

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Приходька О.О. «Комбінований інструментарій організаційно-технологічного та цифрового адміністрування проєктами будівництва» щодо відповідності роботи кваліфікаційним вимогам наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та готовності подання цієї роботи до розгляду у разовій спеціалізованій вченій раді КНУБА.

1. *Оцінка рецензентом актуальності вибору теми та змісту дослідження.* На сучасному етапі, цифрові технології відіграють все більш визначальну роль у керуванні бізнес-структурами та знаходять застосування у таких сферах, як "цифрові працівники", "цифрова праця" та "цифрове управління". У динамічному ринковому оточенні, цифрова трансформація будівельних підприємств прогресує завдяки передовим технологіям, таким як інформаційне моделювання будівель (BIM), великі дані (Big Data) та штучний інтелект (AI). Ці інструменти спрямовані на аналіз інформаційних потоків, що зменшує ступінь невизначеності в інвестиційних проєктах, підвищує їхню безпеку, прогнозує потенційні впливи різних факторів на різних етапах будівництва, а також підвищує функціональність процесів організації будівництва, поліпшує ефективність контролю, технічного, структурного та вартісного інжинірингу.

Актуальність представленої на рецензію роботи обумовлене тим, що автор вирішив залучити переваги цифровізації, цифрової економіки та цифрового адміністрування - до вирішення завдань оновлення аналітичних моделей, якими в організації будівництва традиційно здійснювався опис циклу проєкту – це лінійні графіки та сіткові, ресурсно-календарні моделі. Найпоширенішим способом відображення сіткових моделей на площині є їх графічне зображення, що відоме як сітковий графік. У найпоширеніших прямих сіткових моделях, роботи, що відображають процеси, що відбуваються в часі, технологічні та логічні залежності, відповідають дугам графа. Вершини графа представляють собою події, кожна з яких, не будучи процесом і не маючи тривалості, відбувається після завершення однієї чи кількох робіт, що безпосередньо передують цій події. Початкова подія відзначається як "0-подія", а завершальна подія - як завершальна (цільова), яка визначає мету комплексу. Рідше використовуються зв'язані сіткові моделі, де вершини відображають роботи, а дуги - порядок виконання їх. За

структурою сіткові моделі розподіляються на канонічні та альтернативні. Сіткові моделі застосовуються в різних сферах, включаючи науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, проектування, дослідне виробництво, випробування; в державних міжвідомчих та регіональних програмах; в будівництві, реконструкціях та ремонтах промислових об'єктів.

Під ключовою перевагою цифрового оновлення цих моделей автор розуміє, насамперед, реалізація можливостей автоматичного управління всією системою (або окремими компонентами), а також її практично необмежене масштабування без втрати ефективності, що дозволяє значно підвищувати ефективність управління економікою (господарською діяльністю і ресурсами країни в різних галузях) на мікро- та макрорівнях.

Зрозуміло, що обрана автором тема побудови комбінованої моделі, яка б мала властивості як стандартної організаційно-технологічної ,сіткової, моделі, так і цифрової моделі адаптивного типу, - слід вважати адекватною відповіддю на потреби організації будівництва, будівельного ринку та на назрілу потребу науково-методичного оновлення аналітичних інструментів опису та візуалізації циклу девелоперських будівельних проєктів.

2. Оцінка зв'язку рецензованої дисертаційної роботи із змістом науково-дослідних та прикладних тем, які готувались та впроваджувались в закладі освіти, де підготовлено дисертацію .

Під час написання дисертації було розроблено ряд науково-методичних та прикладних робіт, які успішно використовувалися для вирішення науково-прикладних та науково-дослідницьких завдань, що ставилися та впроваджувалися в Київському національному університеті будівництва і архітектури. Наприклад:

У рамках участі здобувача у виконанні теми "Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів" була проведена розробка "4D-візуалізації змісту робіт циклу девелоперського будівельного проєкту за стадіями, роботами, організаціями-виконавцями та цифровими індикаторами".

У рамках участі здобувача у виконанні теми "Економіко-управлінська оцінка девелоперських проєктів в будівництві" була проведена розробка "Аналітичного апарату складання розрахункового базису "Індексу довіри девелопера" на основі зважування інтегральних показників конкурентоспроможності організацій-виконавців".

Ці розробки мають значний внесок дисертанта у їхню обробку та впровадження.

3. Думка рецензента щодо обґрунтованості та достовірності результатів та висновків, поданих в дисертації.

Передумовою обґрунтованості результатів та висновків роботи стала вихідна наукова гіпотеза, яка визначила, що напрямками раціональної трансформації моделей організації будівництва на рівні окремих проектів мають бути трансформовані до синергійних моделей нового типу, які будуть забезпечувати властивості:

- моделювання організаційно-технологічного змісту виконуваних робіт та процесів (за комплексами робіт);
- функціонального розподілу комплексів робіт за виконавцями;
- вияву особливостей адміністрування окремими роботами прокту, з відображенням основних цифрових характеристик виконання роботи певною організацією.

Запорукою обґрунтованості та достовірності досліджень стало синергійне сполучення компонент до складу методичного підґрунтя роботи. До складу цього підґрунтя ввійшли:

- методологія створення та модифікації різних типів організаційно-технологічних мережевих моделей, таких як "вершини-роботи", "матриці-роботи" та "триангуляційні моделі для формалізації циклу будівельного проекту".
- принципи цифрової трансформації та методи використання технологій ВІМ та систем PLM для опису процесів управління будівництвом та керування будівельними проектами.
- концептуально-теоретичні основи будівельного девелопменту як сучасної бази для підготовки, моделювання та втілення будівельних проектів.

Важливою компонентною достовірності досліджень стала установка автора на сполучення ознак цифрової та сіткової моделі в аналітичному конструктиві комбінованої моделі. Отримане підґрунтя створює умови для точного налаштування комбінованої моделі організації будівництва, спрямованої на успішну візуалізацію та деталізацію кожного етапу циклу девелоперського проекту в будівництві.

4. Оцінка рецензентом рівня відповідності змісту і структури роботи вимогам до дисертацій освітнього ступеня доктора філософії.

Розділи роботи відображають хід наукової думки від задуму, постановки задачі до впровадження комплексу прикладних програм.

Дослідження *першого розділу* зосереджено на питаннях опрацювання базових дефініцій та формування концептуально-теоретичного базису. На підставі досліджень першого розділу було доведено, що адаптація організаційно-технологічних моделей забезпечить вирішення складної ситуації в будівництві на час воєнного стану в Україні, а також дозволити скористатись наступними вигодами від цифровізації будівництва.

Другий розділ відобразив процеси формування методичного базису роботи. Дослідження цього розділу зосереджено також на пошуку формату раціонального сумісного додержання вимог засад цифровізації, організації будівництва, проектного управління та зручної діджитал-адаптації життєвого циклу БДП. Для опису та супроводу девелоперського циклу до формату сіткової моделі було залучено можливості BIM-технологій, концепції AIM (інформаційної моделі активу - Asset Information Model)) та PIM (інформаційної моделі проекту (Project Information Model)).

Третій розділ розглядає процес формування та практичне випробування компонентів інноваційного аналітико-прикладного інструментарію для моделювання організації будівництва та супроводу девелоперських проєктів. Відображено зміст провідних наукових інновацій роботи - значно вдосконалений (комбінований або гібридний) тип сіткової моделі для систематизованого опису процесів організації будівництва та системи адміністрування будівельно-девелоперських проєктів. Ця модель відображає еволюцію від мережевої моделі "робота-матриця" до оцифрованої моделі гібридного типу. Основною інновацією цієї моделі є відтворення змісту робіт та етапів у графо-аналітичному форматі BIM-технологій організаційно-технологічного та ресурсно-логістичного характеру проєкту. На відміну від традиційного застосування BIM-технологій, які зазвичай використовуються для графічного представлення та аналізу технічної та архітектурної документації проєкту, цей підхід передбачає інтеграцію всіх аспектів життєвого циклу будівельно-девелоперського проєкту в BIM-модель.

Є належні підстави для висновку про те, що дисертація за змістом та побудовою належно відповідає вимогам дисертацій ступеня PhD за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

5. Виокремлення провідних наукових інновацій. Оцінка наукової новизни дисертаційної роботи за складовими «удосконалено», «дістало

подальшого розвитку».

Визначальною науковою інновацією даної роботи, на думку рецензента, є: методико-аналітичний інструментарій для моделювання організації будівництва та девелоперського супроводу проєктів, що використовує гібридну модель організації будівництва. Модель відображає етапи трансформації від мережевої моделі "робота-матриця" до цифрової гібридної моделі. У відміню від стандартних BIM-технологій, які зазвичай використовуються для графічного представлення та аналізу технічної та архітектурної документації проєкту, цей підхід передбачає інтеграцію всіх аспектів життєвого циклу будівельно-девелоперського проєкту в BIM-модель. При формуванні комбінованої цифрової та організаційно-технологічної моделі будівництва для будівельно-девелоперських проєктів вирішальними компонентами є деталізація циклу на окремі виконавців визначених фрагментів. Кожна з цих локалізованих моделей має єдиний перелік та вимір факторів, включаючи директивні характеристики, такі як тривалість та кошторисна вартість, а також характеристики, що відображають успішність виконання робіт певного типу, такі як ефективність команди та вартість виконання. Конструктив локалізованої цифрової моделі представлений через елемент "робота-цифра", що візуалізує цифровий простір виконання окремого комплексу робіт. Діаметр цієї сфери відображає рівень впевненості девелопера в тому, що вимоги будуть виконані. Параметри цифрової локальної моделі включають іміджеві та економічні характеристики виконавця, такі як рейтинг, рентабельність та характеристики технологічного та вартісного зростання в регіоні та цільовому сегменті робіт.

Визначальною прикладною інновацією роботи є: комплекс програм, який інтегрує теоретико-методичні розробки здобувача. Комплекс програм відтворює різнобічну цифрову візуалізацію циклу та середовища БДП. Кожен з аспектів представляє окремі цифрові "шари" візуалізації змісту БДП, такі як "замовник", "склад виконавців", "індикатори БДП за етапами", "графо-цифрові конструктивні локальні моделі "робота-цифра", "цифрові параметри роботи-цифри", «конкурентоспроможність організацій-виконавців», "цифровий регламент розвитку проєкту". Останній модуль регламентує діяльність організаційної структури цифрового адміністрування БДП, починаючи з ініціації проєкту та передінвестиційного розвитку і закінчуючи досягненням цільової продуктивності проєкту.

Рецензент вважає, що здобувачем одержано наступні наукові здобутки, що можуть бути визначені *за рубрикою «удосконалено»* як складові наукової новизни:

- *тип, формат та аналітична основа сіткової (мережевої) організаційно-технологічної моделі будівництва.* Існуючий до цього часу тип моделі, яка ґрунтувалася на мережевій моделі "робота-матриця", була трансформована у цифрову гібридну модель. Розроблено зовсім новий тип моделі для організації та управління будівництвом, який став ключовою інноваційною складовою теоретичної бази;

- *засади методологічного та аналітико-прикладного підвищення організаційно-управлінської надійності девелоперського проєкту.* Варіативність виступає як інструмент для підвищення організаційно-технологічної надійності будівельного проєкту, шляхом порівняння різних варіантів технологій та організації будівництва. Це включає в себе використання різних методів виконання будівельно-монтажних робіт, зміну послідовності процесів будівництва, оптимізацію їх тривалості та інтенсивності.

Вважаю, що в роботі компонентами новизни *за рубрикою «набули подальшого розвитку»* слід вирізнити:

- тлумачення і застосування категорії «цифровізація технологій будівництва», що формується як основний компонент системи управління життєвим циклом та середовищем девелоперського будівельного проєкту. Це охоплює інтеграцію цифрових технологій у всі аспекти бізнес-процесів та функціонування проєкту як тимчасового підприємства. Це сприяє ефективній координації ресурсів та іміджевого потенціалу проєкту, зусиль управлінського персоналу та інформаційно-комунікативного середовища на кожному етапі та "віхах" життєвого циклу проєкту. Такий підхід сприяє належному виконанню загальних (планування, організація, мотивація, контроль) та спеціальних функцій управління проєктом, а також досягненню раціонального злагодження між інтересами всіх зацікавлених сторін проєкту.

- застосування підходу забезпечення внутрішніх стандартів організації-виконавця за окремими роботами та комплексами, що є важливим етапом при створенні комбінованої цифрової та організаційно-технологічної моделі будівництва для БДП. Ключовими компонентами цієї моделі є розгортання циклу на відведені окремим виконавцям локалізовані фрагменти, які стають основою для цифрового та функціонального базису оновлюваної моделі. Незалежно від характеру виконуваних завдань, кожна з цих

локалізованих моделей матиме однаковий перелік та вимір факторів, що включають традиційні показники, такі як тривалість і бюджет, а також фактори, які відображають успішність виконання робіт конкретного типу. Цифрова локальна модель також враховує іміджеві та економічні характеристики виконавця в регіоні та сегменті робіт, такі як рейтинг, рентабельність та потенціал технологічного та вартісного зростання. Порівняння можливостей виконавця з конкурентами дозволяє встановити ще один важливий параметр цифрової моделі - "цифровий індикатор ймовірності виконання директивних вимог замовника і девелопера" для даного проєкту. Цей індикатор, виражений у відсотках, дозволяє реалістично оцінити тривалість та вартість виконання робіт організацією-виконавцем. Цифровий індикатор ймовірності виконання є інструментом швидкої та ефективної ідентифікації можливостей впровадження проєктного циклу з дотриманням директивних термінів, бюджету та ритмічності. Крім того, він допомагає виявити функціональну та організаційно-технічну надійність всього складу виконавців даного БДП.

6. Висновок рецензента щодо наукової новизни дисертаційної роботи в цілому.

Наукова новизна роботи в цілому полягає в розробці інструментарію, який дозволяє моделювати функціонально-операційні та організаційно-технологічні процеси будівництва та адміністрування проєктного циклу. Цей набір інструментів ґрунтується на гібридній моделі, яка поєднує переваги традиційних мережевих моделей організації будівництва з можливостями цифрової візуалізації та трансформацій, технологій BIM та методології проєктування SADT. Впровадження комбінованої моделі в організації будівництва має наступні переваги в управлінні девелоперськими проєктами будівництва:

- імплементація в складі моделі засад BIM- та хмарних технологій дозволить оптимізувати процеси будівництва, сприятиме зменшенню витрат і підвищенню ефективності;
- поліпшення рівня колаборації та успішності комунікацій в системі адміністрування проєктом будівництва: цифрові інструменти сприяють покращенню співпраці між учасниками будівельного процесу, забезпечуючи швидку та ефективну комунікацію, обмін даними та спільний доступ до інформації;

- модернізація організаційних структур та оптимізація управління проектами: цифрові технології дозволяють покращити планування, виконання та контроль за будівельними проектами, зменшуючи ризики затримок та перевищення бюджету;
- поліпшення бізнес-процесів стосовно проходження організації будівництва та автоматизація процесів адміністрування девелоперським середовищем: використання роботів, автоматизованих систем будівництва та 3D-друку може значно збільшити швидкість та точність будівництва, а також знизити ризики травматизму на робочому місці;
- зростання стандартизованості, інтер-операбельності та адекватності відображення реалій будівельного проекту та будмайданчика в компонентах цифрового адміністрування проектом будівництва.

7. Думка рецензента щодо теоретичної та практичної цінності роботи.

Теоретична цінність роботи визначається збагаченням теоретико-методичного базису науки «Організація будівництва» як підсистеми спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за рахунок створення інструментарію моделювання циклу будівельного проекту (БДП) з використанням комбінованої моделі, або моделі гібридного типу. При створенні комбінованої цифрово-організаційно-технологічної моделі будівництва для БДП ключовими складовими є розгортання циклу на відведених окремим виконавцям локалізованих фрагментів. Ці фрагменти циклу БДП служитимуть основою для цифрового та функціонального базису оновленої моделі. Незалежно від характеру виконуваних робіт, кожна з локалізованих моделей матиме однаковий перелік та вимір факторів. Серед цих факторів використано також характеристики, які відображають успішність діяльності даної організації при виконанні робіт певного типу - затверджений практикою виконавця склад бригад, трудомісткість та собівартість виконання. Конструктив локалізованої цифрової моделі представлений через елемент "робота-цифра", що у формі сфери візуалізує цифровий простір виконання окремого комплексу робіт, який організація-субпідрядник виконує у складі девелоперського проекту. Діаметр сфери в порівняльних одиницях відображає семантичну міру впевненості девелопера в тому, що його вимоги будуть дотриманими цим виконавцем.

Практична цінність роботи полягає у використанні автором розробленого комплексу прикладних програм та практичних рекомендацій

для застосування в реальній діяльності організації будівництва. Цей комплекс адаптований до BIM-технологій та призначений для моделювання процесів будівництва на протязі всього циклу - від початкової ідеї до завершення проекту. Модернізація побудови та параметричного наповнення у впровадженій моделі дозволяє керівному складу швидко коригувати напрямок ресурсів та управлінських зусиль проекту у випадку змін у зовнішньому середовищі або внутрішніх факторах БДП. Інноваційність отриманих результатів та їх практичне застосування були підтверджені під час застосування комплексу прикладних програм в організаційно-технологічному та девелоперському обґрунтуванні проектів, які були реалізовані компаніями «Альфа-сервіс» та «Експертиза-С». Запроваджена модель надає замовнику БДП можливість обирати остаточний варіант організації будівництва та управляти ресурсами проекту, користуючись візуалізованим простором циклу будівництва.

8. Думка рецензента щодо особистого внеску здобувачки та повноти відображення змісту дослідження в друкованих працях. Оцінка змісту роботи на задоволення вимог академічної доброчесності. За результатами досліджень опубліковано 24 наукові праць, але з врахуванням співавторства на рахунок здобувача можуть бути віднесені: 19 публікацій, у тому числі: 8 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 2 статті - у періодичних наукових фахових виданнях інших держав, які входять до ЄС; 9 - тези наукових доповідей в збірниках матеріалів науково-практичних конференцій. З досліджень, опублікованих у співавторстві, у дисертації використано лише ті ідеї та положення, які є особистим внеском здобувача. Цінність особистого наукового внеску здобувачки визначається значним розвитком наукового базису спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за рахунок розробки інноваційного комбінованого інструментарію формалізованого моделювання проекту будівництва. Дисертаційна робота Приходька О.О. відображає виключно результати самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату чи запозичень. Максимальний відсоток співпадіння, виявлений у системі перевірки Anti-Plagiarism складає 0 %. Використані ідеї, результати та тексти інших авторів мають відповідні посилання на джерела.

Апробація змісту та інновацій досліджень здійснена на **9 науково-практичних конференціях.**

9. Зауваження по роботі, рекомендації щодо напрямів подальших досліджень здобувача. Під час уважного аналізу дисертацій та публікацій, що стосуються теми роботи здобувачки, виникли певні зауваження та дискусійні питання щодо редакційного та змістового аспектів, а також виявилось доцільним висловити побажання щодо подальшого вдосконалення дослідження.

9.1. в тексті *першого розділу* не надано адаптованого розкриття змісту дефініції «операційний цикл будівельного девелоперського проєкту» в тексті першого розділу не надано належного розкриття змісту дефініції підприємство-девелопер із сумісних позицій комбінованої моделі та розуміння девелоперського проєкту як тимчасового угруповання стейхколдерів;

9.2. в тексті другого розділу при формуванні методичного підґрунтя доцільно було б вказати, яким чином цифровізація має змінити не лише шлях трансформації та очікуваний аналітичний конструктив мережевої моделі будівництва моделі, але й вказати на те, яким чином інтегрована модель циклу будівництва зможе врахувати такі впливи цифровізації на перебіг процесів в системі адміністрування проєктом, які стосуються таких питань як : ефективність співпраці та комунікацій, продуктивність організаційної структури управління проєктом, стандартизованість та формалізованість прийняття рішень, забезпечення інформаційної та функціональної безпеки;

9.3. в таблиця 2.1. другого розділу автор наголошує на необхідності впровадження контрольних точок (спеціальних «віх» в траєкторії проєкту) в моделі циклу проєкту. Але в третьому розділі немає деталізації щодо цих точок в складі гібридної моделі. Бажано в подальших дослідженнях автору порекомендувати зробити вдосконалення моделі стосовно зазначених контрольних точок, з метою надання їм наступних властивостей:

- виявляти прогрес або гальмування проєкту;
- надавати формалізовану «інтегровану» міру відхилення ходу циклу від директив девелопменту;
- вказувати на відповідні точки змін в системі адміністрування та регулювання проєктом, як «точки коригування» стратегії проєкту;

9.4. в завершальній частині третього розділ при описі модулів комплексу програм не надано належного аналітичного узгодження між цифровою траєкторією проєкту та «відцифрованими» етапами

операційного та життєвого циклів провідних учасників будівництва – компанії-замовника та підприємства-девелопера;

9.5. В тексті загальних висновків не надано стислого відображення авторських інновацій щодо запровадженої нової номенклатури факторів цифрового оцінювання конкуренто-спроможності організацій, які виконують відведені їм в проєкті комплекси робіт (підряди)роботи та комплексів. Це зауваження має переважно редакційний характер, оскільки в змісті третього розділу відображено оновлений зміст цих факторів за 4 групами - товарна, майнова, організаційна, кадрова, так і порядок розрахунку факторів в складі 4 груп. В майбутніх дослідженнях порекомендуємо автору до цих 4 груп доцільно було б додати ще й іміджеву складову.

10. Загальний висновок рецензента щодо відповідності дисертаційної роботи кваліфікаційним вимогам наукового ступеня «доктора філософії» за спеціальністю 051 "Економіка" та можливості її розгляду у разовій спеціалізованій вченій раді.

На підставі критичного опрацювання змісту дисертації Приходька О.О. слід визнати, що ця робота відповідає вимогам щодо актуальності, новизни, теоретичної і практичної цінності, завершеності, змісту та оформлення, а також іншим кваліфікаційним ознакам, які встановлені для присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Рецензент вважає, що дисертаційна робота **«Комбінований інструментарій організаційно-технологічного та цифрового адміністрування проєктами будівництва»** може бути розглянута у разовій спеціалізованій вченій раді для присудження ступеня PhD за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Також, за вдосконалення науково-прикладного підходу та інструментарію цифрового, організаційно-технологічного моделювання проєктів в будівництві Приходько Олег Олександрович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (галузь знань – 19 Архітектура та будівництво).

Рецензент

к.т.н., професор

кафедри менеджменту в будівництві КНУБА

Чуприна Ю.А.

Підпис проф. Чуприна Ю.А. Завідувач
Секретар Вченої Ради КНУБА
Жан

