

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

д.т.н., професора Арутюнян І.А. на дисертаційну роботу здобувача КНУБА Соболя Д.В. на тему: «Інструментарій організаційно-технічного забезпечення та цифрового супроводу енергоадаптивних проєктів» з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Дисертацію подано на здобуття наукового ступеня «доктор філософії» (PhD) до разової спеціалізованої вченої ради PhD54.192.

1. Актуальність теми. Дисертаційна робота аспіранта КНУБА Соболя Дениса Валерійовича на тему «Інструментарій організаційно-технічного забезпечення та цифрового супроводу енергоадаптивних девелоперських проєктів», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання у сфері організації будівництва. У роботі досліджено сучасні підходи до підготовки та реалізації енергоефективних девелоперських проєктів із урахуванням цифровізації будівельних процесів. Обрана тема характеризується високим рівнем актуальності, наукової новизни та практичної значущості, що зумовлено необхідністю підвищення ефективності організаційно-технологічних рішень у будівництві в умовах сталого розвитку та енергетичної трансформації галузі.

Актуальність дисертаційного дослідження зумовлена необхідністю вдосконалення організації будівництва та підготовки енергоадаптивних девелоперських проєктів в умовах зростаючих вимог до енергоефективності та сталого розвитку. Сучасна будівельна практика потребує інтеграції організаційно-технологічних рішень із цифровими інструментами на етапах підготовки та реалізації проєктів. Особливої ваги набуває формування ефективних механізмів передпроектної підготовки з урахуванням енергетичних характеристик об'єктів. Автор обґрунтовано акцентує увагу на необхідності системного підходу до організації таких процесів.

Для України окреслена проблематика набуває додаткового стратегічного значення у зв'язку з необхідністю післявоєнного відновлення, масштабної реконструкції інфраструктури, житлового фонду та об'єктів соціального призначення. Відбудова має здійснюватися на засадах сучасних енергоефективних, ресурсозберігаючих і цифрово інтегрованих рішень, що відповідають європейським стандартам розвитку галузі. У цьому контексті енергоадаптовані девелоперські проєкти виступають не лише інженерною альтернативою традиційному будівництву, а й важливим інструментом забезпечення сталого розвитку територій. Їх реалізація сприяє досягненню балансу між екологічною доцільністю, економічною ефективністю та соціальною орієнтованістю. Водночас традиційні підходи до організації будівництва не повною мірою відповідають сучасним викликам, що актуалізує потребу у їх трансформації. Особливого значення набуває впровадження цифрових технологій, зокрема BIM, IoT та аналітичних

платформ, які забезпечують інтеграцію даних і підвищення якості проєктних рішень. Незважаючи на наявність значної кількості досліджень, питання комплексного поєднання організаційно-технологічних і цифрових інструментів залишається недостатньо опрацьованим. У зв'язку з цим розроблення відповідного інструментарію має вагоме науково-практичне значення. Практична цінність таких підходів полягає у можливості їх застосування в діяльності девелоперських і будівельних організацій. Це сприятиме підвищенню ефективності, інвестиційної привабливості та конкурентоспроможності будівельних проєктів у сучасних умовах. В умовах трансформації девелоперської діяльності в Україні ця тематика є своєчасною та затребуваною. Дослідження спрямоване на підвищення якості підготовки будівництва. Отже, тема має вагоме теоретичне і прикладне значення.

2. Зв'язок з науково-дослідними роботами КНУБА та галузевими програмами розвитку. Дисертація узгоджується з науковими напрямками КНУБА у сфері організації будівництва, енергоефективності та девелопменту. Тематика роботи відповідає державним і галузевим програмам щодо модернізації будівельної сфери та впровадження енергоощадних технологій. У дослідженні враховано актуальні підходи до підготовки інвестиційно-будівельних проєктів. Наукові положення та результати дисертації сформовано на основі виконання низки науково-дослідних робіт Київський національний університет будівництва і архітектури, присвячених розвитку інструментарію девелоперської діяльності у будівництві, зокрема тем «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (№0115U000860) та «Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів» (№0121U111793). У межах цих досліджень апробовано авторські підходи до використання цифрових сенсорних систем, хмарних технологій та аналітики даних для контролю технічного стану і енергетичних характеристик будівельних об'єктів. У роботі також враховано результати теми «Вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту для проєктів будівництва» (№W4-14-b, Академія будівництва України), у межах якої розроблено підходи до оцінювання технічного та енергетичного стану об'єктів у процесі їх експлуатації та реконструкції. Застосовано інтелектуальні методи раннього виявлення відхилень у функціонуванні конструкцій і інженерних систем із використанням ВІМ-технологій, штучного інтелекту та IoT-рішень. Узагальнення отриманих результатів забезпечило формування цілісного науково-методичного інструментарію цифрового супроводу енергоадаптивних девелоперських проєктів, орієнтованого на підвищення ефективності організації будівництва.

Результати дисертанта можуть бути використані і надалі при виконанні науково-дослідних робіт кафедр університету. Особливістю є поєднання організаційних, технологічних і цифрових аспектів. Це забезпечує відповідність сучасним тенденціям розвитку галузі. Робота має чітке

прикладне спрямування. Таким чином, зв'язок із НДР та програмами є обґрунтованим.

3. Відповідність змісту і структури роботи кваліфікаційним вимогам дисертацій ступеня «доктор філософії». Думка щодо цілісності та завершеності дослідження. Структура дисертації відповідає вимогам до наукових досліджень рівня PhD і є логічно узгодженою. У роботі послідовно розкрито питання організації будівництва та підготовки девелоперських проєктів. Розділи взаємопов'язані та підпорядковані загальній меті дослідження. Обґрунтовано вибір методів та інструментів дослідження. Висновки випливають із проведеного аналізу та отриманих результатів. Структура забезпечує цілісність сприйняття наукової концепції.

Дисертаційна робота характеризується високим рівнем внутрішньої цілісності, оскільки всі її розділи послідовно взаємопов'язані та підпорядковані єдиній науковій логіці дослідження. Отримані результати логічно випливають із поставлених завдань і забезпечують завершеність сформованої наукової концепції. У цілому робота має завершений характер, відзначається системністю викладу та узгодженістю теоретичних, методичних і прикладних положень, відповідає кваліфікаційним вимогам.

4. Відповідність змісту роботи освітньо-науковим стандартам спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Зміст дисертації повністю відповідає стандартам спеціальності 192, зокрема у частині організації будівництва та девелоперської діяльності. Автор розглядає ключові аспекти підготовки будівельних проєктів із урахуванням енергоефективності. Значна увага приділена організаційно-технологічним рішенням на передінвестиційній та підготовчій стадіях. Використано сучасні підходи до цифрового супроводу процесів підготовки будівництва. Дослідження охоплює як теоретичні, так і прикладні аспекти спеціальності. Це свідчить про відповідність компетентісним вимогам рівня PhD. Робота відповідає профілю спеціальності. Отже, її зміст є релевантним освітньо-науковим стандартам.

5. Висновок опонента про достовірність та обґрунтованість результатів дослідження. Результати дослідження є обґрунтованими та достовірними, що підтверджується використанням адекватних методів аналізу та моделювання, обґрунтованістю методичного підґрунтя та виваженістю прийнятої наукової гіпотези. Автор застосовує сучасні підходи до організації будівельних процесів і підготовки проєктів. Висновки базуються на комплексному аналізі вихідних даних. Проведене дослідження має логічну завершеність. Практичні приклади підтверджують коректність запропонованих рішень. Використані методики відповідають поставленим завданням. Результати викликають довіру. Таким чином, їх достовірність не викликає сумнівів.

Наукова гіпотеза дисертаційного дослідження є логічно обґрунтованою та відповідає сучасним тенденціям розвитку будівельної галузі. Вона переконливо передбачає, що інтеграція організаційно-технологічних рішень

із цифровими інструментами дозволяє підвищити ефективність енергоадаптивних девелоперських проєктів. Запропонована гіпотеза має чіткий прикладний характер і підтверджується логікою подальших досліджень.

Методичний базис роботи є комплексним і багаторівневим, що забезпечує наукову обґрунтованість отриманих результатів. У дослідженні поєднано системний аналіз, моделювання, порівняльні та експертні методи оцінювання. Важливу роль відіграє використання цифрових платформ і технологій, зокрема BIM-середовищ, систем енергетичного менеджменту (BEMS), IoT-рішень та інструментів аналітики великих даних. Застосування цих засобів забезпечило можливість цифрового моделювання будівельних процесів, моніторингу енергетичних параметрів та підвищення точності управлінських рішень. Такий підхід суттєво підсилює науково-методичну та аналітико-прикладну цінність методичної бази дослідження.

6. Думка опонента про найбільш значущі наукові результати та компоненти новизни дослідження. Опонент відзначає суттєвість наукового доробку дисертанта. Найважливішими науковими інноваціями цієї роботи за рубрикою *«удосконалено»* опонент вважає:

1) Удосконалено інструментарій організаційно-технологічного забезпечення та цифрового супроводу енергоадаптивних девелоперських проєктів - шляхом інтеграції аналітичних, моделювальних та моніторингових компонентів у єдине цифрове середовище. Розширено функціональні можливості застосування BIM-технологій, IoT-систем і платформ енергетичного менеджменту для забезпечення безперервного контролю життєвого циклу об'єкта. Запропоновано поєднання енергетичних, організаційних і технологічних параметрів у структурі інструментарію. Сформовано підхід до цифрового узгодження рішень між учасниками девелоперського процесу. Введено елементи прогнозу аналітики для оцінювання ефективності організації будівництва. Посилено інтеграцію даних у режимі реального часу. Забезпечено можливість багаторівневого управління процесами будівництва. Це підвищує адаптивність та ефективність реалізації проєктів.

2) Алгоритм девелоперської діяльності в частині організації повного циклу енергоадаптивних будівельних проєктів. Алгоритм структуровано як послідовність взаємопов'язаних етапів, що охоплюють планування, проєктування, будівництво та експлуатацію. Запроваджено механізми цифрового узгодження рішень між стадіями життєвого циклу. Інтегровано модулі енергомоніторингу та сценарного прогнозування ресурсоспоживання. Передбачено адаптивне коригування управлінських рішень на основі аналітики даних. Розширено можливості багатоваріантного моделювання організаційних рішень. Забезпечено узгодження девелоперських, технологічних та енергетичних параметрів. Це підвищує ефективність організації будівництва та якість прийняття рішень.

3) Удосконалено формалізовані критерії відбору варіантів організації будівництва - з урахуванням вимог енергоадаптації. Сформовано багатокритеріальний підхід, що охоплює енергетичні, економічні, технологічні та управлінські показники. Введено систему індикаторів функціональної конкурентоспроможності проекту та його організаційного середовища. Розширено можливості оцінювання результативності рішень у цифровому форматі. Запроваджено інтегральні показники, що відображають взаємозв'язок витрат, енергоефективності та організаційної складності. Удосконалено механізми порівняльного аналізу альтернативних варіантів будівництва. Забезпечено можливість прогнозування наслідків прийнятих рішень. Це підвищує обґрунтованість вибору організаційних моделей.

4) Удосконалено конструктив і аналітичний каркас мережевої моделі організації будівництва, що трансформує її у цифровий механізм управління інвестиційно-будівельним циклом. Розширено архітектоніку моделі шляхом інтеграції BIM-аналітики, систем моніторингу та сценарного прогнозування енергоспоживання. Запроваджено можливість багатоваріантного моделювання організаційних сценаріїв реалізації проєктів. Удосконалено механізми адаптивного регулювання будівельних процесів у цифровому середовищі. Передбачено диференціацію централізованих і децентралізованих управлінських підходів. Забезпечено синхронізацію етапів проєктування, зведення та експлуатації об'єкта. Модель набуває властивостей інтелектуальної системи підтримки рішень. Це дозволяє підвищити точність управління та зменшити енергетичні втрати у будівництві.

Провідними результатами дисертації за рубрикою *«набуло подальшого розвитку»* опонент вважає ось такі.

I. Уточнення та концептуальне розширення змісту категорії «цифрове адміністрування циклом девелопменту в енергоадаптивних будівельних проєктах». У дисертації вона розглядається як цілісна управлінська парадигма, що ґрунтується на системному впровадженні цифрових та інформаційно-аналітичних технологій на всіх етапах життєвого циклу проєкту. Такий підхід охоплює процеси планування, організації будівельних робіт, координації ресурсів і контролю реалізації проєктних рішень. Це забезпечує об'єднання управлінських, технологічних та організаційних компонентів у єдиному цифровому середовищі. Важливим результатом є підвищення прозорості, узгодженості та обґрунтованості прийняття рішень у девелоперських проєктах. Окрім того, система набуває здатності до адаптивного реагування на ризики та сприяє підвищенню енергоефективності будівельних об'єктів, що в цілому формує методологічну основу цифрової трансформації будівельної галузі.

II. Суттєва модернізація науково-методичного підходу до класифікації та управління ризиками будівельно-інвестиційних проєктів із урахуванням їх впливу на результативність реалізації енергоадаптивних об'єктів. Запропонована автором система відзначається поглибленою структуризацією ризикового середовища, що охоплює фінансові, технічні, правові, екологічні,

соціальні, організаційні та політичні складові, а також конкретизує їх прояви в сучасних умовах девелоперської діяльності. Це створює передумови для більш повної інтеграції ризик-орієнтованого підходу в цифрові моделі управління будівельними процесами. Такий підхід забезпечує підвищення точності аналітичного прогнозування наслідків управлінських рішень. Одночасно зростає оперативність реагування на зміни зовнішнього та внутрішнього середовища проєкту. У підсумку формується більш гнучка та адаптивна система управління невизначеністю в будівництві.

7. Думка про наукову новизну результатів дисертації в цілому. Сформовано концептуально новий підхід до цифрової організації та підготовки будівництва в межах енергоадаптивних девелоперських проєктів, що забезпечує перехід від традиційних управлінських моделей до формалізованого, цифрово-орієнтованого та енергоефективного формату реалізації інвестиційно-будівельного циклу. У роботі розроблено інноваційний інструментарій цифрово-керованого моделювання, який розширює можливості стратегічного планування, підвищує оперативність прийняття рішень, посилює керованість будівельних процесів і забезпечує зниження енергетичних витрат на всіх етапах девелопменту.

Надано суттєве оновлення та поліпшення типології, структури та аналітичне підґрунтя сіткової організаційно-технологічної моделі, яка набула нового змістового наповнення як адаптивний механізм управління ресурсними та процесними потоками в умовах змінних параметрів енергоефективності. Запропоновано цифрово-керовану мережеву модель нового покоління, що інтегрує ВІМ-аналітику, автоматизований моніторинг і параметричне планування, формуючи єдиний цифровий простір взаємодії учасників будівельного процесу та забезпечуючи можливість сценарного моделювання управлінських рішень в умовах енергоадаптації. У сукупності це створює науково-методичну основу та прикладний алгоритм організаційно-технологічного девелопменту, орієнтований на підвищення конкурентоспроможності та стійкості сучасних енергоадаптивних будівельних проєктів.

Вище наведені складові наукової новизни дисертаційного дослідження є логічно взаємопов'язаними, внутрішньо узгодженими та відображають послідовне формування цілісної концепції цифрово-орієнтованої організації будівництва енергоадаптивних девелоперських проєктів. Запропоновані автором наукові результати (вирізані вище як компоненти новизни) свідчать про комплексний характер наукового пошуку та його спрямованість на інтеграцію енергетичних, організаційних і цифрових компонентів у єдину систему. У сукупності зазначені результати формують вагомий науковий внесок у розвиток теорії та практики організації будівельних процесів і підтверджують високий рівень наукової новизни виконаного дослідження.

8. Висновок про теоретичну і практичну цінність результатів дослідження. *Теоретична цінність результатів* дослідження полягає в тому,

що його результати сприяють розвитку концептуально-теоретичного та методичного підґрунтя, а також удосконаленню прикладного інструментарію організації будівництва як наукової підгалузі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», формуючи нові підходи до інтегрованого управління життєвим циклом енергоадаптивних девелоперських проєктів. У роботі створено інноваційний інструментарій організаційно-технічного забезпечення та цифрового супроводу таких проєктів, що забезпечує можливість формалізованого планування, організації та контролю будівельних процесів. Додатково слід підкреслити, що отримані результати розширюють наукові можливості застосування сучасного цифрово-аналітичного базису та мережевих моделей оновленого типу для задач організації будівництва, моделювання структур управління, а також інших компонентів девелоперського середовища, підвищуючи рівень їхньої системності, адаптивності та аналітичної керованості.

Практична цінність дослідження визначається розробленням і впровадженням комплексного прикладного інструментарію супроводу енергоадаптивних проєктів, який безпосередньо орієнтований на розв'язання реальних виробничо-управлінських завдань у будівництві та девелопменті. Запропоновані рішення забезпечують формалізоване моделювання процесів організації будівництва протягом усього життєвого циклу об'єкта, дозволяють оперативно приймати управлінські рішення, оптимізувати використання ресурсів, скорочувати терміни виконання робіт і підвищувати економічну результативність проєктів. Інструментарій інтегрується з ВІМ-технологіями та існуючими корпоративними інформаційними системами, має практико-орієнтовану архітектуру й адаптований до умов діяльності будівельних і девелоперських компаній різного масштабу. Результати дослідження вже впроваджені у діяльність провідних підприємств галузі, де використовуються для планування, координації та контролю реалізації енергоадаптивних проєктів, а також для організаційно-технічного адміністрування та аналітичної підтримки управлінських процесів. Запроваджена система індикаторів дає змогу здійснювати об'єктивне оцінювання конкурентоспроможності проєктів і своєчасно коригувати параметри їх реалізації. Практичне застосування розробок підтвердило їх ефективність через підвищення продуктивності управлінських рішень, узгодженості робіт і рівня цифровізації бізнес-процесів. Водночас результати мають значний прикладний потенціал у сфері освітньої діяльності закладів вищої освіти, де можуть використовуватися як основа для формування прикладних кейсів, навчальних модулів і цифрових практикумів при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», сприяючи набуттю здобувачами практичних компетентностей, максимально наближених до реальних умов професійної діяльності.

9. Думка про особистий внесок здобувача та дотримання вимог академічної доброчесності. Особистий внесок здобувача є суттєвим і

відображений у розробленні основних положень дослідження. Автор самостійно виконав аналіз та сформулював висновки. За підсумками перевірки на наявність плагіату встановлено, що дисертаційна робота Соболя Д.В. є результатом самостійно виконаних наукових досліджень і не містить ознак плагіату чи необґрунтованих запозичень. Загальний показник текстових збігів у системі StrikePlagiarism становить 7,44%. У дослідженні коректно та належним чином відображено використання напрацювань інших науковців із обов'язковим посиланням на відповідні джерела. Робота відповідає вимогам наукової етики та академічної доброчесності, одержані результати є автентичними.

10. Аналіз публікацій дисертанта та рівня апробації результатів.

Результати дослідження відображені у 8 наукових публікаціях, що відповідають тематиці дисертації. Статті опубліковані у фахових виданнях категорії «Б». Основні положення дисертації апробовані на 5 науково-практичних конференціях. Це підтверджує їх наукову значущість. Кількість публікацій є достатньою. Тематика публікацій узгоджується зі змістом роботи. Апробація сприяла уточненню результатів.

11. Зауваження, дискусійні моменти та рекомендації щодо подальшого поліпшення змісту результатів. Щодо змісту результатів та їх викладу слід висловити ряд зауважень та побажань подальшого вдосконалення.

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 (ВІМ, ІоТ, 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 проєктів 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 проєктів, 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 проєкту. 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 проєктів, 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 широко застосовуються в практиці адміністрування девелоперських проєктів. Не до кінця розкрито, яким чином параметри формули (2.9), зокрема вагові коефіцієнти та сценарні впливи, корелюють із розподілом відповідальності між функціональними підрозділами або проєктними 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 проєктним 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 проєктами.

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 проєктів у будівництві. Зокрема, потребує додаткового пояснення, яким чином інтегровані елементи енергоменеджменту та цифрового простору мультипроєктного девелопера

корелюють із класичними функціональними підсистемами адміністрування девелоперським проєктом (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.

12. Загальний висновок офіційного опонента. Дисертаційна робота Соболя Дениса Валерійовича є самостійним, комплексним та актуальним науковим дослідженням, спрямованим на формування інтегрованого інструментарію організаційно-технічного забезпечення та цифрового супроводу енергоадаптивних будівельних проєктів. Обрана тематика повною мірою узгоджується із сучасними тенденціями розвитку будівельної галузі та відображає потребу поєднання енергетичних, технологічних і цифрових рішень у єдиній системі управління девелоперськими процесами. Наукова новизна роботи полягає у розробленні інтегрованого підходу до цифрового та організаційно-технічного моделювання та адміністрування девелоперськими енергоадаптованими проєктами, в удосконаленні мережевих моделей організації будівельних процесів, а також у формуванні багатокритеріального інструментарію для вибору оптимальних рішень у сфері енергоадаптивних об'єктів. Представлене дослідження характеризується належним рівнем теоретичної підготовки автора, впевненим використанням цифрових і аналітичних інструментів, а також логічною та послідовною структурою викладення матеріалу. Отримані результати відзначаються достатнім ступенем обґрунтованості й підтверджують можливість їх прикладного використання у практиці будівництва.

За сукупністю кваліфікаційних ознак дисертаційне дослідження 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 актуальним вимогам Міністерства освіти і науки України щодо оформлення дисертаційних робіт за технічними спеціальностями.

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ

докт. тех. наук, професор, завідувач
кафедри промислового та цивільного
будівництва Інженерного
навчально-наукового інституту
ім. Ю.П. Потєбні Запорізького
національного університету.



Ірина АРУТЮНЯН

Вчений секретар



Оксана ПРОЦЕНКО