения и трансформации, интегрированных девелопером и заказчиком ресурсов и управленческих технологий в течение целостного цикла СДП – от инициации до завершения строительства. В отличие от традиционного применения ВІМ-технологий, как средства дополнительной визуализации проектных, конструктивных и технологических решений в строительстве, в данной работе ВІМ-технологии впервые использованы в более широком формате, как комплексный инструмент, направленный на решение задач: стратификации содержания задач БДП по стадиям и стейкхолдерах – заказчик, девелопер, инвестор, субподрядчики (организации-исполнители); формализованной оценки и выбора общей организационно-технологической модели цикла БДП, с использованием новой системы критериев, которые охватывают влияния как

внешнего, так и внутреннего микросред проекта; оперативного функционально-технического, технологического и административного контроля выполнения отдельных стадий и работ СДП субподрядчиками (исполнителями) проекта.

Результаты исследования воплощены в комплекс прикладных модулей «BIM-модули администрирования циклом СДП». Указанный комплекс программ (по итогам его внедрения в практику строительства) предоставляет девелоперу научно-прикладное обеспечение для успешного организационно-технологического и административно-управленческий сопровождения цикла БДП, обеспечивая при этом минимизацию рисков подготовительной и строительной фаз для заказчика и девелопера проекта.

**Ключевые слова:** организация строительства, строительный девелоперский проект (БДП), BIM-инструментарий организационно-технологического моделирования и администрирования цикла организационно-технологическая модель строительства.

## SUMMARY

**Kushnir S. I. BIM-of procedure of planning of organization of building production in the conditions of development. – Manuscript.**

Dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.23.08. – Technology and organization of industrial and civil engineering. – Kyiv National University of Construction and Architecture. – Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the development on the basis of BIM-technologies of the methodical and applied tools of organization of construction and administration of the cycle construction developer project of scientific and methodical tools for organizing construction as part of the life cycle of development projects (CDP), based on the involvement of stochastic algorithms and BIM-models for the preparation and administration of such projects in the format of modern development.

For the needs of the successful implementation of construction projects in development, the methodological and applied tools of BIM-modeling and construction administration have been developed and substantiated. The basis of the toolkit is improved on the basis of BIM-technologies and fuzzy logic decision-making methods a model of adequate reflection and timely adjustment of the motion of the integrated developer and customer of resources and management technologies during the whole cycle of the CDP – from initiation to completion of construction.

In contrast to the traditional use of BIM-technologies as an additional means of visualizing design, constructional and technological solutions in construction, in this work, the BIM-technology was first used in a wider format as a comprehensive tool aimed at solving problems: stratification of the contents of the CDP-tasks in stages and stakeholders – customer, developer, investor, subcontractors (implementing organizations); formalized assessment and selection of the overall organizational and technological model of the CDP-cycle, using new criteria systems that cover the impacts of both the external and internal micro-environment of the project; operational functional, technical, and administrative control of the implementation of individual stages and activities of the BDP subcontractors (executors) of the project.

The model of «BIM-work of a building development project» is developed. This is the leading methodological and analytical component of the toolkit. The content-functional purpose of the model is the reproduction in the graph-analytical format of the BIM-technologies organizational and technological model of the organization of the cycle of a construction two-project project. Unlike traditional use-technologies, the components of which are aimed at graphic visualization, technical and analytical description and solution of various functional tasks of forming architectural-technological, project-estimate project documentation, in this work in the format-technologies presented a coherent model of life cycle of the BJP, the structuring of stages and works is carried out not by the technological content and sections of the design and estimate documentation, but by the enlarged complexes of works and stages CDP committed to a particular executor and regulated by appropriate tripartite «subcontracting» agreements between the customer, the developer and the executor.

The model is implemented in a multidimensional analytical space implemented as an artificially integrated «synthetic» BIM-network that combines the features of the BIM-model with models such as «work-top», «work-matrix», and inventive devices, using a false- logical conclusion. A holistic cycle model is created by integrating matrix-structured work elements (BIM-job), which are interconnected by special transitive graph-analytic communications (such as «input & output», «input & amp»; «lag advance» & «output», «input&output», etc.). A work item (BIM-job) is a system description that, using the visual capabilities of BIM-technologies, includes: visual-graphic model of a part of an object (building or structure) that is the subject of a particular subcontractor; graph-morphological fragment of the element-work in the integral model of the BDP cycle; «matrix-job» is a matrix of organizational-technological and administrative-management parameters, some of which are strictly deterministic (normative), and the rest is corrected and subject to refinement and subsequent changes after evaluating the reliability of the responsible executor from the side of the developer (implemented by the following component); the reliability appliance, which is reflected in the model of the BJP cycle and presented in the relative measure of the reliability of the activity of the owner of the project, provided to the developer by the subcontractor of the project (the index value is determined by the following component).

The results of the study are embodied in the complex of application modules «BIM-modules of administration by the cycle of the BDP. The mentioned complex of programs (based on its introduction into the practice of construction) provides the developer with a scientific and applied ground for successful organizational, technological and administrative-management support of the cycle of the CDP.

**Key words:** organization of construction; construction development project (CDP), BIM-toolkit of organizational-technological modeling and cycle administration, organizational and technological model of construction.

Наклад 100. Папір офсетний. Ум.-др. арк. 0,9.  
Підписано до друку 15.05.2019. Замовлення 5320.

*Надруковано в «МП Леся».*  
*Свідоцтво про внесення до Державного реєстру*  
*суб'єктів видавничої справи серія ДК № 892 від 08.04.2002.*

«МП Леся»  
03148, Київ, а/с 115.  
Тел./факс: (066) 60-50-199, (098) 455-41-17  
E-mail: lesya3000@ukr.net