

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

д.т.н., професора Арутюнян І.А.

по дисертаційній роботі аспіранта КНУБА **Приходька Олега Олександровича** на тему: «Комбінований інструментарій організаційно-технологічного та цифрового адміністрування проектами будівництва». Робота подана до разової спеціалізованої вченої ради на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

1. *Оцінка офіційним опонентом актуальності обрання теми та предмету дослідження.* Серед найважливіших практичних передумов даного дослідження слід назвати наступні, насамперед, це необхідність трансформації інвестиційні задуми, проєктні рішення та рівень їх реалізації на практиці в об'єкті будівництва, узгоджуючи організаційно-технологічні, вартісні та інші проєктні параметри, і постійно протидіяти ризикам зовнішнього та внутрішнього середовища проєкту. Також необхідно переходити на нові організаційні форми управління інвестиційним процесом, удосконалюючи структурні елементи та підсистеми в організаційних структурах інвестора та інших ключових учасників інвестиційного процесу, щоб вони відповідали специфіці операційної системи будівельного виробництва.

Для покращення ситуації використовується науково обґрунтовані моделі підготовки та організації будівництва. Вимоги до якості будівельної продукції, регулярність виконання будівельно-монтажних робіт (БМР), збереження кошторисної вартості та інші, які ставлять інвестори та інші ключові учасники інвестиційного процесу, складно задовольнити за допомогою стандартних моделей будівництва.

Автор визначив нагальність модернізації в організаційно-технологічному моделюванні будівництва, напрямом модернізації організаційно-технологічних моделей, обґрунтувавши, що цифровізацію можна використовувати при моделюванні циклу організації будівництва на різних етапах проєкту, насамперед, на передінвестиційно-підготовчій фазі проєктного циклу:

- при здійсненні виробничого планування: використання спеціалізованих програм для побудови цифрових моделей будівельних об'єктів дозволяє аналізувати простір, розміщення обладнання та матеріалів з точністю до деталей;
- при здійсненні ресурсного планування: застосування цифрових інструментів для планування ресурсів, таких як робоча сила, матеріали та

обладнання, допомагає оптимізувати використання ресурсів та підтримувати баланс між потребами будівельних процесів;

- цифрові інструменти дозволяють створювати віртуальні сценарії будівельних процесів, де можна аналізувати ефективність робочих потоків, виявляти можливі ризики та розробляти стратегії їх уникнення;

- цифрові технології дозволяють в реальному часі відстежувати прогрес будівельних робіт, контролювати якість виконання та вчасність поставок матеріалів, що дозволяє оперативно реагувати на зміни та вирішувати проблеми;

- цифрові інструменти забезпечують можливість збору та аналізу великої кількості даних з будівельних процесів, що дозволяє виявляти тенденції, вдосконалювати стратегії та приймати обґрунтовані рішення для оптимізації всього циклу організації будівництва.

Цифрова трансформація та оновлений гібридний підхід до організації будівництва забезпечують ефективний захист системи від можливих ризиків та криз у процесах та навколишньому середовищі будівельних проєктів. Отже, перетворення організаційно-технологічних моделей управління будівництвом на комбіновану, цифровізовану форму є важливим завданням, яке вимагає науково-практичного вирішення. Потреба у модернізації традиційних ресурсно-календарних організаційно-технологічних моделей будівництва шляхом створення нового переліку, змісту та методів розрахунку їх параметрів визначає науково-теоретичну та *практичну актуальність даної роботи.*

2. Оцінка узгодженості результатів дослідження з науковими програмами, планами і темами.

Під час написання дисертації були створені науково-методичні та прикладні роботи, які успішно використовувалися для вирішення науково-прикладних та науково-дослідницьких завдань, що розроблялись та реалізовувалися в Київському національному університеті будівництва і архітектури. Участь у виконанні теми "Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів" (№ 0121U111793, КНУБА, 2021-2024 рр.) призвела до розробки "4D-візуалізації змісту робіт циклу девелоперського будівельного проєкту за стадіями, роботами, організаціями-виконавцями та цифровими індикаторами". А участь у виконанні теми "Економіко-управлінська оцінка девелоперських проєктів в будівництві" (0121U11172, КНУБА, 2021-2024 рр.) призвела до створення "Аналітичного апарату складання розрахункового базису «Індексу довіри девелопера» на основі зважування інтегральних показників

конкурентоспроможності організацій-виконавців". Ці розробки стали значним внеском дисертанта у їхнє оброблення та впровадження. Дисертація відповідає паспорту спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Варто зазначити, що *дисертація відповідає зазначеному законодавству та постановам уряду України, зокрема:*

- Закону України «Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні» (№1667-ІХ, з останніми змінами від 01.01.2023 р.);
- Постановам Кабінету Міністрів України «Про утворення міжгалузевої ради з питань цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації» (№595 від 08.07.2020 р.) та «Деякі питання цифрового розвитку» (№ 56 від 30.01.2019 р.);
- «Дорожній карті впровадження інформаційного моделювання будівель (ВІМ) при створенні об'єктів будівництва, об'єктів архітектури» (схвалені Мінрегіоном, Конфедерацією будівельників України та Міждержавною гільдією інженерів-консультантів 29.11.2019 р.).

3. Рівень обґрунтованості та достовірності наукових результатів і висновків дослідження. В основу достовірності результатів і висновків роботи покладено виваженість наукової гіпотези роботи та раціональність сформованого автором загально-методичного підґрунтя. Гіпотеза вказує на необхідність створення комбінованої моделі організаційно-технологічного та цифрового управління проектами будівництва для ефективного вирішення актуальних проблем в цій галузі. Цифрова адаптація та оновлений гібридний формат організації будівництва мають захищати систему від можливих руйнувань і системних криз, що можуть виникнути у зв'язку з процесами та середовищем будівельного проекту.

Основа методичного базису складає методологія формування та перетворення різних типів організаційно-технологічних мережевих моделей, таких як "роботи-вершини" та "роботи-матриці", а також принципи цифровізації та методи використання ВІМ-технологій та PLM-систем для опису процесів організації будівництва. В якості супровідних компонент використано аналіз-синтез, системний та процесно-структурний аналіз, організаційно-структурний інжиніринг, теорію зацікавлених сторін, класифікацію та опис проектних ризиків, а також адаптацію Agile-методології. Усі ці складові інтегровано у вдосконалену версію моделі організації будівництва всередині будівельних проектів як операційних систем тимчасового типу.

4. Оцінка опонентом наукової новизни окремих результатів та висновків дисертаційної роботи.

Провідними результатами роботи опонент вважає (наведено в порядку викладу в дисертації):

4.1. Висновок щодо переваг застосування цифровізації в моделюванні організації будівництва, які на думку автора полягають: а) у можливості цифрових технологій, таких як будівельне моделювання інформації (BIM), хмарні технології, Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI) та аналітика даних - для оптимізації будівельних процесів, зменшення витрат та підвищення ефективності; б) у поліпшенні рівня колаборації та комунікацій у системі управління будівельним проектом за допомогою цифрових інструментів, що сприяють швидкій та ефективній взаємодії між учасниками будівельного процесу та обміну інформацією; с) модернізація організаційних структур та оптимізація управління проектами завдяки використанню цифрових технологій для покращення планування, виконання та контролю за будівельними проектами, що допомагає зменшити ризики затримок та перевищення бюджету; d) в поліпшенні бізнес-процесів, пов'язаних з управлінням будівельним середовищем, через автоматизацію процесів адміністрування, використання роботів, автоматизованих систем будівництва та 3D-друку для підвищення швидкості та точності будівництва, а також зниження ризиків травматизму на робочому місці; e) зростання інтероперабельності та адекватності відображення реалій будівельного проекту та будівельного майданчика в компонентах цифрового управління будівельним проектом за допомогою цифрових інструментів та систем.

4.2. Удосконалення дефініції «цифрове підґрунтя в організації будівництва», яка визначається автором як складова системи управління життєвим циклом та середовищем девелоперського будівельного проекту, що включає в себе інтеграцію цифрових технологій у всі аспекти бізнес-процесів та функціонування проекту як тимчасового підприємства.

4.3. Надано принципову модернізацію (удосконалення) моделі формалізованого цифрового та організаційно-технологічного опису робіт та стадій будівництва - при розробці комбінованої цифрово-організаційно-технологічної моделі будівництва для БДП ключовими елементами є розширена деталізація циклу, розподілена на відведені фрагменти, керовані різними виконавцями. Ці фрагменти, які будуть розглядатися як цифровий та функціональний фундамент оновленої моделі, залишаються однаковими щодо переліку та оцінки факторів, незалежно від характеру виконуваних завдань. Під такими факторами маються на увазі, зокрема, традиційні параметри тривалості, кошторисної вартості та строки прив'язки до

загального циклу БДП, а також характеристики, що відображають результативність роботи даної організації - такі як склад бригад, трудомісткість та собівартість виконання, випробувані практикою даного виконавця. Конструкція локалізованої цифрової моделі представлена у вигляді "робота-цифри", що у вигляді сфери відображає цифровий простір виконання окремих робітного комплексу, який виконується підрядною організацією у рамках девелоперського проекту. Діаметр цих сфер відображає семантичну важливість для девелопера щодо виконавця, вказуючи на ступінь впевненості у тому, що його вимоги будуть виконані. У склад параметрів цифрової локальної моделі включені іміджеві та економічні характеристики виконавця в регіоні та цільовому сегменті робіт, такі як рейтинг, рентабельність, характеристики технологічного та вартісного зростання.

4.4. Методико-прикладний підхід спрямований на розвиток продуктивності траєкторії та забезпечення адаптивних якостей у структурі управління будівництвом. Цей розвиток базується на візуалізованих та цифрових показниках взаємозв'язку ключових параметрів будь-якого будівельного проекту (місії, цілей, сценаріїв та стратегій розвитку проектного комплексу) і дозволяє сформуванню чіткого адміністративного апарату, що ґрунтується на багаторівневій системі ухвалення управлінських проектних рішень на кожній стадії проекту (ініціація, планування, виконання, завершення). Передумовою для цього є необхідність розгляду організації будівництва як необхідної складової будівельної фази інвестиційно-будівельного циклу проекту, що взаємодіє з передінвестиційною (підготовчою) та експлуатаційною фазами.

4.5. Провідний науковий результат дослідження – інноваційний аналітико-прикладний інструментарій для моделювання організації будівництва та девелоперського супроводу проектів за допомогою моделі гібридного типу. Ця модель відображає процеси переходу від мережевої моделі "робота-матриця" до оцифрованої моделі гібридного типу. На відміну від стандартного застосування BIM-технологій, що зазвичай використовуються для графічного представлення та аналізу технічної та архітектурної документації проекту, ця робота пропонує інтегрувати всі аспекти життєвого циклу девелоперського будівельного проекту в BIM-модель. В рамках цього підходу структурування етапів та робіт не базується на технічному змісті або розділах проектно-кошторисної документації (ПКД), а складається з узагальнених комплексів робіт БДП, які призначені для конкретного виконавця та регламентуються у відповідних тристоронніх «угодах про субпідряд» між замовником, девелопером та виконавцем.

4.6. Розроблено оновлений набір показників для оцінки конкурентоспроможності підприємств-виконавців, який відповідає вимогам цифрової структури комбінованої моделі опису циклу будівельно-девелоперського процесу. Показники були систематизовані за чотирма групами (кадрова, майнова, товарна та організаційна складові). Всі ці показники (і їх оцінки) об'єднуються в один загальний інтегральний показник - "цифровий індикатор ймовірності виконавця задовольнити директивні вимоги замовника та девелопера" у даному проєкті (як відсоток). Чим ближче цей показник до одиниці, як для окремого виконавця, так і для всього проєкту в цілому, тим вище рівень конкурентоспроможності всього пулу виконавців, тим більш ймовірно виконання директивних вимог замовника щодо термінів, бюджету та ефективного використання ресурсів.

4.7. Комплекс програм – провідний науково-прикладний результат роботи. Цей комплекс програм реалізує комплексну цифрову візуалізацію циклу та середовища будівництва, яка має багато аспектів. Кожен з цих аспектів відображається як окремий цифровий "шар" візуалізації змісту будівельно-девелоперського проєкту: "замовник", "склад виконавців", "індикатори по етапах будівництва", "графо-цифровий конструктив локальних моделей "робота-цифра"", "цифрові параметри робота-цифра", "конкурентоспроможність організацій-виконавців", "цифровий регламент проектування девелоперського проєкту". Останній модуль регулює діяльність організаційної структури цифрового управління будівельно-девелоперським проєктом, починаючи від ініціювання проєкту та підготовчого девелопменту, і до завершення процесу, яке передбачає досягнення цілей продуктивності проєкту.

5. Висновок опонента щодо науково-теоретичної цінності дисертаційної роботи. Науково-теоретична цінність роботи проявляється у впровадженні інноваційного інструментарію, що забезпечує цифрове функціонально-операційне та організаційно-технологічне моделювання процесів організації будівництва та управління проектним циклом. Цей інструментарій ґрунтується на гібридній моделі, яка поєднує переваги традиційних структурованих мережевих моделей управління будівництвом з можливостями цифрової візуалізації і трансформації, а також використання BIM-технологій та методології SADT-проекування. В роботі здійснено суттєве розширення теоретичного підґрунтя наукової підсистеми організації будівництва як складової спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за рахунок злиття можливостей класичних структурованих мережевих моделей з перевагами цифрових моделей, які формалізують опис

проектного циклу, приводить до створення сучасного візуально-графічного конструктиву та параметричного базису моделі. Розроблено інноваційний тип моделі для організації та адміністрування будівництва, що відображає процеси підготовки інвестиційно-будівельного циклу та управління будівництвом в контексті системи організаційно-технологічного розвитку для відповідності потребам та особливостям будівельних девелоперських проєктів.

6. Практична цінність поданих в дисертації результатів та висновків полягає в наступному. Розроблений автором набір програм та рекомендацій є зручним і придатним для застосування в сфері будівель проєктів, які в процесі адміністрування використовують BIM-технології. Ці розробки є інструментом системного моделювання процесів будівництва протягом усього циклу проєкту, від початкового задуму до завершення на проєктній потужності. Модернізація побудови та параметричного наповнення в цій моделі дозволяє керівному складу швидко вносити необхідні корективи в управління ресурсами та проєктними зусиллями у випадку зміни зовнішніх та внутрішніх умов будівельно-девелоперського проєкту. Інноваційність отриманих результатів та їх практична корисність були успішно підтверджені під час застосування набору програм у процесах організаційно-технологічного та девелоперського обґрунтування проєктів, що були реалізовані будівельними та девелоперськими компаніями «Альфа-сервіс» та «Експертиза-С». Впроваджена модель дозволяє замовнику будівельно-девелоперського проєкту обирати оптимальний варіант організації будівництва, ефективно використовуючи ресурси та враховуючи візуалізований цикл проєкту.

7. Оцінка змісту і структури дисертаційної роботи. Подана на розгляд дисертаційна робота складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг основного тексту роботи становить 223 сторінки комп'ютерного тексту, містить 13 таблиць, 69 рисунків.

У *вступі* дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, обґрунтовано мету роботи та перелік завдань, необхідних для її досягнення, відображено зв'язок змісту компонент дослідження з науковими програмами та темами, надано характеристику новизни та практичної цінності результатів дослідження, висвітлено сутність особистого внеску здобувача та підсумки апробацію результатів роботи.

У першому розділі нашого дослідження акцент був зроблений на розгляді основних визначень та формуванні концептуально-теоретичного фундаменту. Результати підтвердили, що модифікація організаційно-технологічних моделей може сприяти розв'язанню складних ситуацій у будівництві під час воєнного стану в Україні, а також використанню переваг цифровізації у даній сфері.

У другому розділі автор зосередився на створенні загально-методичної основи для модернізації та оптимізації існуючих моделей організації будівництва. Для створення цієї основи ми використали наступні компоненти: а) методологія формування та трансформації різних типів організаційно-технологічних мережевих моделей, таких як "роботи-вершини", "роботи-матриці" та "триангуляційні моделі для формалізації циклу будівельного проєкту"; б) принципи цифровізації та методи використання BIM-технологій та PLM-систем для опису процесів організації будівництва та управління будівельними проєктами.

Третій розділ роботи присвячено викладу змісту та інновацій основних наукових результатів дослідження. Аргументовано описано інноваційний аналітико-прикладний інструментарій для моделювання структури будівництва, який використовує гібридну модель. Ця модель відтворює процеси переходу від мережевої моделі "робота-матриця" до оцифрованої гібридної моделі. На відміну від стандартного використання BIM-технологій, в даній роботі до складу адаптованої для BIM моделі включено всі аспекти життєвого циклу будівельного проєкту. Конструктивна локалізація цифрової моделі представлена за допомогою елементу "робота-цифри", що візуалізує цифровий простір виконання окремих робіт підрядниками в межах будівельного проєкту. В завершальній частині третього розділу дисертації подано зміст та практичні рекомендації стосовно використання комплексу прикладних програм.

Структура роботи належно відповідає вимогам до дисертаційних робіт освітнього ступеня «доктор філософії» (PhD) за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Виклад змісту дисертації оцінюється як логічний та системний, результати та висновки супроводжені належними обґрунтуванням, візуалізацією та доказовою базою. Автор продемонстрував здатність виконувати постановку задач дослідження, знаходити методи вирішення поставлених задач для їх розв'язання, доводити дослідження до практичного застосування.

8. Висновок офіційного опонента щодо відсутності (наявності) порушення академічної доброчесності. У дисертаційній роботі Приходька

Д.О. не виявлено ознак академічного плагіату та інших порушень, які могли б поставити під сумнів самостійне виконання дослідження та дотримання норм академічної доброчесності. Надана довідка про результати перевірки роботи на плагіат відображає, що рівень академічної доброчесності в цій роботі дотримано.

9. Відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертація Приходька О.О. є завершеною науковою працею. Робота виконана державною мовою із дотриманням наукового стилю. Дисертація за вимогами щодо структури, змісту, загального обсягу та кількості наукових публікацій, що висувались до здобувача наукового ступеня доктора філософії, відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» та директивам Міністерства освіти і науки України.

10. Зауваження, дискусійні положення щодо результатів роботи, рекомендації щодо подальших досліджень здобувача.

✓ Зауваження редакційного характеру щодо загальної характеристики роботи у вступі дисертації. В рубриці «актуальність теми» здобувач називає модель не лише моделлю «комбінованого, типу», але й моделлю «гібридного формату». Слід було б надати у вступі до роботи стисле пояснення, що гібридний формат моделі (і це далі розкривається змістом 2 та 3 розділу) обумовлений не лише сполученням цифрового та організаційно-технологічного підходів в моделюванні циклу проєкту будівництва, але й реалізується в зміні складу параметрів та графо-аналітичного конструктиву моделі.

✓ Зауваження по змісту першого розділу наступне. Віддаючи належне проведеному автором ретельному аналізу джерел та проведеному вдосконаленню змісту базових дефініцій дослідження, слід вказати на те, що зміна формату та принцип побудови моделі опису проєктного циклу в запровадженій автором постановці суттєво змінили уявлення про «цифровий простір будівельного проєкту». Виходячи з цього в завершальній частині першого розділу доцільно було б надати інтегроване автором та осучаснене тлумачення цієї дефініції.

✓ Зауваження по змісту другого розділу наступне. В контексті поданого в другому розділі на рис.2.1. ієрархії цінностей будівельного проєкту у вигляді «ядра системи», слід було в після опису цієї схеми зазначити, що таким ядром у форматі створеного інструментарію

виступатиме «локальна цифрова модель окремої роботи» (розд.3), яка віддана у виконання та адміністрування певному субпідряднику девелоперського проєкту. Наявність такого стислого коментаря посилює б уявлення про системність в складових дисертаційної роботи та значну інноваційність виконаного автором доробку.

✓ Ще одне зауваження по змісту другого розділу. Автор роботи в п.2.1. дуже вдало інтегрував свої міркування стосовно імперативів цифровізації будівельних підприємств, зазначаючи що «органічний синтез запропонованих імперативів, надасть можливість забезпечити синергетичний ефект». Однак, слід зауважити, що автору слід було вказати на те, що будівельний девелоперський проєкт є специфічним тимчасовим підприємством (тимчасовою операційною системою), і для його потреб і умов вказані ним імперативи цифровізації мають спрацювати синергійно та продуктивно.

✓ Зауваження по змісту п.3.1. в третьому розділі роботи. Після наведеної візуалізації модель «сфера-робота» на рис.3.10 як локальної моделі будівельного проєкту, автору доцільно було б подати окремою схемою фрагмент графічного та аналітичного сполучення цих «сфер-робіт» на у вигляді фрагменту циклу девелоперського проєкту з відображенням типу сполучень між роботами («вихід→вхід», «вхід→вхід», «вихід→вихід» тощо) та врахуванням впливу таких сполучень на кореспонденцію окремих організаційно-технологічних та інших функціональних факторів всередині різних «сфер-робіт».

✓ Зауваження по змісту п.3.2. в третьому розділі роботи. Відзначаючи інноваційний характер запропонованого автором «зважування» конкурентних якостей організацій-субпідрядників девелоперського проєкту через еталонні значення, слід вказати на те, автором не наведено нижній рівень індексу конкуренто-спроможності всього складу виконавців, не додержання якого може поставити під загрозу умови безпечного та впевненого виконання проєктного циклу із додержанням вимог девелопера і замовника.

✓ Ще одне зауваження редакційного характеру стосується загальних висновків по роботі. В їх тексті відсутня інформація про напрями подальших досліджень в контексті розвитку обраної проблематики досліджень.

Проте варто відзначити, що висловлені зауваження не впливають на загально високу оцінку цієї дисертаційної роботи та не змінюють думку офіційного опонента щодо того, що робота, представлена на розгляд, відповідає вимогам, які ставляться до дисертацій на здобуття ступеня «доктор філософії» у галузі економіки. Зміст роботи, публікації автора та

результати впровадження дослідження свідчать про значні перспективи подальшого розвитку досліджень у вибраному напрямку та їх використання в практичній діяльності.

11. Загальний висновок офіційного опонента. Надаючи науковий підсумок дисертаційній роботі Приходька О.О. в якості офіційного опонента маю визнати, що завдання дослідження вирішені і мета роботи досягнута.

Дисертаційна робота «Комбінований інструментарій організаційно-технологічного та цифрового адміністрування проєктами будівництва» є актуальною і завершеною науковою працею, виконаною автором особисто, має наукову новизну, теоретичне і прикладне значення. Отримані результати в повній мірі науково обґрунтовані та в сукупності вирішують важливе і актуальне науково-прикладне завдання - створення інструментарію для організаційно-технологічного та цифрового адміністрування будівельними проєктами. Зазначена дисертаційна робота за змістом і оформленням, важливістю та глибиною вирішення наукових проблем відповідає вимогам пп. 6,7,8,9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 року та наказу Міністерства освіти і науки №40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог щодо оформлення дисертації», та заслуговує позитивної оцінки, а її автор Приходько Олег Олександрович за інноваційне та достовірно обґрунтоване розв'язання низки важливих науково-методичних та прикладних завдань оновлення науково-теоретичного та прикладного базису формалізованого опису проєктів будівництва на ґрунті комбінованої моделі заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»).

Офіційний опонент
д.т.н., професор,
завідувачка кафедри
промислового та цивільного будівництва
Запорізького національного університету



I.A. Арутюнян

Вчений секретар



Людмила Арутюнян

О.А. Проценко

О.А. Проценко