

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Соболя Дениса Валерійовича**  
**«ІНСТРУМЕНТАРІЙ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО**  
**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЦИФРОВОГО СУПРОВОДУ**  
**ЕНЕРГОАДАПТИВНИХ ПРОЄКТІВ»,**

подану на здобуття ступеня «доктора філософії»  
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
в галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»

1. *Актуальність теми дисертаційної роботи* зумовлена системною трансформацією будівельної галузі під впливом цифровізації, посилення вимог до енергоефективності та переходу до енергоадаптивних моделей розвитку девелопменту. У сучасних умовах зростає потреба у формуванні комплексного інструментарію, здатного забезпечити узгодження організаційних, технологічних та енергетичних параметрів будівельних проєктів протягом усього їх життєвого циклу. Це визначає необхідність удосконалення теоретико-методичних засад організаційно-технологічного забезпечення та розвитку цифрових підходів до управління складними будівельними системами. Предмет дослідження є особливо значущим, оскільки охоплює моделі, методи та інструменти цифрового опису й організаційно-технологічного моделювання енергоадаптивних проєктів, що забезпечує формалізацію процесів прийняття управлінських рішень у девелопменті. Об'єкт дослідження відображає сучасні процеси організаційно-технологічного забезпечення та цифрового супроводу будівельних проєктів, орієнтованих на енергоадаптивне середовище реалізації, що відповідає ключовим тенденціям цифрової трансформації галузі. Додаткову вагомість темі надає необхідність підвищення енергетичної ефективності, екологічної безпеки та інвестиційної привабливості будівництва в умовах нестабільного економічного середовища. Отже, дослідження є своєчасним, науково обґрунтованим і спрямованим на вирішення актуальних завдань розвитку сучасного будівництва та девелопменту.

2. *Відповідність змісту роботи вимогам освітньо-науковим стандартам наукової спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та науково-дослідним темам, які готувались та впроваджувались в закладі вищої освіти, де підготовлено дисертацію.* Дисертаційне дослідження інтегровано у план науково-дослідних робіт Київського національного університету будівництва і архітектури, зокрема за темами: «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (№ 0115U000860) та «Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів»

(№ 0121U111793). Крім того, результати роботи корелюють із науковим напрямом Академії будівництва України (відділення «Менеджмент та організація будівництва») щодо вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту (№ W4-14-b)», що в сукупності сприяє цифровій трансформації галузі та впровадженню енергоефективних технологій. У цілому результати дисертації логічно інтегруються в систему сучасних наукових досліджень у сфері цифровізації будівництва, енергоменеджменту та організаційно-технологічного розвитку девелоперських проєктів.

Зміст і структура дисертаційної роботи загалом відповідають вимогам до наукових кваліфікаційних праць освітнього ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Робота відзначається логічною, послідовною побудовою, що забезпечує цілісність досягнення мети та виконання поставлених дослідницьких завдань. Дисертація структурно охоплює вступ, три взаємопов'язані розділи, висновки, список використаних джерел і додатки, а також необхідний супровідний матеріал. У першому розділі сформовано теоретичне підґрунтя та уточнено понятійно-категоріальний апарат дослідження, у другому – розроблено методичну базу із застосуванням сучасних наукових підходів, а в третьому – представлено результати практичної реалізації запропонованого інструментарію. Зміст розділів є внутрішньо узгодженим, збалансованим і свідчить про цілісність виконаного наукового дослідження, яке оформлено відповідно до вимог PhD-рівня.

3. *Оцінка ступеня обґрунтованості та достовірності результатів дисертаційної роботи* засвідчує високий рівень методичної опрацьованості дослідження та його належну наукову виваженість. Ключовим чинником забезпечення достовірності виступає чітко сформоване методологічне підґрунтя, яке дозволило досягти поставлених дослідницьких цілей у повному обсязі. Застосований комплексний підхід, що інтегрує системні, процесні та цифрово-орієнтовані методи, забезпечив цілісність, глибину та багатовимірність наукового аналізу. Обґрунтованість отриманих результатів підтверджується використанням сучасного інструментарію моделювання, економіко-математичних та імітаційних методів дослідження. Достовірність сформульованих наукових положень забезпечується логічною послідовністю викладення матеріалу, коректністю вихідних передумов та практичною апробацією результатів. Додатковим аргументом на користь обґрунтованості виступає наукова гіпотеза, що полягає у припущенні: інтеграція цифрових технологій, організаційно-технологічного моделювання та енергоменеджменту в єдину систему управління енергоадаптивними проєктами забезпечує підвищення ефективності, керованості та ресурсної збалансованості будівельних процесів. Узагальнення дає підстави

стверджувати, що методологічна база дослідження є комплексною, науково виваженою та повністю відповідає сучасним вимогам до досліджень у сфері цифрового будівельного девелопменту.

4. *Висновок про компоненти наукової новизни дисертації.* Найважливіші компоненти наукової новизни виокремлено за рубриками «удосконалено» та «набуло подальшого розвитку»

*Удосконалено в даній дисертації:*

- *аналітичний підхід до оцінювання енергоадаптивних девелоперських проєктів шляхом інтеграції економічних, екологічних, соціальних, енергетичних та цифрово-аналітичних показників у єдину багатовимірну систему.* Це дозволяє здійснювати комплексне прогнозування результативності проєктів та підвищує обґрунтованість управлінських рішень. Запроваджений підхід забезпечує перехід до системного аналізу ефективності будівництва в умовах цифровізації;

- *інструментарій цифрового супроводу будівельних проєктів на основі інтеграції BIM-технологій, енергоменеджменту та аналітичних платформ.* Сформовано цифрово-керовану модель нового покоління, яка дозволяє здійснювати параметричне планування та сценарне моделювання будівельних процесів. Це забезпечує підвищення точності управління та оперативності прийняття рішень у девелопменті;

- *мережеву організаційно-технологічну модель управління будівельними проєктами шляхом її трансформації у цифровий механізм супроводу інвестиційно-будівельного циклу.* Модель забезпечує інтеграцію планування, реалізації та експлуатації об'єктів із можливістю сценарного прогнозування. Її застосування підвищує адаптивність системи до змін зовнішнього середовища та ресурсних обмежень.

*В дисертації «набуло подальшого розвитку»:*

- *концептуальне трактування енергоадаптивних проєктів як інтегрованої системи,* що поєднує екологічні, технологічні та управлінські інновації. Уточнено їх роль як стратегічного напрямку розвитку будівельної галузі в умовах цифрової трансформації та сталого розвитку. Це дозволило сформулювати нове бачення енергоефективного девелопменту як комплексного процесу;

- *науково-методичні засади формування системи оцінювання ефективності будівельних проєктів* через застосування КРІ-орієнтованого підходу. Запропоновано структуру показників за енергетичними, економічними, технічними та екологічними критеріями. Це забезпечує багаторівневу діагностику ефективності та підтримку стратегічного управління проєктами;

- *концептуально-методичні положення цифрової організації життєвого циклу будівельних об'єктів* шляхом поєднання цифрових

технологій, енергоменеджменту та організаційно-технологічного моделювання. Удосконалено підхід до формування когнітивних цифрових систем, здатних до прогнозування та адаптації поведінки будівельних процесів. Це створює основу для розвитку інтелектуальних систем управління будівництвом нового покоління.

5. *Висновок стосовно наукової новизни дисертації в цілому.* Наукова новизна дисертаційної роботи має комплексний, системно інтегрований характер і відзначається високим рівнем концептуальної та прикладної значущості. Автором обґрунтовано актуальність дослідження в умовах трансформації будівельної галузі та післявоєнного відновлення, що потребує поєднання енергоефективності та цифровізації. Важливим здобутком є визначення енергоадаптивних проєктів як ключового інструменту сталого розвитку, здатного інтегрувати екологічні, економічні та соціальні аспекти. Науково новим є підхід до формування комплексного інструментарію організаційно-технологічного забезпечення та цифрового супроводу, який поєднує управлінські, технологічні й аналітичні компоненти. Значущим результатом виступає розроблення концепції цифрової енергоадаптивної моделі будівництва, що забезпечує синхронізацію процесів і підвищення точності управління. У роботі дістали подальшого розвитку теоретичні засади інтеграції BIM-технологій, енергоменеджменту та аналітики даних у єдине цифрове середовище. Новизна також проявляється у формалізації системи KPI та розширенні критеріїв оцінювання ефективності проєктів. Наукову цінність підсилює створення цифрово-керованого інструментарію та програмних модулів, що забезпечують повний цикл управління проєктом. Обґрунтовано запропоновано багаторівневу адаптивну модель із урахуванням нелінійних взаємодій і поведінкових факторів. Отримані результати підтверджені аналітично та експериментально, що свідчить про їх достовірність і прикладну придатність. У цілому наукова новизна дослідження відповідає сучасним тенденціям розвитку цифрового будівництва та енергоменеджменту. Робота формує підґрунтя для подальшого розвитку теорії і практики енергоадаптивного девелопменту.

6. *Оцінка наукового доробку на відповідність вимогам академічної доброчесності.* Оцінка дисертації засвідчує високий рівень самостійності здобувача у виконанні дослідження. Усі наукові положення, результати, висновки та рекомендації є особистим доробком автора й належно відображені у публікаціях. Ступінь внеску чітко ідентифіковано та документально підтверджено. Перевірка експертною системою «СтрайкПлагіаризм» показала низький рівень запозичень (7,44%). Це свідчить про дотримання принципів академічної доброчесності та коректність використання джерел.

*7. Оцінка теоретичної і практичної цінності результатів дисертації.*  
*Теоретична значущість* результатів дисертації полягає у поглибленні концептуальних і методичних засад організації будівництва як наукової підгалузі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Отримані результати формують цілісне наукове бачення інтегрованого управління життєвим циклом енергоадаптивних проєктів. У роботі розширено понятійно-категоріальний апарат і обґрунтовано нові підходи до поєднання організаційно-технологічних та цифрових компонентів. Запропоновані положення відзначаються логічною завершеністю та відповідністю сучасним науковим тенденціям. Це свідчить про належний рівень теоретичної підготовки та відповідність кваліфікаційним вимогам.

*Практична цінність* дослідження підтверджується розробленням інноваційного інструментарію організаційно-технологічного забезпечення та цифрового супроводу девелоперських проєктів. Запропоновані рішення дозволяють формалізувати процеси планування, організації та контролю будівництва. Інструментарій орієнтований на підвищення ефективності управління, ресурсної збалансованості та енергоефективності об'єктів. Його прикладна спрямованість забезпечує можливість впровадження в реальну практику будівельного девелопменту. У сукупності це підтверджує відповідність отриманих результатів вимогам до дисертацій рівня доктора філософії.

*8. Повнота висвітлення основних результатів дисертації у наукових публікаціях.* Основні результати дисертаційного дослідження достатньо мірою відображені у 8 наукових публікаціях, що оприлюднені у провідних фахових виданнях категорії «Б» України. Особливу увагу слід звернути на те, що три праці підготовлені здобувачем одноосібно, що підтверджує високий рівень самостійності та сформованість наукової позиції автора. Апробацію інновацій дисертанта здійснено на 5 науково-практичних конференціях, з яких 3 міжнародні.

*9. Зауваження по дисертації та рекомендації щодо подальшого поліпшення змісту дослідження.*

1. Параграф 1.1 загалом характеризується змістовністю та широким охопленням проблематики, однак місцями спостерігається певна повторюваність окремих положень (зокрема щодо ролі ВДЕ, ВЕМС і цифрових технологій), що дещо знижує концентрованість наукового викладу в межах спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Доцільним видається більш чітке структурування авторських наукових результатів із відокремленням їх від оглядових і нормативних аспектів. Окремі дефініції, зокрема поняття «енергоадаптація будівельного проєкту», варто подати у більш формалізованому вигляді з урахуванням організаційно-технологічної специфіки будівництва. Водночас посилення зв'язку між концептуальними

положеннями та практичними інструментами їх реалізації сприятиме підвищенню прикладної цінності дослідження.

2. Таблиця 1.4 (стор. 52) загалом вдало узагальнює еволюцію наукових підходів до трактування енергоадаптивних моделей, однак її зміст потребує певного уточнення. Зокрема, доцільно забезпечити більшу узгодженість між текстовим описом і табличними формулюваннями, оскільки окремі характеристики моделей подані дещо узагальнено. Крім того, варто розширити перелік критеріїв порівняння, включивши організаційно-технологічні аспекти реалізації проєктів відповідно до специфіки спеціальності 192.

3. Рисунок 1.8 загалом наочно відображає логіку цифрового моніторингу енергоадаптивного об'єкта, однак потребує певного редакційного уточнення. Зокрема, доцільно узгодити термінологію, використану на рисунку (SCADA, BMS, IoT), із текстовим описом до та після нього, де згадуються також KPI, хмарні платформи та API-інтеграції, що не повною мірою відображені графічно. Крім того, варто деталізувати інформаційні потоки та зворотні зв'язки між рівнями системи, що підвищить аналітичну цінність і відповідність вимогам спеціальності 192. Також бажано уточнити підписи елементів рисунка для уникнення надмірної узагальненості та покращення його інтерпретації в контексті організації експлуатаційної фази будівництва.

4. Формула (2.6) на стор. 103 є методично обґрунтованою, однак її подання доцільно уточнити з позицій спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Зокрема, варто чіткіше конкретизувати зміст коефіцієнтів  $\beta_{ab}(t)$  та елементів  $N_{ab}(t)$  з урахуванням організаційно-технологічних параметрів будівельного процесу та ролей учасників проєкту. Крім того, доцільно деталізувати практичну інтерпретацію показника  $\delta(t)$  у системі управління реалізацією будівельних проєктів.

5. Формула (2.11) є змістовною з позицій інтеграції управлінських процесів, однак потребує певної конкретизації в контексті спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Зокрема, доцільно чіткіше обґрунтувати методику визначення параметрів  $\sigma_i(t)$  та  $\delta_i$  з урахуванням організаційно-технологічних особливостей будівельних проєктів. Крім того, варто уточнити практичний зв'язок показника  $G(t)$  з ефективністю реалізації будівництва та експлуатації об'єктів. Це сприятиме підвищенню прикладної цінності моделі.

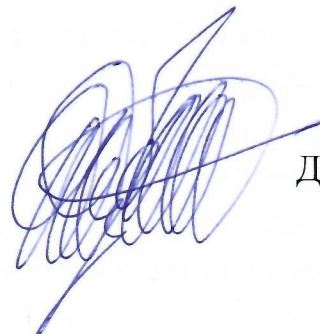
6. У параграфі 3.3 достатньо детально представлено функціональні можливості та результати застосування програмного комплексу, однак алгоритм адаптації розробленого інструментарію до специфіки процесів організації енергоадаптивних проєктів висвітлено недостатньо повно. Зокрема, відсутня чітка формалізація етапів адаптації до умов

девелоперського середовища та варіативності проєктних сценаріїв. Доцільно також конкретизувати механізми налаштування алгоритму з урахуванням організаційно-технологічних особливостей будівництва. Це дозволить підвищити прикладну спрямованість і відтворюваність запропонованих рішень.

*10. Загальний висновок.* Дисертаційна робота Соболя Д.В. є актуальним, цілісним і самостійно виконаним науковим дослідженням із вагомими результатами. Отримані положення відзначаються належним рівнем наукової новизни, теоретичної обґрунтованості та практичної значущості для розвитку управління будівельними проєктами. Логіка побудови роботи є послідовною, а її зміст повністю відповідає поставленій меті й завданням дослідження. Дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р., а також наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації». Оформлення, структура та зміст роботи узгоджуються з чинними нормативними стандартами. З урахуванням наведеного, дисертація заслуговує позитивної оцінки, а її автор – присудження ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

## **РЕЦЕНЗЕНТ**

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



Денис ДУБІНІН