

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу СОБОЛЯ Дениса Валерійовича
на тему «Інструментарій організаційно-технічного забезпечення та цифрового
супроводу енергоадаптивних проєктів»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

1. **Висновок щодо актуальності теми та предмету дослідження.**
Актуальність теми дисертаційного дослідження зумовлена зростаючими вимогами до енергоефективності, екологічної безпеки та технологічної модернізації будівельної галузі в умовах глобальних економічних і кліматичних викликів. Сучасний девелопмент дедалі більше орієнтується на впровадження енергоадаптивних рішень, що потребує формування якісно нового організаційно-технічного та цифрового інструментарію управління проєктами. У цьому контексті дослідження процесів організаційно-технологічного забезпечення та цифрового супроводу таких проєктів набуває особливої наукової та практичної ваги. Цифровізація будівництва, зокрема впровадження інформаційного моделювання та інтегрованих цифрових платформ, формує нові підходи до планування, реалізації та контролю девелоперських ініціатив. Водночас існує об'єктивна потреба у систематизації теоретико-методичних засад, розробці моделей і прикладного інструментарію цифрового опису та організаційно-технологічного моделювання енергоадаптивних проєктів. Предмет дослідження охоплює комплекс взаємопов'язаних методів і рішень, спрямованих на узгодження технологічних, організаційних та енергетичних параметрів у межах життєвого циклу будівельних об'єктів, що забезпечує підвищення обґрунтованості управлінських рішень і зниження ризиків. Особливої актуальності набуває інтеграція цифрових технологій із практиками енергоефективного та сталого будівництва, що відповідає сучасним галузевим і міжнародним стандартам. Важливо підкреслити, що тематика дослідження повністю відповідає спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», зокрема її підсистемі «організація будівництва», оскільки зосереджена на вдосконаленні процесів управління, планування та організаційно-технологічного забезпечення реалізації будівельних проєктів. Обраний об'єкт дослідження є репрезентативним і відображає ключові тенденції розвитку сучасного девелопменту, тоді як предмет характеризується високим рівнем наукової новизни та практичної значущості. Додатково слід відзначити, що результати дослідження можуть сприяти підвищенню конкурентоспроможності

будівельних підприємств і ефективності інвестиційно-девелоперських процесів. Отже, тема дисертації є своєчасною, теоретично обґрунтованою та практично значущою, що визначає її високу актуальність у сучасних умовах розвитку будівельної науки і практики.

2. **Зв'язок дисертаційної роботи із змістом науково-дослідних та прикладних тем, які готувались та впроваджувались в закладі вищої освіти, де підготовлено дисертацію.** Дисертаційне дослідження СОБОЛЯ Дениса Валерійовича органічно інтегроване в систему науково-дослідних пріоритетів, що реалізуються у Київському національному університеті будівництва і архітектури та Академії будівництва України. Тематика роботи узгоджується з сучасними напрямками цифровізації управління будівництвом, енергоефективності та розвитку організаційно-технологічних систем. Наукові результати сформовано з урахуванням положень теми «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (№ 0115U000860), у межах якої обґрунтовано підходи до використання цифрових технологій моніторингу об'єктів. Водночас у дисертації використано напрацювання за темою «Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів» (№ 0121U111793), що сприяли впровадженню інтелектуальних систем аналізу даних і ранньої діагностики відхилень. Також враховано результати досліджень за темою «Вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту для проєктів будівництва» (№ W4-14-b), спрямованих на оцінювання технічного та енергетичного стану об'єктів. Сукупність отриманих результатів забезпечила розроблення прикладного інструментарію аналізу життєвого циклу будівель. Запропоновані підходи розширюють науково-методичну базу цифрової трансформації галузі. Це визначає їх значущість для розвитку енергоадаптивних будівельних проєктів і практики девелопменту.

3. **Оцінка ступеня обґрунтованості та достовірності результатів дисертаційної роботи.** Визначальним чинником обґрунтованості, логічної цілісності й достовірності результатів дослідження стало раціонально сформоване методологічне підґрунтя роботи, що забезпечило ефективне досягнення поставлених цілей. Комплексний науковий підхід, який поєднав міждисциплінарні, прикладні та кількісні методи, дозволив інтегрувати системний аналіз і систематику для всебічного дослідження процесів організаційно-технологічного забезпечення та цифрового супроводу енергоадаптивних проєктів. Обґрунтованість отриманих результатів підтверджується використанням сучасного інструментарію моделювання, порівняльного аналізу та узагальнення емпіричних даних. Достовірність

висновків забезпечується коректністю вихідних положень, логічною послідовністю викладення матеріалу та належною апробацією результатів. Застосування цифрових підходів до опису та моделювання будівельних процесів підвищує репрезентативність і відтворюваність отриманих результатів. Отримані наукові положення узгоджуються з сучасними теоретичними підходами у сфері організації будівництва та цифровізації галузі. Практична перевірка запропонованих рішень свідчить про їхню адекватність реальним умовам девелоперської діяльності. У сукупності це дає підстави вважати результати дослідження науково обґрунтованими, достовірними та такими, що мають прикладну цінність.

4. Оцінка наукової новизни дисертаційної роботи за окремими складовими та в цілому. До опису характеристик новизни дисертаційної роботи «удосконалено» віднесено наступні результати дослідження:

- архітектонічно-функціональну концепцію організаційно-технологічних моделей будівництва в контексті енергоадаптивних девелоперських проєктів. Запропонована модель забезпечує баланс між темпами зведення об'єктів і їх довгостроковою енергоефективністю. Вона розглядається як координаційна система, що синхронізує проєктування, виготовлення конструкцій, монтаж і експлуатацію. До структури інтегровано BIM-аналітику, цифровий моніторинг і сценарне прогнозування енергоспоживання. Диференціація моделей на централізовані та децентралізовані підвищує адаптивність до регіональних умов і технологічної складності, формуючи основу цифрового контролю життєвого циклу;

- критеріально-оцінювальну систему вибору організаційних рішень у девелоперських проєктах, що забезпечує перехід до багатофакторної моделі аналізу. Вона охоплює економічні, екологічні, соціальні, енергетичні та цифрово-аналітичні параметри. Оцінювання базується на цифровій підтримці рішень із використанням штучного інтелекту, Big Data та сценарного ризик-моделювання. Це підвищує точність прогнозування, зменшує невизначеність і посилює стійкість проєктів у ринкових умовах. У результаті сформовано нову методологію вибору оптимальної організаційної конфігурації будівельного циклу;

- конструктивно-аналітичну основу організаційно-технологічної мережевої моделі будівництва шляхом її трансформації від класичної сіткової схеми до цифрового механізму управління інвестиційно-будівельним циклом. Модель охоплює всі етапи життєвого циклу об'єкта та відображає ресурсну динаміку і змінну енергоефективність. Передбачено формування багатоваріантних сценаріїв для прогнозування та адаптивного регулювання

технологічних рішень. Це забезпечує функціонування моделі як універсального цифрового каркасу організації будівництва, підвищує обґрунтованість рішень, скорочує тривалість циклу та зменшує енергетичні втрати.

В частині результатів дослідження, новизна яких відповідає характеристиці *«одержали подальший розвиток»* виокремлено наступні результати:

- *науково-методичний підхід до класифікації та управління ризиками будівельних та інвестиційних проєктів з урахуванням їх впливу на ефективність реалізації енергоадаптивних об'єктів.* Запропонована система деталізує фінансові, технічні, правові, екологічні, соціальні, організаційні та політичні ризики, а також конкретизує форми їх прояву в умовах сучасних девелоперських проєктів. Це забезпечує можливість інтеграції ризик-орієнтованого планування у цифрову модель управління, підвищуючи точність прогнозування та оперативність прийняття управлінських рішень. Удосконалений підхід дозволяє сформуванню більш комплексну та адаптивну систему реагування на невизначеності в процесі реалізації проєктів;

- *змістовне трактування поняття «цифрове адміністрування життєвого циклу девелоперських енергоадаптивних проєктів»,* яке визначено як ключову категорію управлінської парадигми цифровізації у межах дослідження. У цьому контексті цифрове адміністрування розглядається як системне впровадження інформаційно-аналітичних та цифрових технологій на всіх етапах життєвого циклу проєкту - від планування до контролю реалізації. Такий підхід забезпечує інтеграцію управлінських, технологічних та організаційних процесів, підвищуючи прозорість прийняття рішень і ефективність реалізації девелоперських ініціатив. Крім того, удосконалене трактування формує умови для адаптивного реагування на ризики та невизначеності, сприяє підвищенню енергоефективності рішень і забезпечує цілісне управління проєктом як тимчасовою виробничо-організаційною системою. У результаті запропонований підхід формує методологічну основу розвитку інструментарію організаційно-технологічного забезпечення енергоадаптивних проєктів і поглиблює концептуальні засади цифрової трансформації будівельного девелопменту.

Результати дослідження інтегровано у прикладний аналітико-програмний інструментарій цифрового супроводу будівельних проєктів, що забезпечує їх повну цифрову керованість. Розроблена модель поєднує мережеві структури, алгоритми енергоаудиту та принципи інтегрованого управління, формуючи основу створення цифрових двійників об'єктів. Запропоновано багаторівневу архітектуру (мікро-, мезо-, макрорівні), яка враховує нелінійні взаємодії та забезпечує адаптивне планування й оптимізацію енергетичних потоків. На цій основі створено комплекс прикладних програм для цифрового моделювання

девелоперських проєктів і взаємодії їх стейкхолдерів. Ключовим елементом виступає модуль організаційного цифрового адміністрування, що інтегрує ВІМ і енергоменеджмент та забезпечує сценарне відтворення процесів. Практична апробація підтвердила ефективність рішень, зокрема зниження енергоспоживання, підвищення стабільності систем і розширення можливостей адаптивного управління.

Наведена оцінка інноваційності отриманих результатів дає підстави визначити загальний рівень наукової новизни дисертаційної роботи як високий і такий, що відповідає вимогам до дисертацій ступеня «доктор філософії» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Наукова новизна дослідження полягає у розробленні принципово нового підходу до цифрової організації та підготовки будівництва в межах енергоадаптивних девелоперських проєктів. Це забезпечує перехід від традиційних управлінських моделей до цифрово орієнтованого та енергоефективного формату реалізації інвестиційно-будівельного циклу. У роботі сформовано інноваційний інструментарій цифрово керованого моделювання, який розширює можливості планування, прискорює управлінські рішення та підвищує ефективність процесів. Удосконалено структуру та аналітичну основу організаційно-технологічної моделі, що набула властивостей адаптивного механізму управління ресурсами. Запропоновано сучасну цифрову мережеву модель, яка інтегрує ВІМ-аналітику, автоматизований моніторинг і параметричне планування. У сукупності це формує науково-практичну базу для розвитку конкурентоспроможних і стійких енергоадаптивних будівельних проєктів.

5. Оцінка рівня відповідності змісту і структури роботи вимогам до дисертацій освітнього ступеня доктора філософії. Структура та зміст дисертаційної роботи загалом відповідають встановленим вимогам до наукових кваліфікаційних праць за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Робота має логічно вивірену побудову, що відображає послідовність реалізації поставлених наукових завдань і досягнення мети дослідження. Дисертація складається зі вступу, трьох взаємопов'язаних розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків, а також містить необхідні супровідні елементи.

У *першому розділі* сформовано концептуально-теоретичне підґрунтя дослідження та уточнено категоріальний апарат, що забезпечує належний рівень теоретичного обґрунтування теми. *Другий розділ* присвячено розробленню методичного базису дослідження, який вирізняється комплексністю, обґрунтованістю та використанням сучасних наукових підходів і методів. У *третьому розділі* представлено результати практичної реалізації

запропонованого інструментарію, що підтверджує прикладну спрямованість роботи. Зміст розділів є збалансованим, логічно узгодженим і відображає внутрішню цілісність дослідження. Виклад матеріалу характеризується послідовністю, аргументованістю та відповідністю науковому стилю. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 215 сторінок друкованого тексту, з яких 169 сторінок припадає на основну частину. У роботі представлено 22 таблиці та 45 рисунків, що наочно відображають ключові положення і результати проведеного дослідження. Загалом структура дисертації та наповнення її змістових компонентів відповідають вимогам до робіт рівня доктора філософії і свідчать про завершений характер проведеного дослідження.

6. Оцінка теоретичної цінності результатів дослідження. Дисертація містить суттєво удосконалені наукові положення, які мають істотне значення для галузі знань 19 «Архітектура та будівництво». Теоретична цінність дослідження полягає в тому, що результати забезпечують розвиток концептуально-теоретичного та методичного підґрунтя й прикладних інструментів організації будівництва як наукової підгалузі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», визначають нові підходи до інтегрованого управління життєвим циклом енергоадаптивних проєктів. Створено інноваційний інструментарій організаційно-технічного забезпечення та цифрового супроводу енергоадаптивних девелоперських проєктів, який дозволяє формалізовано планувати, організовувати та контролювати будівельні процеси.

7. Оцінка практичної цінності результатів дослідження та вагомості результатів їх впровадження в практиці підготовки та впровадження проєктів будівництва. Практична цінність дисертаційної роботи СОБОЛЯ Дениса Валерійовича полягає у створенні комплексного прикладного інструментарію супроводу енергоадаптивних проєктів, який забезпечує формалізоване моделювання процесів організації будівництва на всіх етапах життєвого циклу об'єкта та органічно інтегрується з BIM-технологіями, маючи зручний для користувача інтерфейс і орієнтацію на різні рівні управління девелоперських структур. Вагомість отриманих результатів підтверджується їх успішним впровадженням у діяльність провідних будівельних, девелоперських та інвестиційних компаній, зокрема «Інститут місцевого розвитку», «Марстон-ГРУП» і «Альфа-сервіс», де застосовано авторські аналітичні підходи до формування життєвого циклу девелопменту та програмні засоби організаційно-технічного адміністрування проєктів. У процесі практичного використання розроблено систему індикаторів оцінювання функціональної конкурентоспроможності проєктів і їх девелоперського

середовища, що дозволило підвищити якість управлінських рішень. Запровадження запропонованого інструментарію сприяло зростанню ефективності використання ресурсів, удосконаленню координації робіт, посиленню контролю реалізації проєктів, а також інтеграції цифрових технологій у бізнес-процеси підприємств, що загалом підтверджує його високу прикладну значущість і доцільність широкого використання в практиці енергоефективного будівництва.

8. Оцінка рівня належності відображення змісту роботи в наукових публікаціях автора. Рівень апробації результатів дисертаційного дослідження та повнота їх відображення у наукових публікаціях свідчать про належну наукову комунікацію здобувача та відповідність встановленим вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. За результатами дослідження опубліковано 8 наукових праць у фахових виданнях категорії «Б», серед яких 3 виконано одноосібно, що підтверджує самостійність наукових результатів автора, та 5 – у співавторстві. Відповідно до чинних нормативних вимог, з урахуванням кількості співавторів у частині публікацій, здобувачеві зараховано 2,5 умовних публікації, унаслідок чого загальний заліковий обсяг становить 5,5 публікацій у виданнях категорії «Б». Така публікаційна активність переконливо засвідчує достатній рівень представлення основних положень дисертації, їх наукову новизну та практичну значущість. Окремі результати дослідження також були апробовані на профільних науково-практичних конференціях і семінарах, де отримали позитивні відгуки фахової спільноти, що додатково підтверджує їх актуальність і відповідність сучасним запитам у сфері організації будівництва та цивільної інженерії.

9. Оцінка особистого внеску здобувача та додержання в роботі вимог академічної доброчесності. Аналіз дисертаційної роботи підтверджує спроможність автора до самостійного розв'язання складних наукових завдань на високому методологічному рівні. Усі теоретичні положення, наукові результати, обґрунтовані висновки та практичні рекомендації, що представлені у дисертації та виносяться на захист, є результатом особистої наукової праці автора. Ступінь особистого внеску здобувача чітко зафіксований у відповідному переліку опублікованих праць, що супроводжує дисертацію. За результатами перевірки змісту роботи системою «StrikePlagiarism» сукупний рівень запозичень становить 7,44%. Це свідчить, що під час підготовки роботи дотримано принципів академічної доброчесності, відсутні ознаки порушень авторського права, запозичення оформлено належним чином, а результати дослідження коректно підтверджено публікаційною активністю.

10. Зауваження та дискусійні моменти щодо дисертаційної роботи.

У процесі аналізу змісту і структури роботи виникли такі зауваження змістовного і редакційного характеру.

1) Структурна схема на рис. 1.6 є логічно вибудованою та наочно відображає ієрархію ключових компонентів організаційно-технологічної моделі енергоадаптивного проєкту, однак її змістове наповнення могло б бути дещо уточнене. Зокрема, доцільно більш чітко відобразити характер і напрямки інформаційних та управлінських зв'язків між рівнями, що посилює б розуміння механізмів їх взаємодії. У супровідному тексті варто уникнути певної дубльованості описів і забезпечити узгодженість із нумерацією рисунків (згадка рис. 1.5). Також бажаним є більш компактне та структуроване подання функцій кожного рівня з акцентом на їх відмінностях.

2) Таблиця 2.1 «Принципи формування функціонально-цифрової системи управління енергоадаптивними проєктами» (с. 82–83) є змістовною та логічно структурованою, однак її сприйняття могло б бути дещо покращене шляхом узгодження рівня деталізації окремих принципів і уникнення часткової дубльованості формулювань у супровідному тексті. Доцільним виглядає також більш чітке розмежування між окремими принципами, зокрема щодо їх функціональної унікальності. У текстовому супроводі варто стисло узагальнити ключові положення таблиці без надмірного повторення її змісту. Такі уточнення сприятимуть підвищенню компактності викладу та кращій структурній узгодженості матеріалу.

3) Таблиця 2.3 загалом органічно доповнює зміст другого розділу та ілюструє прикладні аспекти використання інтелектуальних технологій в енергоефективній архітектурі. Водночас її зміст міг би бути дещо тісніше узгоджений із методичним фокусом розділу, зокрема через явний зв'язок із елементами функціонально-цифрового супроводу та системою енергоменеджменту. Окремі позиції таблиці мають переважно описовий характер і могли б бути доповнені узагальненням їх ролі у формуванні управлінських рішень. Крім того, доцільним виглядає стислий аналітичний коментар у тексті щодо місця наведених технологій у запропонованому методичному базисі. Такі уточнення сприяли б посиленню логічної інтеграції таблиці із загальним контекстом розділу.

4) Висновки до другого розділу загалом коректно відображають зміст виконаних досліджень і відповідають логіці побудови розділу, демонструючи належний рівень узагальнення отриманих результатів. Водночас доцільним могло б бути дещо чіткіше співвіднесення окремих положень висновків із структурою підрозділів 2.1–2.3 та сформульованими завданнями дослідження.

Зокрема, варто було б лаконічно підсилити акценти щодо складу компонентів методичного базису та аспектів ризик-орієнтованого аналізу. Окремі узагальнення могли б бути подані з більш явною прив'язкою до відповідних елементів плану розділу. Такі уточнення мали б уточнювальний характер і сприяли б підвищенню структурної узгодженості та цілісності викладених висновків.

5) Формули (3.1) та (3.2) вдало відображають сучасні підходи до моделювання енергетичних процесів у цифрових платформах, однак їх доцільно було б дещо чіткіше пов'язати з практичними аспектами підготовки та організації будівництва енергоадаптивних проєктів. Зокрема, варто стисло конкретизувати, яким чином запропоновані залежності можуть бути використані при плануванні робіт, ресурсному забезпеченні та координації будівельних процесів. Окремі позначення могли б бути подані з короткими поясненнями прикладного змісту. Такі уточнення мали б уточнювальний характер і сприяли б кращій інтеграції математичного апарату у прикладну площину дослідження.

6) Представлений на сторінках 175–176 аналіз переваг і недоліків запропонованого науково-аналітичного підходу є загалом інформативним та добре ілюструє результати його практичного застосування, однак окремі аспекти могли б бути висвітлені більш збалансовано. Зокрема, доцільно було б дещо розширити інтерпретацію слабких сторін і ризиків у контексті організації будівельних процесів енергоадаптивних проєктів. Формула (3.25) та її числове розгортання є переконливими, проте варто було б чіткіше пояснити вибір вагових коефіцієнтів і їх прикладне значення для управління навантаженнями. Перспективним напрямом подальшої роботи вбачається поглиблення зв'язку отриманих результатів із практикою планування та координації робіт на будівельному майданчику. Це б суттєво поліпшило успішність організації енергоадаптованого будівництва.

Маю зазначити, що висловлені зауваження не знижують загальної високої оцінки даної дисертаційної роботи та її відповідності встановленим вимогам.

11. Загальний висновок рецензента по дисертаційній роботі. Вважаю, що дисертаційна робота СОБОЛЯ Дениса Валерійовича на тему «Інструментарій організаційно-технічного забезпечення та цифрового супроводу енергоадаптивних проєктів» за своєю актуальністю, науковою новизною, теоретичною опрацьованістю та практичною значущістю є завершеним самостійним науковим дослідженням. У роботі отримано нові науково обґрунтовані результати у сфері організаційно-технічного моделювання та цифрового супроводу енергоадаптивних проєктів будівництва, що мають

важливе значення для розвитку сучасних підходів до підготовки та адміністрування проєктами для вітчизняних умов девелопменту. Структура дисертаційної роботи вирізняється внутрішньою логічною узгодженістю, а її зміст повною мірою відповідає визначеним меті та завданням дослідження. Отримані наукові результати характеризуються належним рівнем новизни, достатньою мірою обґрунтованості та чітко вираженою практичною спрямованістю. За сукупністю кваліфікаційних ознак робота відповідає вимогам «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 12.01.2022 р., а також чинним вимогам Міністерства освіти і науки України щодо оформлення дисертацій. На мою думку, дисертаційна робота СОБОЛЯ Дениса Валерійовича заслуговує позитивної оцінки, а її автор – на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

РЕЦЕНЗЕНТ

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки будівництва
Київського національного університету
будівництва і архітектури



Вікторія ТИТОК

«Підпис доцента Титок В.В. засвідчую»

Вчений секретар Вченої ради
Київського національного університету
будівництва і архітектури



Микола КЛИМЕНКО