

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

щодо дисертаційної роботи Степанюка Р.Б. «Організаційно-технологічні моделі відновлення будівель та інженерних споруд на основі інтелектуальних інформаційних систем». Робота подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва.

1. Аналіз актуальності теми та вибору предмета дослідження. На сучасному етапі розвитку будівельної галузі особливої важливості набувають проблеми оперативного та науково обґрунтованого відновлення будівель і споруд, що зазнали пошкоджень унаслідок фізичного зношення, техногенних аварій або воєнних дій. Наявні технологічні схеми організації будівельних процесів не забезпечують належного рівня адаптивності, аналітичної підтримки та швидкого прийняття рішень. Тому виникає потреба у створенні сучасних організаційно-технологічних моделей, заснованих на принципах цифровізації та інтелектуальної обробки інформації. Інтенсивний розвиток штучного інтелекту, сенсорних мереж, віртуального проєктування та цифрових платформ відкриває нові можливості для інтеграції технологічних, конструктивних і управлінських аспектів у єдину систему підтримки відновлювального будівництва. Використання таких систем дозволяє підвищити точність діагностики стану конструкцій, оптимізувати ресурси, скоротити терміни відновлення та мінімізувати людський фактор у процесі прийняття рішень.

Наукова актуальність теми полягає у формуванні методичних і прикладних засад побудови інтелектуалізованих організаційно-технологічних моделей, орієнтованих на автоматизоване управління процесами відновлення. Розвиток цього напрямку створює передумови для підвищення ефективності відновлювальних робіт, забезпечення безпеки експлуатації споруд та впровадження інноваційних принципів цифрової трансформації в систему промислового й цивільного будівництва. Проведений Степанюком Р.Б. аналіз літературних джерел і практичних розробок провідних учених показав, що існуючі процедури технічних обстежень часто не відповідають сучасним вимогам оперативності та точності. У зв'язку з цим дисертаційна робота пропонує перехід до цифрових та інтелектуалізованих систем технічного

оцінювання і прийняття рішень, здатних забезпечити автоматизовану обробку даних, виявлення пошкоджень і прогнозування залишкового ресурсу конструкцій.

Предметом дисертаційного дослідження визначено науково-методичні основи, організаційно-технологічні моделі та інтелектуальні інформаційні технології, які в інтегрованому застосуванні формують аналітичний інструментарій для управління процесами відновлення будівель і споруд. З огляду на зростання складності девелоперських проєктів відновлення, що потребують багаторівневої координації, прогнозування й адаптації до змінних умов реалізації, особливої актуальності набуває розвиток і вдосконалення організаційно-технологічних моделей як засобів підтримки прийняття управлінських рішень. Зазначене зумовлює високий рівень науково-практичної значущості теми, що відповідає сучасним тенденціям цифрової трансформації будівельної галузі та потребам упровадження інноваційних технологій у девелоперські проєкти відновлення.

2. Відповідність отриманих результатів завданням і програмам наукових досліджень ЗВО, де виконувалась робота. Дослідження Степанюка Р.Б. логічно поєднане з виконанням комплексних науково-дослідних тем, що реалізовувалися у Київському національному університеті будівництва і архітектури та Академії будівництва України. Зокрема, в межах проєкту «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (№0115U000860) автором запропоновано способи інтеграції сенсорних систем і хмарних сервісів для аналізу напружено-деформованого стану конструкцій. У рамках НДР «Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів» (№0121U111793) реалізовано власні алгоритми комп'ютерного зору й методи машинного навчання для виявлення дефектів. Окремі підходи до прогнозування технічного ресурсу споруд апробовано у проєкті «Вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту для проєктів будівництва» (№W4-14-b). Зміст дисертаційної роботи чітко узгоджується з пріоритетами національної політики у сфері будівництва. Розробки автора відповідають положенням Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» (№3038-VI) та Концепції впровадження BIM-

технологій (розпорядження КМУ №152-р від 17.02.2021). Таким чином, результати дослідження цілком відповідають як програмним цілям наукових проєктів, у межах яких вони отримані, так і актуальним стратегічним напрямом розвитку галузі. Робота вносить істотний вклад у формування теоретичних і прикладних засад цифрового управління відновлювальним будівництвом.

3. Аргументованість та достовірність отриманих результатів.

Методична база дослідження відзначається комплексністю й інтердисциплінарністю. Автор поєднав сучасні цифрові технології, математичні методи моделювання та практичні інженерні підходи, що забезпечило високу достовірність і валідаційність результатів. Використання інструментів BIM, машинного навчання, систем сенсорного моніторингу та методів прогнозування дозволило створити цілісний інтелектуальний контур оцінювання технічного стану споруд. Отримані результати пройшли апробацію на реальних об'єктах інженерної інфраструктури, що підтверджує їх прикладну ефективність. Особливої уваги заслуговує розроблена автором організаційно-технологічна модель відновлення об'єктів, яка синтезує принципи девелоперського управління, цифрового супроводу та оцінки стану конструкцій. Така модель забезпечує формалізоване представлення процесів, підвищує рівень координації між учасниками проєкту, сприяє оптимізації управління ресурсами, дотримання термінів та підвищення безпеки робіт. Дисертація є вагомим кроком у напрямі створення системного інструментарію для управління проєктами реконструкції та відновлення будівель в умовах невизначеності. Загалом, отримані результати вирізняються належним рівнем аргументованості, логічною узгодженістю, підтвердженою практичною апробацією та науковою новизною, що забезпечує високий рівень довіри до зроблених висновків.

4. Визначальні складові наукової новизни дисертаційної роботи.

Рівень наукової новизни результатів дисертаційного дослідження Степанюка Р.Б. повністю відповідає вимогам, щодо кандидатських дисертацій за спеціальністю 05.23.08 - технологія та організація промислового та цивільного будівництва. Отримані результати відображають суттєве поглиблення

теоретичних і методичних засад цифрової організації будівельних процесів у сфері відновлення споруд.

Здобувачем удосконалено мережеву модель опису девелоперського проєкту відновлення мостових споруд, у якій поєднано властивості цифрової, організаційно-технологічної та управлінської структур типу «роботи-матриці». Представлена у вигляді «цифрового багатогранника», ця модель забезпечує формалізоване охоплення усіх фаз життєвого циклу об'єкта, інтегруючи інструменти технічної діагностики, BIM-моделювання, штучного інтелекту та організаційного інжинірингу. Завдяки параметричній структурі модель дозволяє поєднати технічні, ресурсні та управлінські аспекти, що підвищує точність, гнучкість і адаптивність управлінських рішень у проєктах відновлення інфраструктури.

Удосконалено також організацію циклу комплексного оцінювання технічного стану будівельних конструкцій шляхом інтеграції сенсорної інфраструктури, аналітичних алгоритмів адаптивного типу та технологій машинного навчання. Запропоновано багаторівневу методику прогнозування стану мостових споруд, що передбачає формування інформаційної моделі у середовищі Revit, автоматизований обмін даними, структурування параметрів та навчання моделей штучного інтелекту на основі великого масиву експлуатаційних даних. Такий підхід забезпечує суттєве скорочення часу оброблення інформації, підвищення достовірності оцінок і точності прогнозів, що створює підґрунтя для впровадження систем інтелектуальної діагностики технічного стану споруд у режимі реального часу.

Подальшого вдосконалення набув науково-методичний підхід до інтеграції результатів технічного оцінювання у BIM-середовище шляхом створення алгоритмічної моделі, яка поєднує методи оптимізації з архітектурою багаторівневої нейронної мережі. Запропоноване рішення забезпечує автоматизоване оновлення цифрової моделі споруди відповідно до фактичних змін її технічного стану, що дозволяє підтримувати актуальність даних та здійснювати адаптивне коригування прогнозних параметрів. Це створює основу для реалізації концепції «розумного моніторингу» інженерних систем у складі девелоперських проєктів відновлення, підвищуючи ефективність планування, управління ризиками й оптимізації ремонтних заходів на основі достовірних даних.

До компонент новизни «набули подальшого розвитку» доцільно віднести: а) методику структурного моніторингу (SHM) для безперервного оцінювання технічного стану будівельних і транспортних конструкцій, яка забезпечує перехід від епізодичних інспекцій до системного контролю в реальному часі; б) методи формування технічних звітів і рекомендацій з використанням штучного інтелекту, комп'ютерного зору та машинного навчання для автоматизованого аналізу даних із сенсорів, відеоспостереження, дронів і BIM-моделей; с) подальшого розвитку набула концепція цифрової інтерпретації результатів обстежень з інтеграцією інтелектуальних інтерфейсів візуалізації, що забезпечують прогнозування пошкоджень і раціоналізацію управлінських рішень щодо технічного обслуговування. Сукупність зазначених результатів формує науково обґрунтовану основу для створення автоматизованих систем підтримки прийняття рішень у процесі управління життєвим циклом інфраструктурних об'єктів, що є значним внеском у розвиток галузевої науки.

5. Думка опонента щодо загального рівня новизни дисертації. Дисертаційна робота характеризується високим рівнем наукової новизни, що полягає у розробленні сучасної концепції розвитку організаційно-технологічного моделювання як ключового інструмента підтримки прийняття рішень у складно структурованих девелоперських проєктах відновлення будівель та інженерних споруд. Запропоновано вдосконалену методологічну основу цифрової структуризації проєктного циклу, яка поєднує принципи організаційного інжинірингу, моделювання життєвого циклу об'єктів і застосування інтелектуальних інформаційних систем. Створена мережева модель у форматі «цифрового багатогранника» формалізує взаємозв'язки між технічними, управлінськими та ресурсними компонентами проєкту, забезпечуючи їх аналітичну узгодженість і динамічну адаптацію до змін зовнішніх умов. Інтеграція інструментів штучного інтелекту, BIM-технологій, сенсорного моніторингу та машинного навчання сприяє формуванню єдиного інформаційного середовища, у межах якого здійснюється прогнозування, оцінювання та оптимізація відновлювальних процесів. Розроблені організаційно-технологічні моделі дозволяють забезпечити безперервність

контролю, підвищити ефективність планування та управління ресурсами, а також реалізувати принципи цифрового девелопменту. Отримані результати створюють науково обґрунтований базис для подальшого розвитку систем формалізованого управління інфраструктурними проєктами в умовах цифрової трансформації будівельної галузі.

6. Думка опонента про відповідність змісту і структури роботи встановленим вимогам. Структура дисертаційного дослідження відзначається високим рівнем логічності, змістовної повноти та відповідності сучасним науковим вимогам до робіт зі спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва. Структура дисертації відзначається чіткою внутрішньою послідовністю та цілісністю викладу, що забезпечує системне розкриття теми та послідовний перехід від теоретико-методичних положень до прикладних результатів. Вступ, анотації двома мовами та додатки формують повне уявлення про наукову концепцію, цілі, завдання та методологію дослідження. Перший розділ присвячено теоретико-концептуальним засадам оцінювання технічного стану споруд у межах девелоперських проєктів відновлення, а також визначенню гіпотези дослідження й напрямів розвитку організаційно-технологічних моделей у контексті цифрової трансформації галузі. Другий розділ спрямовано на обґрунтування методичної системи організаційно-технологічного забезпечення процесів формалізації циклу відновлювальних проєктів, що базується на декомпозиції процедур оцінювання технічного стану та формуванні узгоджених управлінських рішень. У третьому розділі представлено головний науковий результат — інтегровану цифрову організаційно-технологічну модель відновлення мостових споруд у вигляді «цифрового багатогранника», який формалізує взаємозв'язки технічних, інформаційних і управлінських параметрів. Четвертий розділ демонструє практичну реалізацію теоретичних положень через розроблення прикладного програмного комплексу, що підтримує цифрове оцінювання технічного стану споруд. У цілому структура дисертації є логічно виваженою, науково обґрунтованою та забезпечує цілісність і завершеність дослідження.

7. Практичне значення отриманих у дисертації результатів полягає у створенні комплексної системи цифрово-організаційного супроводу, що

об'єднує моделі, методи та інструменти для аналітичного управління процесами технічного оцінювання і відновлення будівельних та інженерних об'єктів. Розроблені рішення поєднують можливості інтелектуальних інформаційних систем, технологій штучного інтелекту, сенсорної аналітики та BIM-моделювання, що забезпечує створення інтегрованого середовища для прогнозування, моніторингу та управління технічним станом споруд. Така система дозволяє підвищити точність діагностичних процедур, автоматизувати аналіз структурних змін і скоротити часові та фінансові витрати, пов'язані з технічними інспекціями. Практичне застосування отриманих моделей сприяє впровадженню концепції «цифрових двійників» у будівельному девелопменті, розширює можливості планування ремонтних робіт та оптимізує управлінські рішення на всіх етапах життєвого циклу інфраструктурних об'єктів. Запропоновані інструменти вже пройшли апробацію на підприємствах галузі, зокрема в компаніях «Архітектурно-будівельні новації», «Альфа-Сервіс» і в Інституті місцевого розвитку, де підтверджено їхню результативність та економічну ефективність. Крім виробничого ефекту, результати дослідження мають і навчально-методичне значення - вони можуть бути інтегровані у підготовку інженерів-будівельників і менеджерів проєктів під час викладання дисциплін, пов'язаних із цифровими технологіями, управлінням будівництвом та інноваційними методами відновлення споруд.

8. Оцінка опонентом рівня дотримання вимог академічної доброчесності. Опонент відзначає повне дотримання Степанюком Р.Б. принципів академічної доброчесності під час виконання дисертаційного дослідження. Згідно з офіційною довідкою про перевірку на академічний плагіат, робота є самостійним науковим результатом автора і не містить несанкціонованих запозичень чи недобросовісного використання чужих матеріалів. Перевірка за допомогою систем StrikePlagiarism та Anti-Plagiarism засвідчила мінімальний рівень текстової схожості — 3,06%, що пов'язано виключно з використанням загальноновживаної науково-технічної термінології. Усі цитування та посилання на праці інших дослідників оформлено коректно, із дотриманням вимог академічного цитування. У публікаціях, виконаних у співавторстві, чітко окреслено особистий внесок здобувача, що підтверджує його авторську участь у виконанні наукових завдань і забезпечує прозорість результатів дослідження.

9. Оцінка повноти викладу змісту дослідження у друкованих працях та міри апробації їх на науково-практичних конференціях. Опонент позитивно оцінює повноту викладу змісту дослідження. Основні науково-методичні новації та практичні результати дисертації представлені у 22 публікаціях: 2 колективні монографії, 9 статей у фахових українських виданнях категорії «Б» та 1 стаття у міжнародному журналі. Праці здобувача систематично висвітлюють ключові результати дисертаційного дослідження, включаючи концептуальні, методичні та прикладні аспекти організаційно-технологічного моделювання девелоперських проєктів відновлення інженерних споруд. Кожна публікація містить чітко окреслений особистий внесок здобувача, що підтверджує самостійність проведеного дослідження та логічну послідовність наукової роботи. Крім того, матеріали дисертації апробовано на 8 науково-практичних конференціях, включно з міжнародними, що забезпечує обговорення результатів із фахівцями, отримання зворотного зв'язку та підтвердження актуальності запропонованих моделей і підходів. Участь у конференціях сприяла демонстрації практичної значущості та технологічної ефективності розроблених рішень, а також інтеграції їх у професійне середовище. Оцінка опонента свідчить, що поєднання друкованих публікацій і науково-практичної апробації забезпечило комплексне представлення результатів дослідження, їх систематизацію та широке наукове визнання. Такий підхід підтверджує високий рівень наукової та практичної значущості дисертаційної роботи.

10. Оцінка узгодженості змісту дисертаційної роботи з пунктами паспорту спеціальності 05.23.08. Оцінка офіційного опонента щодо відповідності дисертаційної роботи Паспортним вимогам спеціальності 05.23.08 – «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Дисертаційна робота Степанюка Р.Б. демонструє повну відповідність ключовим напрямам наукових досліджень, визначених Паспортом спеціальності.

За пунктом 1 – наукові основи створення та вдосконалення технологій й організації будівельно-монтажних процесів – в адаптації до змісту проєктів відновлення, у роботі обґрунтовано сучасні підходи до організаційно-технологічного супроводу відновлення будівель і споруд, включаючи цифрову

інтеграцію та адаптивні механізми управління проектним циклом, що відповідає актуальним потребам девелоперських проектів у складних умовах.

За пунктом 2 – організаційно-технологічне проектування будівельного виробництва, дослідження пропонує інноваційні мережеві моделі, реалізовані у форматі цифрового багатогранника, які поєднують технічні, ресурсні та управлінські компоненти, забезпечуючи системність та ефективність планування і координації робіт у процесах відновлення споруд.

За пунктом 4 – наукові та методичні основи проектування технологічних процесів із застосуванням сучасних інформаційних технологій, у дисертації інтегровано інтелектуальні системи, цифрове моделювання та аналітичні алгоритми для прогнозування технічного стану споруд, що підвищує точність оцінювання, оптимізує ресурси та сприяє ефективному управлінню девелоперськими проектами.

За пунктом 5 – «розробка основ ... автоматизації будівельних процесів». Запропоновано алгоритмічні рішення для автоматизованого контролю технічного стану будівель та споруд, що забезпечує оперативне виявлення дефектів, підвищує надійність оцінювання та сприяє ефективній організації відновлювальних робіт.

Таким чином, зміст, науково-методичний базис, аналітичні та прикладні результати роботи повністю узгоджуються з положеннями Паспортних вимог і підтверджують її значення для розвитку цифровізації, організаційно-технологічного моделювання та управління девелоперськими проектами у будівельній сфері.

11. Оцінка офіційного опонента щодо нормативної відповідності дисертаційної роботи. На підставі аналізу тексту дисертації та опублікованих наукових праць Степанюка Р.Б. встановлено, що дослідження «Організаційно-технологічні моделі відновлення будівель та інженерних споруд на основі інтелектуальних інформаційних систем» повністю відповідає вимогам, встановленим для кандидатських дисертацій за спеціальністю 05.23.08. Робота узгоджується з положеннями «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 р. (зі змінами), а також з Наказом МОН №1220 щодо опублікування результатів

дисертаційних досліджень. Дотримано всі формальні та методичні критерії, що гарантує відповідність роботи чинним нормативним вимогам.

12. Зауваження, рекомендації, питання для обговорення та напрями подальших наукових досліджень здобувача.

12.a. Зауваження редакційного характеру стосовно вступу (загальної характеристики роботи) стосується першого та останнього завдань дослідження. У першому завданні слід чіткіше підкреслити, що дослідження стану та розвитку організації будівництва проводиться саме в контексті оцінки технічного стану об'єктів у рамках девелоперських проєктів відновлення. Останнє завдання варто сформулювати більш конкретно, уточнивши, що створення комплексу прикладних програм спрямоване не лише на оцінювання, а й на верифікацію технічної надійності конструкцій і забезпечення безпечної експлуатації. Рекомендована редакція: *щодо першого завдання: «Дослідження стану та перспектив розвитку організації будівництва в контексті інтегрованого оцінювання технічного стану будівель і споруд у циклі девелоперських проєктів відновлення»; щодо останнього завдання - «Створення та впровадження комплексу прикладних програм для оцінювання, верифікації технічної надійності інженерних споруд і забезпечення їх безпечної експлуатації в рамках девелоперських проєктів»;*

12.b. В першому розділі роботи на стор.41-46 опис системи керування мостами доцільно було б відкоригувати у відповідності вимогам паспорту спеціальності 05.23.08, темі дисертації та вимогам відновлення як девелоперського проєкту. На думку опонента, це визначення краще б записати так. «Система керування мостами – це інтегрована організаційно-технологічна структура, призначена для забезпечення комплексного управління технічним станом, експлуатацією та відновленням мостових споруд у складі девелоперських проєктів. Вона поєднує цифрові моделі об'єктів, сенсорні та інформаційно-аналітичні платформи, алгоритми штучного інтелекту та методи нечіткої логіки для оперативного моніторингу, оцінки залишкового ресурсу та прогнозування ризиків пошкоджень. Система включає процедури планування ремонтних і відновлювальних робіт, управління ресурсами та контролю якості виконання завдань, забезпечуючи багаторівневу інтеграцію технічних, організаційних і управлінських процесів. Вона адаптується до різних типів мостових конструкцій та умов експлуатації, забезпечує автоматизоване

оновлення даних у цифровому середовищі та формує підґрунтя для прийняття обґрунтованих рішень у девелоперських проєктах відновлення. Такий підхід підвищує надійність, безпеку та довговічність інфраструктурних об'єктів, сприяючи ефективній реалізації комплексних програм реконструкції та модернізації».

12.c. Зауваження щодо п.2.2. Автору слід було б надати стисле інтегроване уточнення процесів «оптимізації гіперпараметрів» у відповідності із специфікою теми дослідження, наприклад «Оптимізація гіперпараметрів у контексті організаційно-технологічних моделей відновлення будівель і інженерних споруд полягає у систематичному налаштуванні параметрів алгоритмів штучного інтелекту та цифрових моделей для досягнення максимальної точності прогнозування технічного стану конструкцій. Вона забезпечує ефективну інтеграцію сенсорних даних, BIM-моделей та аналітичних інструментів, підвищує адаптивність системи до змінних умов експлуатації, скорочує час прийняття рішень та підвищує надійність планування відновлювальних робіт у складі девелоперського проєкту».

12.d. Зауваження щодо п.3.1. третього розділу стосується рис.3.2. та супровідного опису до нього. Опонент відзначає, що запропонована схема «Рис. 3.2. Інтелектуальне управління даними моніторингу на основі цифрового двійника» добре відображає базові елементи інтеграції машинного навчання, вібраційного контролю, систем оповіщення та управління даними BrIM. Водночас, для повнішого висвітлення процесу технічного обстеження інженерних споруд у складі проєктів відновлення слід було б додати: модуль прогнозування потенційних дефектів на основі аналітики історичних даних; компонент обробки сенсорної інформації від безпілотних літальних апаратів; інтеграцію з системою оцінки залишкового ресурсу конструкцій; блок автоматизованої генерації звітів і рекомендацій для планування відновлювальних робіт; елемент контролю достовірності даних для підвищення надійності прийняття рішень. Таке розширення зробило б схему більш комплексною і практично застосовною в рамках девелоперських проєктів відновлення.

12.e. Зауваження по п.3.2. третього розділу стосується наступного. Опонент зазначає, що описаний підхід із застосуванням нечіткої логіки до оцінки технічного стану мостових споруд є обґрунтованим і доцільним, проте

для повного відображення процесу слід доповнити Таблицю 3.3. зокрема, включивши: уточнення типів функцій приналежності для кожної лінгвістичної змінної; вагові коефіцієнти для правил нечіткої логіки з урахуванням критичності конструктивних елементів; інформацію про агрегування результатів різних правил; відображення рівня невизначеності та суб'єктивності експертних оцінок; а також способи інтеграції результатів Fuzzy Logic з BIM-моделлю. Таке доповнення забезпечить більш наочне і комплексне представлення процесу оцінювання стану споруд у складі проєкту відновлення.

12.f. Опонент зазначає, що в Таблиці 3.6. (п.3.3. третього розділу), в якій представлені етапи девелоперського проєкту відновлення мостових споруд, слід було б виділити окремо конкретні роботи та завдання, які мають бути деталізовані у складі мережевої моделі «Цифровий багатогранник». Це дозволило б чітко відобразити взаємозв'язки між виконуваними роботами та параметрами девелоперського середовища організацій-виконавців на кожній стадії проєкту. Відокремлення таких робіт сприятиме точнішому плануванню ресурсів, термінів і пріоритетів, а також забезпечить більшу наочність і формалізацію процесу управління відновленням. Без цього елементу складно оцінити повноту цифрової моделі і інтеграцію її граней у загальний девелоперський процес, що може знижувати ефективність застосування мережевої моделі у практичних проєктах.

12.g. Опонент звертає увагу, що у структурній схемі на Рис. 4.2., яка відображає виконання технічних обстежень у рамках девелоперського проєкту відновлення, недостатньо чітко показано етапи оцінки та навчання моделей штучного інтелекту. Відсутнє явне поєднання цих етапів із загальним алгоритмом обробки даних, що включає організацію сенсорної інфраструктури, збір даних, алгоритмічну обробку, моделювання технічного стану, прогнозування дефектів, інтеграцію у BIM та формування експертного висновку. Для більшої наочності та повноти варто було б деталізувати, на яких стадіях алгоритму відбувається оцінка ефективності моделей і їх навчання, а також як ці кроки впливають на коректність інтегрального показника «Оцінка мосту» і подальше прогнозування стану споруди. Це дозволило б забезпечити чітку взаємозв'язок між алгоритмом оцінювання та інтелектуальною обробкою даних.

12.h. Не в якості зауваження, а скоріше рекомендації, опонент вважає за необхідно вказати на перспективні напрями розвитку, масштабування та універсалізації інструментів дослідження, серед яких головними вважає: розширення цифрової інтеграції мережевих моделей, BIM-моделей, сенсорних даних та ІШІ для багаторівневої оцінки технічного стану об'єктів у реальному часі; масштабування мережевих організаційно-технологічних моделей для оцінки різнорозмірних об'єктів – від окремих конструкцій до комплексів будівель і мостових споруд; продовження роботи над універсалізацією інструментарію через модульні компоненти, придатні для різних типів споруд цивільного, промислового та інфраструктурного призначення, а також забезпечення міжплатформенної сумісності та стандартизації моделі «цифрового багатогранника» для спрощення впровадження не лише в проєктах відновлення, але в девелоперських проєктах іншого призначення; розробка рекомендацій щодо вдосконалення продуктивності девелоперського середовища; розширення переліку аналітичних та прогностичних функцій моделей шляхом інтеграції техніко-економічного аналізу, ризик-менеджменту та ресурсного планування для комплексного прийняття рішень.

Зауваження носять уточнювальний характер, не впливають на наукову цінність, теоретичну значущість та практичну вагомість дослідження і не ставлять під сумнів його відповідність вимогам до дисертацій за спеціальністю 05.23.08 - технологія та організація промислового та цивільного будівництва.

13. Підсумковий висновок офіційного опонента по дисертаційній роботі.

Дисертаційне дослідження Степанюка Р.Б. «Організаційно-технологічні моделі відновлення будівель та інженерних споруд на основі інтелектуальних інформаційних систем» є самостійно виконаною науковою роботою, присвяченою вирішенню актуальних завдань сучасного будівництва. У ньому розроблено концептуальні та методичні основи формалізованого оцінювання технічного стану будівель і споруд із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем. Запропонована мережева модель девелоперського проєкту відновлення, оформлена у вигляді «цифрового багатогранника», інтегрує всі ключові етапи роботи — від підготовчих заходів і технічної діагностики до будівельно-монтажних операцій та контролю якості. Така

модель формує ефективну платформу для адаптивної оцінки стану споруд і підтримки управлінських рішень у рамках девелоперського проєкту. Зміст роботи повністю відповідає вимогам спеціальності 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва», що підтверджує її наукову та практичну значущість. Наукова новизна, аргументованість методичних рішень та практична користь отриманих результатів відповідають чинним нормативним вимогам щодо присудження наукових ступенів, які висуваються збоку «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Уряду України № 567 від 24.07.2013 р. та наказу МОН України «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» від 23 вересня 2019 р. №1220.

Враховуючи викладене, вважаю, що спеціалізована вчена рада Д26.056.03 КНУБА має всі підстави ухвалити позитивне рішення про присудження автору, Степанюку Роману Борисовичу, наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.08 - технологія та організація промислового та цивільного будівництва.

Офіційний опонент

професор, д.т.н.,

професор кафедри промислового,

цивільного будівництва ім. Є.М. Бабича

Національного університету водного

господарства та природокористування, м.Рівне

Роман Трач



Alexander ZANB