

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Ваховича Дмитра Юрійовича на тему
«Удосконалення організації проектування об'єктів в умовах цифровізації»,
подану на здобуття наукового ступеня доктор філософії (PhD)
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

1. Актуальність обраної теми дослідження.

Інтенсивний розвиток вітчизняного будівельного сектору на сучасному етапі відбувається у надзвичайно динамічних і складних ринкових умовах, що зумовлюють нагальну потребу в постійному вдосконаленні та пошуку нових інструментів підвищення ефективності інвестиційно-будівельних проєктів. З огляду на масштабні завдання із відбудови національної інфраструктури, модернізації житлового фонду та виробничих потужностей, ключового значення набувають питання гнучкого управління, оптимізації часових і ресурсних витрат, а також забезпечення безкомпромісної надійності та безпеки об'єктів на всіх життєвих циклах. Масштабність поставлених державою та суспільством завдань вимагає від проєктно-виробничого середовища якісно нового рівня організації праці, швидкого реагування на внутрішні та зовнішні виклики, а також мінімізації будь-яких ризиків на стадії підготовки проєктної та технічної документації.

Водночас процес гармонізації національної будівельної галузі з європейськими стандартами супроводжується глибокою цифровою трансформацією, яка охоплює всі етапи створення та експлуатації будівельної продукції. Сучасний етап розвитку науки і практики характеризується переходом від окремих локальних програмних продуктів до комплексних цифрових екосистем, що інтегрують технології інформаційного моделювання, бази знань, інструменти автоматизації інженерних розрахунків та інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. Проте аналіз існуючої практики показує, що наявні методологічні підходи до організації процесів проєктування далеко не завжди повною мірою враховують специфіку сучасних цифрових парадигм, таких як технології цифрових двійників, інтелектуальне інжинірингове моделювання та багаторівневе управління проєктним досвідом. Це створює низку серйозних організаційно-технологічних протиріч між високими темпами реалізації будівельних програм і застарілими методами координації міждисциплінарних команд, що безпосередньо впливає на загальну тривалість інвестиційно-будівельного циклу.

У зв'язку з цим дисертаційна робота Д. Ю. Ваховича, яка спрямована на глибоке наукове обґрунтування та розробку організаційно-технологічних засад

удосконалення процесів проектування будівельних об'єктів на основі впровадження концепції цифрового двійника проєктного досвіду, є безумовно актуальною, своєчасною та практично значущою. Запропоновані автором теоретико-методичні положення та практичні рекомендації покликані вирішити важливе науково-прикладне завдання щодо підвищення ефективності інженерної підготовки, скорочення трудомісткості та тривалості розробки проєктної документації, а також мінімізації проєктних помилок завдяки систематизації й ефективному використанню накопиченого когнітивного потенціалу галузі. Тематика дослідження повністю відповідає пріоритетним напрямам розвитку будівельної науки і техніки, органічно доповнює існуючі теоретичні розробки у сфері цифрової трансформації організаційних процесів проектування та будівництва та повністю узгоджується з актуальними потребами будівельного комплексу України в умовах його повоєнного відродження та технологічної модернізації за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

2. Зв'язок роботи з науковими програмами і темами.

Напрямок дисертаційного дослідження відповідає стратегічним цілям цифрової трансформації будівельного комплексу України та її інноваційного оновлення. Дослідження виконувалося в межах наукових напрямів кафедри організації та управління будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури, зокрема в рамках НДР «Розробка інжинірингового інструментарію для інвестиційно-будівельних проєктів» (№ держреєстрації 0124U005197).

Праця безпосередньо пов'язана з реалізацією Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» (пріоритетний напрям № 2 щодо фундаментальних наукових досліджень для забезпечення конкурентоспроможності та сталого розвитку суспільства і держави). У рамках зазначеної теми здобувачем опрацьовано науково-методичний апарат для підвищення ефективності організації проектування та впровадження інноваційних цифрових технологій у будівельне виробництво.

3. Оцінка структури та вмісту роботи.

Дисертаційна праця вирізняється чіткою, систематизованою та логічно впорядкованою композицією, що повною мірою забезпечує досягнення поставленої наукової мети та вирішення визначених завдань. Дисертація охоплює вступ, чотири взаємопов'язані розділи, підсумкові висновки, список використаних джерел, додатки, а також анотацію та відомості про наукові праці здобувача. Загальний обсяг роботи становить 199 сторінок, із яких 142 сторінки

припадають на основний текст; наочність викладу забезпечується 17 таблицями та 22 рисунками. Логіка побудови дослідження реалізує послідовний перехід від фундаментального аналізу стану проблеми до розроблення методологічних засад, формування авторського організаційно-технологічного інструментарію та його практичної й нормативно-методичної імплементації.

У першому розділі здійснено всебічний системний огляд теоретичних і практичних засад організації проєктування в умовах цифровізації. Досліджено широкий спектр чинників (нормативних, організаційно-управлінських, кадрових, технологічних, екологічних та безпекових), що формують сучасний вектор розвитку галузі. Здобувачем виявлено ключові бар'єри цифрової трансформації, зокрема розриви в інформаційній взаємодії учасників проєктного процесу, ризики втрати унікального імпліцитного (неформалізованого) досвіду інженерів та обмеженість існуючих інструментів у підтримці прийняття складних рішень на етапі проєктування

Другий розділ присвячено формуванню теоретико-методичного підґрунтя для цифрової реорганізації проєктних процесів.

У третьому розділі розроблено концепцію та деталізовано архітектуру інноваційного цифрового інструментарію підтримки проєктування. Центральне місце посідає авторська концепція «Цифрового двійника проєктного досвіду». Наочно розкрито п'ятиблочну структуру ЦДПД (блоки пристосування аналогів, верифікації, негативного досвіду, програмного інструментарію та історичного контексту), а також алгоритми роботи «Плагіна проєктного рішення», механізми адаптації знань та моделі глобальної взаємодії цифрових двійників окремих фахівців.

У четвертому розділі запропоновано комплексну модель оцінювання якості проєктної документації, що спирається на чотири виміри: нормативно-регламентну валідність, техніко-операційну досконалість, споживчо-ціннісну придатність та інформаційно-цифрову зрілість. Модель виражено через інтегральний показник I_q та систему вагових коефіцієнтів, які диференційовано для 7 категорій будівельних об'єктів. Окрім цього, розділ містить розроблені нормативні пропозиції щодо удосконалення передпроєктної стадії та цифровізації процедур формування завдання на проєктування.

Загальні висновки підпорядковані поставленій меті та виконаним завданням, узагальнюють ключові теоретичні й прикладні результати та вказують на повну наукову й практичну завершеність дисертаційної праці.

4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів.

Обґрунтованість основних теоретичних положень, висновків та прикладних рекомендацій, сформульованих у дисертації, забезпечується

методологічною коректністю та застосуванням комплексу загальнонаукових і спеціальних методів дослідження. Автор спирається на системний та монографічний аналіз, систематичний огляд літературних джерел, метод аналізу і синтезу, абстрактно-логічне узагальнення, а також методи багатокритеріального оцінювання та метод аналізу ієрархій. Сформована методологічна база повною мірою відповідає міждисциплінарній природі дослідження та забезпечує цілісний розгляд організаційно-технологічних, інформаційних і менеджерських аспектів проектування.

Прикладна обґрунтованість запропонованого інструментарію додатково підтверджується його успішною апробацією в умовах реального виробничого середовища проєктних та інжинірингових підприємств. Сформульовані в дисертації висновки є логічним результатом проведених розрахунків, моделювання та аналізу, повністю узгоджуються з поставленою метою. Основні висновки та рекомендації дисертаційної роботи пройшли всебічну перевірку шляхом апробації на науково-практичних конференціях, а також опубліковані в наукових фахових виданнях.

Все це дає підстави стверджувати, що сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації є достовірними.

5. Оцінка наукової новизни отриманих результатів.

Наукова новизна дисертаційної праці полягає у розробленні та концептуальному обґрунтуванні нового підходу до організації проєктування будівельних об'єктів у цифровому середовищі, в основу якого покладено трансформацію неформалізованого (імпліцитного) інженерного досвіду у систематизовані цифрові активи та їх подальшу інтеграцію у процес прийняття проєктних рішень.

Основні здобутки автора, що визначають науковий внесок дисертації, полягають у наступному:

вперше: обґрунтовано концептуальні засади організації проєктування із застосуванням «Цифрового двійника проєктного досвіду» (ЦДПД) — персоніфікованого цифрового активу фахівця, який накопичує, формалізує та впорядковує персональний досвід прийняття рішень. Цей актив відтворюється у спеціалізованому «Плагіні проєктного рішення» (ППР), що дозволяє забезпечити предиктивний контроль якості, превентивне усунення колізій та інтелектуальну підтримку проєктувальника безпосередньо у BIM-середовищі;

удосконалено:

- класифікацію та систематизацію організаційних чинників цифровізації: поглиблено систематизацію факторів впливу цифрових технологій на часові та якісні параметри розробки проєктної документації;

-удосконалено процес організації проєктування об'єктів будівництва за рахунок впровадження механізмів цифрового накопичення та масштабування інтелектуального капіталу. На відміну від традиційних підходів, інтегровано прихований досвід фахівця, логіку прийняття рішень і негативні прецеденти в динамічну надбудову над BIM-середовищем — плагін проєктного рішення (ППР). Експлуатація Цифрового двійника проєктного досвіду (ЦДПД) реалізована через дворівневу алгоритмічну модель (взаємодія локальних AI-агентів та інтелектуального адміністратора), що забезпечує наскрізну когнітивну валідацію даних ще на етапі концепції та предиктивний зв'язок із цифровим двійником об'єкта для мінімізації колізій;

- модель оцінювання якості проєктної документації, яка забезпечено перехід від статичного аудиту готових креслень до динамічного моніторингу рішень у цифровому середовищі. Інноваційність підходу спирається на: 1) комплексну систему критеріїв, яка охоплює чотири блоки: нормативно-регламентну валідність, техніко-операційну досконалість, споживчо-ціннісну придатність та інформаційно-цифрову зрілість; 2) показник «дельти якості» (ΔI), що дозволяє відстежувати ефективність прийнятих рішень у режимі реального часу та фіксувати їхню стабілізацію при переході на алгоритмізовані процеси; 3) диференційовані вагові коефіцієнти, адаптовані під специфічні ринкові й нормативні вимоги конкретних функціональних типів будівельних об'єктів, що суттєво підвищує об'єктивність підсумкової оцінки;

набув подальшого розвитку: процес проєктування через концептуальний перехід від традиційних паперових процедур до моделей цифрової верифікації передпроєктної стадії шляхом інституціоналізації цифрових регламентів формування вихідних даних для автоматизованого аудиту повноти та логічної несуперечливості вимог до об'єкта ще до початку розроблення проєктної документації.

6. Висновок щодо практичної цінності результатів дисертаційної роботи.

Практична цінність одержаних здобувачем наукових результатів полягає у розробленні прикладного інструментарію та методичних рекомендацій, спрямованих на цифрову трансформацію проєктної діяльності та підвищення ефективності управління проєктними організаціями.

До основних прикладних результатів дослідження належать: «плагін проєктного рішення» (ППР), розроблений інструмент для BIM-середовищ, який забезпечує предиктивний контроль та запобігає повторенню системних інженерних помилок; методика багатокритеріального оцінювання якості; практичні рекомендації щодо інституціоналізації цифрових процедур

верифікації вихідних даних та Завдання на проєктування, які забезпечують автоматизовану перевірку їх повноти й сумісності до початку розробки документації

Прикладна значущість та дієвість розробленого інструментарію підтверджується актами про впровадження результатів дослідження в практичну діяльність реального сектору будівництва та професійних об'єднань, зокрема ПП «ВД-Будінжинірінг», ВГО «Гільдія проєктувальників у будівництві», ТОВ НДВТА «Стратегія регіонального розвитку».

Таким чином, результати дослідження мають чітко виражену практичну спрямованість і є повністю готовими до застосування у діяльності проєктних та інжинірингових організацій будівельної галузі.

7. Повнота викладу наукових результатів у опублікованих працях та апробація результатів дослідження.

Основні наукові результати, викладені у дисертаційній роботі, опубліковано у 10 наукових працях, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б» та 5 тез наукових доповідей у збірниках матеріалів міжнародних конференцій.

Кількість та обсяг опублікованих праць дозволяють зробити висновок щодо повноти висвітлення результатів дисертаційного дослідження як у публікаціях, так і при апробації на конференціях.

8. Оцінка особистого внеску та автентичності проведення дослідження в дисертаційній роботі.

Дисертаційна робота Ваховича Дмитра Юрійовича «Удосконалення організації проєктування об'єктів в умовах цифровізації» є самостійно виконаним, цілісним та завершеним науковим дослідженням, у якому чітко простежується авторська концепція та власні розробки здобувача.

Особиста участь автора є вирішальною та охоплює всі ключові етапи наукового процесу, зокрема: формулювання наукової гіпотези, мети, завдань та концептуальних засад дослідження; теоретичне обґрунтування та розроблення архітектури цифрового двійника проєктного досвіду й плагіна проєктного рішення (ППР); математичне обґрунтування інтегральної моделі оцінювання якості проєктної документації, включаючи розрахунок диференційованих вагових коефіцієнтів для 7 типів об'єктів методом аналізу ієрархій; розроблення прикладних рекомендацій щодо цифрової верифікації передпроєктної стадії та організацію їх впровадження у виробничу діяльність.

У працях, опублікованих у співавторстві, здобувачу належить провідна роль у формулюванні ідей, розробленні алгоритмів та узагальненні результатів, що деталізовано в анотації роботи.

За результатами аналізу матеріалів дисертації встановлено, що вона має повністю самостійний характер, а наукові положення й висновки безпосередньо впливають із виконаних автором розрахунків і моделей.

Експертиза тексту дисертації підтверджує дотримання принципів академічної доброчесності: жодних фактів плагіату, підробки чи спотворення даних не виявлено. Усі сформульовані наукові результати, розроблені методики, обчислення та підсумкові висновки цілком узгоджуються з поставленою метою та завданнями наукового пошуку.

Здобувач виявляє відповідальний та коректний підхід до цитування, забезпечуючи належні посилання на джерела при використанні наукових ідей, фактичних та графічних даних інших авторів.

9. Зауваження та дискусійні моменти щодо дисертаційної роботи. У процесі аналізу змісту і структури роботи виникли такі зауваження змістовного і редакційного характеру.

1. У роботі здійснено систематизацію широкого спектра чинників впливу цифровізації на тривалість та якість проєктування — від нормативно-правових і кадрових до безпекових та організаційно-технологічних. Такий підхід свідчить про комплексність дослідження та прагнення автора врахувати багатовимірність процесів цифрової трансформації у будівельній сфері. Водночас варто відзначити, що у відповідному розділі бракує кількісної або експертної ранжировки цих чинників за ступенем їхнього реального впливу на діяльність вітчизняних проєктних організацій. Відсутність такої оцінки дещо знижує аналітичну глибину дослідження, адже систематизація без визначення пріоритетності чинників має радше описовий характер. Використання методів експертного опитування, багатокритеріального аналізу або статистичного моделювання дозволило б не лише підтвердити актуальність виокремлених напрямів, але й окреслити їхню відносну вагомість у практичному контексті. Це, у свою чергу, посилило б аргументацію автора щодо ключових бар'єрів та драйверів цифровізації, а також надало б роботі більшої прикладної цінності для управлінців і практиків галузі. Таким чином, доцільним є доповнення дослідження кількісною або експертною оцінкою значущості окреслених чинників, що дозволило б перетворити систематизацію на аналітичний інструмент для прогнозування та стратегічного планування процесів цифрової трансформації у сфері проєктування.

2. У контексті огляду сучасних тенденцій цифровізації автор справедливо акцентує увагу на широкому впровадженні BIM-технологій та систем управління життєвим циклом будівельних об'єктів, що відповідає загальносвітовим практикам інтеграції цифрових інструментів у проєктну діяльність. Водночас варто зазначити, що питання практичного застосування алгоритмів штучного інтелекту та інтелектуальних агентів у міжнародній проєктній практиці висвітлено менш ґрунтовно. Зокрема, бракує детального аналізу прикладів використання AI-рішень для оптимізації процесів планування, управління ризиками, прогнозування вартості та строків реалізації проєктів, а також для підтримки прийняття управлінських рішень у складних багатофакторних умовах. Таким чином, у роботі простежується певний дисбаланс між розглядом нормативно-інституційних бар'єрів цифровізації та аналізом інноваційних технологічних інструментів, які вже активно впроваджуються у світовій практиці. Це створює потенціал для подальшого поглиблення дослідження, зокрема шляхом систематизації міжнародного досвіду застосування штучного інтелекту в управлінні будівельними проєктами та оцінки його релевантності для українського контексту.

3. У четвертому розділі та підсумкових висновках дисертаційної роботи простежується певна неповнота у висвітленні перспектив розвитку інтегральної моделі якості. Зокрема, бракує окреслення можливостей її подальшої адаптації та інтеграції в ширший контекст життєвого циклу будівельних об'єктів. Доцільно було б доповнити матеріал такими аспектами: адаптація моделі до стадії експлуатації, використання на стадії демонтажу, інтеграція з державними системами BIM-експертизи та розширення функціоналу у контексті цифровізації. Таким чином, у підсумкових висновках варто підкреслити, що інтегральна модель якості не обмежується лише стадією проєктування, а має потенціал стати універсальним інструментом управління якістю на всіх етапах життєвого циклу об'єкта — від створення до демонтажу. Це значно посилить практичну цінність дисертаційної роботи та її відповідність сучасним тенденціям цифрової трансформації будівельної галузі.

4. У тексті основного обсягу дисертації спостерігаються окремі стилістичні неточності та повтори термінологічних конструкцій, що знижує рівень академічної чіткості викладу. Це стосується передусім використання однакових словосполучень у суміжних абзацах без варіативності, що створює ефект надмірної повторюваності. Для підвищення якості тексту доцільно здійснити редакторське опрацювання з метою усунення тавтології та забезпечення більшої мовної різноманітності. Окремої уваги потребує третій розділ, де подано складні графічні схеми та алгоритми. Через надмірну деталізацію вони є важкими для сприйняття навіть для підготовленого читача. У цьому контексті варто додати

текстові пояснення (експлікації) до найбільш складних схем, що дозволить чіткіше розкрити логіку їх побудови та функціонування. Можливо скоротити або узагальнити окремі елементи графічних алгоритмів, залишивши лише ключові блоки, а другорядні деталі винести у додатки. Також бажано забезпечити узгодженість між графічним і текстовим матеріалом, щоб кожна схема супроводжувалася зрозумілим коментарем, який пояснює її місце в загальній структурі дослідження. Таким чином, удосконалення стилістичного рівня викладу та доповнення складних графічних матеріалів текстовими поясненнями сприятиме підвищенню академічної якості дисертації, зробить її більш доступною для сприйняття та відповідною до вимог сучасних стандартів наукового письма.

Слід зазначити, що висловлені зауваження не знижують загальної високої оцінки даної дисертаційної роботи, вони мають переважно філософський та дискусійний характер. Отримані здобувачем результати не викликають сумніву, є науково обґрунтованими, мають новизну та практичне значення. В цілому, робота заслуговує позитивної оцінки.

10. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Ваховича Дмитра Юрійовича «Удосконалення організації проектування об'єктів в умовах цифровізації» є цілісним, самостійно виконаним та завершеним дослідженням, яке вирішує актуальне науково-прикладне завдання у сфері будівництва та цивільної інженерії. Робота відзначається логічною структурою, системністю викладу та належною аргументованістю висунутих концептуальних положень.

Науковий внесок здобувача полягає у розробленні та обґрунтуванні нового підходу до організації проектування будівельних об'єктів у цифровому середовищі. Запропонована концепція базується на трансформації імпліцитного інженерного досвіду у систематизовані цифрові активи та їх інтеграції у процес прийняття проектних рішень. Такий підхід має значний потенціал для підвищення ефективності та якості проектно-будівельних процесів, що підтверджується результатами апробації у практичних умовах.

Ключові наукові результати знайшли відображення у публікаціях у фахових виданнях, були представлені на наукових конференціях та підтвердили свою ефективність у реальних проектних практиках. Наявні зауваження мають рекомендаційний характер, окреслюють перспективи подальшого розвитку досліджень у цьому напрямі та не знижують вагомості отриманих результатів.

За актуальністю, змістом, обсягом, рівнем вирішення наукових проблем, оформленням та мовою викладу дисертація відповідає вимогам чинних нормативних документів, зокрема «Порядку присудження ступеня доктора

філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р., та напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КНУБА за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Таким чином, дисертаційна робота Ваховича Дмитра Юрійовича є вагомим науковим доробком, що має як теоретичне, так і практичне значення для розвитку будівельної галузі в умовах цифровізації. Автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

Рецензент:

доктор філософії (PhD), доцент,
професор кафедри організації
та управління будівництвом
Київського національного університету
будівництва і архітектури



Михайло МАЛИХІН