

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії **Денис СОБОЛЬ**, 1980 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2003 році Київський національний університет будівництва і архітектури за спеціальністю Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання, виконав акредитовану освітньо-наукову програму 192«Будівництво та цивільна інженерія».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Київського національного університету будівництва і архітектури Міністерства освіти та науки України, м. Київ від «03» квітня 2026 року № 54/52-14/90/26, у складі:

Голови разової – **Вадима ПОКОЛЕНКО**, доктора технічних наук, професора, спеціалізованої професора кафедри менеджменту в будівництві Київського вченої ради національного університету будівництва і архітектури

Рецензентів – **Вікторії ТИТОК**, кандидата економічних наук, доцента, доцента кафедри економіки будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури
– **Дениса ДУБІНІНА**, кандидата економічних наук, доцента кафедри економіки будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури

Офіційних опонентів – **Василя ДОНЕНКА**, доктора технічних наук, професора, професор кафедри будівництва, урбаністики та промислового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля

– **Ірини АРУТІОНЯН**, доктора технічних наук, професора, завідувачки кафедри промислового та цивільного будівництва Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.П. Потєбні Запорізького національного університету

на засіданні «05» червня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» **Денису СОБОЛЮ** на підставі публічного захисту дисертації «Інструментарій організаційно-технічного забезпечення та цифрового супроводу енергоадаптованих проєктів» за спеціальністю 192«Будівництво та цивільна інженерія»

Дисертацію виконано в Київському національному університеті архітектури і будівництва Міністерства освіти та науки України, м. Київ.

Науковий керівник: **Дмитро ПРИХОДЬКО**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва і архітектури.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису. Дисертація є актуальною і завершеною кваліфікаційною науковою працею, виконаною особисто автором. Запропонований інструментарій забезпечує інтеграцію цифрових технологій, енергоменеджменту та організаційно-технічних

рішень у єдиному середовищі управління будівництвом. Результати дослідження формують сучасну науково-методичну основу для підвищення енергоефективності, цифрової керованості та сталого розвитку будівельного девелопменту.

Результати дисертаційної роботи створюють науково-прикладне підґрунтя для організаційно-технічного забезпечення енергоадаптованих проєктів. Удосконалена організаційно-технологічна модель будівництва, побудована на BIM-аналітиці, цифровому моделюванні та інтегрованому управлінні, забезпечує ефективну координацію процесів проєктування, будівництва й експлуатації об'єктів. Запропонований критеріально-оцінювальний апарат дозволяє підвищити обґрунтованість управлінських рішень, конкурентоспроможність проєктів та ефективність використання ресурсів.

Запропоновані у дисертації методи цифрово-керованого моделювання дозволяють формувати цифрові двійники об'єктів, прогнозувати сценарії реалізації проєктів та забезпечувати адаптивне управління ресурсами. Розроблений програмний комплекс забезпечує цифрове профілювання девелоперського середовища, координацію взаємодії стейкхолдерів і моніторинг конкурентоспроможності енергоадаптованих проєктів. Практичне впровадження результатів дослідження сприяє підвищенню ефективності управління будівельними процесами та інтеграції цифрових рішень у сучасний будівельний девелопмент.

Дисертація написана державною мовою та відповідає вимогам пункту 6 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 від 12 січня 2022 року №44 (зі змінами).

Здобувач має 13 наукових публікацій за темою дисертації, з них: 8 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 5 тез наукових доповідей в збірниках матеріалів міжнародних конференцій:

Статті у наукових фахових виданнях України, які індексуються в міжнародних наукометричних базах

1. Соболев Д.В. Цифрові інструменти моніторингу, моделювання та супроводу життєвого циклу енергоадаптивних будівельних рішень. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2025. № 56(2). С. 14–27. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(2\).14-27](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).14-27) URL: <https://ways.knuba.edu.ua/article/view/348040/334962>

2. Чуприна Ю., Соболев Д., Сібіковський О., Педько Ю. Систематизація базових дефініцій стосовно формування концептуально-теоретичного базису інформаційного забезпечення процесів організації будівництва. *Будівельне виробництво*. 2025. № 78. С. 39–50. DOI: <https://doi.org/10.36750/2524-2555.78.39-50> URL: <https://ndibv-building.com.ua/index.php/Building/article/view/521/253> (Особистий внесок здобувача полягає у систематизації та формалізації дефініцій і концептуальних положень інформаційного забезпечення організації будівництва з урахуванням цифровізації та автоматизації управлінських процесів)

3. Соболев Д.В. Архітектура технічних рішень для проєктів із підвищеними вимогами до енергоефективності. *Управління розвитком складних систем*. 2025.

№ 64. С. 206–216. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.64.206-216> URL: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-64/206-216.pdf>

4. Козак А.А., Соболев Д.В., Молодько О.В., Боштан А.В. Еволюція підходів до оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проєктів. *Просторовий розвиток*. 2025. № 13. С. 308–323. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.13.308-323> URL: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2025/SD2513.pdf> (Особистий внесок здобувача полягає в удосконаленні науково-методичного підходу оцінювання функціональної ефективності будівельно-інвестиційних проєктів із урахуванням ризиків, цифрової трансформації та стратегічного управління).

5. Соболев Д.В. Організаційно-технічні моделі реалізації проєктів з підвищеною енергетичною адаптивністю в умовах індустріалізації будівництва. *Просторовий розвиток*. 2025. № 15. С. 482–492. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.15.482-492> URL: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2025/SD2515.pdf>

6. Сібіковський О., Сокуров А., Коваленко В., Соболев Д. Інноваційний принцип трансформацій суб'єктів інвестування та будівництва через сучасні методи реінжинірингу. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2025. № 55(1). С. 148–166. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55\(1\).148-166](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(1).148-166) URL: <https://ways.knuba.edu.ua/article/view/326942/316774> (Особистий внесок здобувача полягає у розвитку підходів до реінжинірингу процесів у будівництві та інвестуванні через інтеграцію BIM, цифрових технологій і методів стратегічного управління).

7. Тугай О., Горбач М., Малихін М., Соболев Д., Дегтярьова І. Оцінка ефективності удосконалених інструментів проведення організаційної підготовки зосередженого будівництва. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2022. № 50(1). С. 93–100. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50\(1\).93-100](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50(1).93-100) URL: <https://ways.knuba.edu.ua/article/view/269170/264660> (Особистий внесок здобувача полягає у удосконаленні інструментів організаційної підготовки будівництва на основі інформаційного та геоінформаційного моделювання для підвищення ефективності процесів).

8. Козак А., Соболев Д., Данілов С., Оксенчук Р., Шаршун Ф. Концептуалізація енергоадаптивних будівельних проєктів у контексті сталого розвитку, регуляторного поля та цифрової трансформації. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2022. № 49(2). С. 305–319. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.49\(2\).305-319](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.49(2).305-319) URL: <https://ways.knuba.edu.ua/article/view/342154/330046> (Особистий внесок здобувача полягає у концептуалізації енергоадаптивних будівельних проєктів із урахуванням принципів сталого розвитку, цифрової трансформації, BIM та енергозбереження).

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:
тези доповідей на конференціях*

9. Соболев Д.В. Розгортання управлінських структур та ролей у впровадженні енергоадаптивних будівельних програм. *Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України: матеріали круглого столу*. Київ: КНУБА, 2023. С. 25. URL: <https://lnk.ua/FL4IPeGIId>

10. Соболев Д.В. Інтеграція будівельних процесів із системами контролю та автоматизації енергоспоживання. *Енергоощадні машини і технології: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: КНУБА, 2024. С. 44. URL: <https://lnk.ua/wmbp18Yos>

11. Соболев Д.В., Поліщук О.В. Цифрові технології та інструменти моніторингу в управлінні енергоадаптивними проєктами у ущільненій забудові. *Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: КНУБА, 2025. С. 857–860. URL: https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/01/Konference-program-KNUCA-4-5_11_2025.pdf

12. Соболев Д.В. Організаційно-технологічне та цифрове забезпечення інструментального моніторингу енергоадаптивних будівельних проєктів. *Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України: матеріали VIII Міжнар. конф.* Київ: Ліра-К, 2025. С. 742–744 URL: <https://repository.knuba.edu.ua/items/d0b87d1f-fb32-4375-8961-42e490aeda9b>

13. Соболев Д.В., Коломієць В.В. Цифровий та організаційно-технічний інструментарій оптимізації енергоадаптивних будівельних проєктів. *Архітектура, будівництво, дизайн: виробництво, інформатизація, менеджмент: матеріали Міжнар. наук.-техн. форуму.* Київ: Ліра-К, 2025. С. 526–527. URL: <https://drive.google.com/file/d/1h5Zrq3IXNGrt06JuGw2-5oeijf26i8SX/view>

Повнота викладення основних наукових результатів, висновків, рекомендацій та положень дисертаційного дослідження відповідає вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт на здобуття ступеня доктора філософії.

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти) та висловили зауваження:

Голова ради – доктор технічних наук, професор ПОКОЛЕНКО Вадим Олегович, професор кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва і архітектури, без зауважень.

Рецензент – кандидат економічних наук, доцент ТИТОК Вікторія Вікторівна, доцент кафедри економіки будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури, надала позитивний відгук із зауваженнями:

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 (згадак рис. 1.5). Також бажаним є більш компактне та структуроване подання функцій кожного рівня з акцентом на їх відмінностях. Разом з тим наведені зауваження мають уточнювальний характер і не знижують загальної якості представленого матеріалу.

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 чітко 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 явніший 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. В подальших дослідженнях автору слід порекомендувати деталізувати зв'язок отриманих результатів із практикою планування та координації робіт на будівельному

майданчику. Це б суттєво поліпшило успішність організації енергоадаптованого будівництва.

Рецензент – кандидат технічних наук, ДУБІНІН Денис Владиславович, доцент кафедри економіки будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) Параграф 1.1 загалом характеризується змістовністю та широким охопленням проблематики, однак місцями спостерігається певна повторюваність окремих положень (зокрема щодо ролі ВДЕ, ВEMS 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 проекту», 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 проектів 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 проекту. Крім того, доцільно деталізувати практичну інтерпретацію показника $\delta(t)$ у системі управління реалізацією будівельних проектів.

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 δ_i з урахуванням організаційно-технологічних особливостей будівельних проектів. Крім того, варто уточнити практичний зв'язок

показника $G(t)$ з ефективністю реалізації будівництва та експлуатації об'єктів. Це сприятиме підвищенню прикладної цінності моделі.

б) У параграфі 3.3 достатньо детально представлено функціональні можливості та результати застосування програмного комплексу, однак алгоритм адаптації розроблено 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.

Офіційний опонент – доктор технічних наук, професор ДОНЕНКО Василь Іванович, професор кафедри будівництва, урбаністики та промислового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Зауваження щодо рисунка 1.7 і таблиці 1.6 (підрозділ 1.2, с. 58-60). Структурна схема трансформованої організаційної моделі та узагальнення «Ключові структурні підрозділи трансформованої організаційної моделі для енергоадаптивних проєктів» у цілому відображають запропоновану модель, проте мають слабкі місця. У пояснювальному тексті автор згадує про «горизонтальні лінії управління» між планово-аналітичними, виробничими та сервісними одиницями, проте на рис. 1.7 ці зв'язки не унаочнено: відсутні позначення типу зв'язку (адміністративний, інформаційний, координаційний), що ускладнює відрізнєння схеми від класичної функціональної організації. У табл. 1.6 функціональні завдання «ВІМ-групи», «Центру цифрового моделювання» та «Аналітико-прогнозного центру» частково перетинаються (формування інформаційних моделей, агрегування даних з сенсорних мереж, моделювання навантажень), що створює передумови для подальшого більш точного розмежування зон відповідальності в контексті матричної структури ІРД-середовища. Запропонованій моделі бракує також кількісної характеристики ефективності трансформованої структури (час реакції на зміни, питома кількість координаційних інтерфейсів), що зменшує її аналітичну верифікованість.

2. Зауваження редакційно-концептуального характеру стосовно висновків до розділу 1 (с. 77-80). У наведених у дисертації дев'яти пунктах висновків до першого розділу доцільним було б більш чітко відобразити оновлення та уточнення ключових дефініцій дослідження, насамперед поняття «організація енергоадаптивних проєктів будівництва на цифровій основі», яке формує концептуальний стрижень роботи. У пунктах 3, 4, 5 розглядаються ознаки і функції «цифрової енергоадаптивної організаційно-технологічної моделі», проте без формалізованого визначення цієї категорії у вигляді стислої дефініційної конструкції з родо-видовими ознаками, що зменшує повноту узагальнення теоретичних результатів. Доцільно також зафіксувати у висновках явну відмінність авторської дефініції «цифрового адміністрування циклом девелопменту в енергоадаптивних будівельних проєктах» від суміжних понять у роботах попередників.

3. Зауваження методико-аналітичного характеру щодо формули (2.4) (підрозділ 2.1, с. 96-97). У тексті параграфа подано формулу для визначення

потенціалу BIPV у площинних системах: $A_{\text{доб}} = D \times V_1 \times \delta \times P_N$. У розкритті змінних автор зазначає, що V_1 є «горизонтальною глобальною сонячною радіацією на m^2 », тоді як для систем BIPV, інтегрованих у фасади та вертикальні елементи, ключовим параметром є радіація на похилу або вертикальну поверхню з урахуванням азимуту і кута нахилу, що автор фактично обговорює нижче по тексту. Виникає внутрішня суперечність між заявленим у формулі параметром (горизонтальна радіація) та її інтерпретацією у наступному абзаці (потенціал BIPV з урахуванням орієнтації, кута нахилу). У формулі також не зазначено одиниць виміру для всіх змінних та для результату $A_{\text{доб}}$, та відсутній множник часового усереднення, що є методичною прогалиною при переході від миттєвої радіації до добового вироблення. Доцільним є чіткіше розмежування фізичного змісту параметрів і коректне використання одиниць виміру.

4. Зауваження уточнювально-аналітичного характеру щодо таблиці 2.5 (підрозділ 2.2, с. 112). Таблиця 2.5 «Елементи інтеграції енергоадаптивного управління в корпоративну структуру девелопера» потребує більш чіткого узгодження запропонованих компонентів організаційної архітектури з виробничо-технологічними особливостями реалізації енергоадаптивних проєктів. Для кожної з семи позицій (від «Керівника енергоадаптивного напрямку» до «Мікросервісної рольової логіки») варто глибше пов'язати визначені ролі та цифрові середовища їх функціонування з реальними процесами девелопменту, включаючи етапи проєктування, будівництва, експлуатації та енергетичного моніторингу. Окрема позиція «Мікросервісна рольова логіка» з цифровим середовищем «Event-driven architecture, Cloud DevOps» потребує додаткового пояснення механізму її імплементації в типовій українській девелоперській компанії з обмеженим ІТ-бюджетом, оскільки автор не наводить прикладу такої міграції на українському об'єкті.

5. Зауваження щодо формули (2.20) як інтегрального відображення стану енергоадаптивного проєкту (підрозділ 2.3, с. 137- 138). Здобувач формалізує енергоадаптивний будівельний проєкт у вигляді інтегральної функції стану $FEA(t) = \int_0^t \Phi(A(t), E(t), U(t), D(t), R(t)) dt$. Запропонована формула має методологічну цінність як концептуальна узагальнююча конструкція, проте у наявному вигляді залишає відкритими низку питань. Функція взаємодії компонентів Φ не задана аналітично: не зазначено, є вона лінійною комбінацією, мультиплікативним добутком, нелінійною суперпозицією чи композицією окремих факторів. Не визначено вимірність $FEA(t)$ і одиниці виміру самих компонентів, що робить неможливим коректне інтегрування за часом за фізичним сенсом. Не пояснено, яким чином узгоджуються масштаби різнорідних компонентів (архітектурні параметри і ризики є якісно різними і вимагають нормалізації). Доцільним є уточнення інтерпретаційної прив'язки змінних $A(t)$, $E(t)$, $U(t)$, $D(t)$, $R(t)$ до конкретних показників моніторингу та управлінських рішень, наведених у третьому розділі, що дозволило б операціоналізувати модель у системі оцінювання стану енергоадаптивних проєктів.

6. Зауваження рекомендаційно-аналітичного характеру щодо формул (3.7), (3.8) і таблиці 3.2 (підрозділ 3.1, с. 148-149). Запропоновані характеристики цифрової платформи (ентропійна надлишковість $H_{red}(t)$, емерджентна поведінка $E(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \{1/n\} \sum \phi_k(t)$, узагальнення в табл. 3.2 «Систематизація нових факторів цифрової платформи») є методологічно сміливою спробою інтегрувати

когнітивно-системні поняття в апарат організаційно-технологічного моделювання. Втім, формула (3.8) у наявній редакції є границею середнього арифметичного траскторій еволюції системи, що математично відповідає очікуваній (асимптотичній) поведінці, а не «емерджентності» у строгому сенсі (поява системних властивостей, не зведених до окремих компонентів). Зв'язок між математичним формалізмом і функціональним змістом «емерджентної поведінки», як він описаний у табл. 3.2, потребує додаткового обґрунтування. Доцільно у подальших дослідженнях дати розгорнуте розкриття змісту запропонованих факторів (структурної ієрархії, нелінійних крос-взаємодій, інформаційної надлишковості та емерджентної поведінки) із позиції їхнього впливу на технічну та організаційну функціональність реалізації будівельного проєкту, його енергетичні характеристики, кошторисну вартість і витрати девелоперської діяльності.

7. Зауваження щодо структури загальних висновків дисертації (с. 188-191). Загальні висновки побудовано як перелік 11 пунктів, що системно фіксують отримані результати у відповідності до завдань дослідження. Водночас у тексті висновків відсутній підсумковий блок, присвячений перспективним напрямкам подальшого вдосконалення запропонованих у дисертації підходів і моделей. Зокрема, не зафіксовано перспективи у трьох очевидних з матеріалу дисертації напрямках: (а) розвиток інтерпретаційного апарату формули (2.20) та її практична параметризація; (б) масштабування моделі та програмного комплексу на типові класи українських девелоперських проєктів (житлове, громадське, реконструкційно-відновне будівництво); (в) інтеграція розробленого інструментарію з нормативною базою з енергоефективності будівель в умовах поствоєнного відновлення. Включення такого блоку дозволило б повніше відобразити науково-прикладну завершеність роботи.

Офіційний опонент – доктор технічних наук, професор АРУТЮНЯН Ірина Андріївна, завідувачка кафедри промислового та цивільного будівництва Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.П. Потебні Запорізького національного університету, надала позитивний відгук із зауваженнями:

1) Зауваження щодо тексту параграфу 1.1. на стор. 40-43 та поданих рисунків 1.2 та 1.3. У поданому фрагменті автор ґрунтовно розкриває склад та функціональне призначення елементів цифрово-керованої енергоадаптивної організації будівництва, однак виклад має переважно описовий характер і недостатньо відображає їх вплив на розвиток ключової категорії дослідження. Зокрема, доцільно було б більш детально обґрунтувати, яким чином складові єдиного цифрового контуру адміністрування (BIM, IoT, аналітичні системи, DSS та відповідні підсистеми) трансформують зміст і сутність поняття «організація девелоперського циклу в енергоадаптивних проєктах». Потребує уточнення, як саме інтеграція інформаційної, енергетичної та технологічної підсистем впливає на зміну принципів, етапності та механізмів управління девелоперським циклом, а також які нові властивості (адаптивність, цифрова керованість, інтегрованість) набуває ця категорія в умовах цифровізації. Така деталізація дозволила б посилити теоретико-методичну цінність дослідження та чіткіше пов'язати запропоновану модель із авторським трактуванням базових понять.

2. До таблиці 1.4 (розд.1, стор.52) було б доцільно додати і стисле авторське трактування категорії «Трактування моделей реалізації енергоадаптивних

проектів у науковій думці» в контексті дослідження.

3. В тексті другого розділу, присвяченому формалізації процесів предиктивного управління (с. 91–92), автор наводить базові математичні залежності (формули 2.2 та 2.3), що відображають динаміку стану системи та цільову функцію оптимізації, однак їх виклад потребує подальшої деталізації та поглиблення в контексті загальної стратегії дослідження. Зокрема, доцільно було б чіткіше обґрунтувати зв'язок цих моделей із авторською концепцією впровадження циклу енергоадаптивних девелоперських проектів, оскільки наразі вони подані переважно як узагальнені інженерно-математичні інструменти без достатньої адаптації до специфіки девелоперського управління. Потребує уточнення організаційний зміст параметрів моделі, інтерпретація вагових коефіцієнтів у контексті прийняття управлінських рішень, а також механізми інтеграції цих залежностей у структуру життєвого циклу проекту. Це полегшило б розуміння подальшої математичної формалізації у п.2.2. та 2.3. і сприяло б посиленню методичної узгодженості всіх компонент роботи.

4. Подані у роботі формули (2.9) та (2.10) і їх супровідний опис загалом демонструють прагнення автора до формалізації процесів підготовки та організації енергоадаптивних девелоперських проектів, однак потребують певного уточнення та узгодження з сучасними підходами до організаційного структурування управління. Варто відзначити, що запропоновані залежності недостатньо чітко співвідносяться з відомими моделями функціональної, проектно-командної та матричної організації управління, які широкозастосовуються в практиці адміністрування девелоперських проектів. Не до кінця розкрито, яким чином параметри формули (2.9), зокрема вагові коефіцієнти та сценарні впливи, корелюють із розподілом відповідальності між функціональними підрозділами або проектними командами, а також як агрегований показник $\Xi(t)$ може бути інтерпретований у межах різних типів організаційних структур. Аналогічно, формула (2.10), що описує функціональне навантаження ролей у цифровому середовищі, виглядає концептуально змістовною, проте потребує більш чіткого пояснення її прикладної інтерпретації в умовах матричної взаємодії, де ролі одночасно підпорядковуються як функціональним, так і проектним контурам управління. Доцільним було б додатково деталізувати, яким чином наведені моделі можуть бути адаптовані для відображення реальних механізмів координації, делегування повноважень та розподілу ресурсів у різних типах організаційних структур. Така конкретизація дозволила б підвищити прикладну значущість наведених формул і забезпечити їх більш тісний зв'язок із сучасною теорією та практикою управління девелоперськими проектами.

5. Відзначаючи змістовність і належний рівень візуалізації науково-прикладних положень, представлених на рис. 2.9, (стор.115) доцільно водночас зауважити, що текстовий супровід до рисунка міг би бути більш деталізованим у частині інтерпретації місця та ролі відображених модернізованих компонентів у структурі традиційних підсистем адміністрування девелоперських проектів у будівництві. Зокрема, потребує додаткового пояснення, яким чином інтегровані елементи енергоменеджменту та цифрового простору мультипроектного девелопера корелюють із класичними функціональними підсистемами адміністрування девелоперським проектом (планування і контроль; виробництво;

підготовка та логістика; адміністрування, координація та комунікації), а також як вони трансформують усталені підходи до розподілу управлінських повноважень і відповідальності.

6. У наведеному фрагменті, стор.144-145, тексти з формулами (3.3) та (3.4) автор демонструє прагнення до формалізації впливу контекстуальних та інформаційних факторів на функціонування цифрових платформ енергоадаптивних проєктів, що безумовно є сильною стороною. Але було б доцільно розширити інтерпретацію цих залежностей через характеристику впливу окремих ризикових факторів (технологічних, організаційних, ринкових, інформаційних) на ключові локальні параметри девелоперського процесу, такі як загальна трудомісткість, тривалість підготовчої та будівельної фаз проєктного циклу, а також сукупні витрати девелопменту. Наразі зв'язок між математичними моделями та зазначеними прикладними характеристиками простежується опосередковано, що дещо ускладнює їх практичну інтерпретацію. Додаткова деталізація в цьому напрямі дозволила б підвищити прикладну значущість моделей, забезпечити їх кращу інтеграцію з інструментами управління девелоперськими проєктами та чіткіше обґрунтувати роль запропонованих залежностей у системі прийняття управлінських рішень.

7. Було б цікаво на завершальних сторінках третього розділу дисертації побачити, як впровадження результатів дисертанта вплинуло на ключові енергетичні характеристики девелоперських проєктів, що впроваджувалися за участю розробок автора.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» немає членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує **Денису СОБОЛЮ** ступінь доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192«Будівництво та цивільна інженерія».

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої
вченої ради


Вадим ПОКОЛЕНКО

Підпис Поколенка В.О. засвідчую

Вчений секретар Вченої ради
Київського національного університету
будівництва і архітектури




Микола КЛИМЕНКО