

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Блонного Андрія Володимировича
«Науково-прикладний інструментарій визначення оптимальної тривалості
будівництва в умовах невизначеності»
подану на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Оцінка актуальності вибору теми роботи та предмета дослідження.

Вибір теми дисертаційної роботи Блонного А.В. зумовлений необхідністю розвитку методів організації будівництва, здатних забезпечувати не лише розрахунок тривалості за нормативними або мережевими моделями, але й обґрунтоване оцінювання ймовірності її дотримання в умовах невизначеності. Складність відповідного завдання визначається значною кількістю чинників, що впливають на строки, різною природою їх походження, нерівномірністю прояву за фазами життєвого циклу проєкту та необхідністю прийняття строкових рішень за неповної або суперечливої інформації. За таких умов предмет дослідження, пов'язаний із концептуально-методичними засадами та аналітико-прикладним інструментарієм визначення оптимальної тривалості будівництва, є актуальним і відповідає сучасній проблематиці спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Доцільність вибору теми підтверджується характером наукової проблеми, яку вирішує автор. Наявність розвинутих методів календарно-мережевого планування та програмних засобів побудови графіків ще не забезпечує автоматичного отримання обґрунтованого директивного строку. Детерміновані розрахунки дають одну точкову оцінку тривалості, не відображають імовірного розкиду можливих станів проєкту та систематично недооцінюють ризик затримок. Необхідним є побудова методичного контуру, у межах якого чинники невизначеності проходять послідовні етапи ідентифікації, класифікації, кількісного оцінювання та

трансформації в параметри імовірнісної моделі строку. Саме на вирішення цієї проблеми спрямована теоретико-методична складова дисертації.

Відмінною рисою обраного напрямку є розгляд тривалості будівництва через призму організаційно-технологічної надійності та керованості часовим ризиком. Будівельний проєкт у такій постановці виступає складною відкритою системою, тривалість реалізації якої є результатом взаємодії організаційних, технологічних, ресурсних, зовнішніх і форс-мажорних чинників, а основна увага зосереджується на принципах їх урахування при обґрунтуванні строків і часових резервів. Це дозволяє віднести дослідження безпосередньо до предметної області організації будівництва, оскільки центральним об'єктом наукового пошуку є процеси організаційно-технологічного забезпечення реалізації будівельних проєктів у задані терміни.

Зміст дисертації свідчить про послідовне розширення предмета дослідження від аналізу еволюції підходів до визначення тривалості будівельного процесу до побудови алгоритму оптимізації директивного строку. Особливого значення набуває врахування взаємозв'язків між чинниками, оскільки сумарний вплив кількох одночасно діючих чинників не зводиться до суми їх окремих впливів. Включення до аналітичного контуру інтегрального індексу часового ризику, стохастичного моделювання з урахуванням кореляції, критерію ризиково-часової ефективності та показника гнучкості календарного плану створює основу для переходу від фіксації вже допущених відхилень до їх обґрунтованого передбачення.

Обґрунтованим є й розгляд проблеми інтеграції класичних мережевих методів організації будівництва з цифровими інструментами планування. У дисертації поєднуються метод критичного шляху, триточкові оцінки тривалості, метод Монте-Карло, метод аналізу ієрархій, нейромережеве прогнозування та засоби інформаційного моделювання будівництва. Така інтеграція потребує узгодженої послідовності розрахунку та визначення функціонального призначення окремих компонент інструментарію, тому

формування науково-прикладного інструментарію, винесене до назви роботи, має не допоміжне, а принципове значення для реалізації авторського задуму.

На мою думку, тема та предмет дисертаційного дослідження обрані обґрунтовано. Їх актуальність визначається необхідністю підвищення надійності строкових рішень у будівництві в умовах нестабільності зовнішнього середовища, а також потребами повоєнної відбудови, де зрив строків має особливо відчутні наслідки. Сформований напрям дослідження дозволив автору поєднати питання класифікації чинників невизначеності, імовірного моделювання тривалості, оптимізації директивного строку та практичної реалізації відповідних рішень у межах єдиної наукової постановки.

Висвітлення щільності зв'язку між змістом досліджень та тематикою виконуваних в закладі вищої освіти науково-дослідних та науково-пошукових тем. Зв'язок дисертаційної роботи з науково-дослідною діяльністю Київського національного університету будівництва і архітектури має безпосередній змістовий характер. Дослідження проведено згідно з планом науково-дослідних робіт університету та тематично пов'язане з темою «Розробка науково-технічного інструментарію для формування та реалізації внутрішньовиробничих планів діяльності будівельної організації» (державна реєстрація № 0124U005196), до виконання якої здобувач був безпосередньо залучений. Щільність цього зв'язку простежується не лише на рівні спільної предметної області, але й у характері вирішуваних наукових завдань. Центральне місце в зазначеній темі займає розробка науково-технічного інструментарію внутрішньовиробничого планування діяльності будівельної організації, а визначення обґрунтованих строків реалізації будівельних проєктів є одним із ключових елементів такого планування. У дисертації цей напрям отримує розвиток через побудову інструментарію, здатного переводити якісну інформацію про чинники невизначеності в кількісні оцінки часового ризику та імовірнісний розподіл строку завершення робіт. Водночас результати здобувача не обмежуються відтворенням завдань зазначеної наукової теми: автор розширює відповідний

напрям за рахунок інтеграції стохастичного оцінювання строків із мережевими організаційно-технологічними моделями, цифровими засобами прогнозування та інформаційним моделюванням будівництва.

Особливо виразно відповідність проявляється у послідовності «чинники невизначеності, інтегральний індекс часового ризику, імовірнісний розподіл строку, оптимальний директивний строк, цифровий контроль виконання», яка фактично формує наскрізну логіку дисертації. Таким чином, між змістом дисертаційної роботи та тематикою науково-дослідної діяльності закладу вищої освіти існує достатньо тісний предметний і методичний зв'язок. Внесок автора полягає в розвитку відповідного наукового напряму від задачі планування діяльності будівельної організації до побудови інтегрованого інструментарію визначення оптимальної тривалості будівництва в умовах невизначеності, що зберігає самостійність отриманого автором наукового доробку.

Висновок щодо відповідності змісту і структури роботи встановленим вимогам. Зміст дисертаційної роботи Блонного А.В. сформовано відповідно до логіки послідовного розв'язання поставлених наукових завдань і розкриває заявлену тему на теоретико-концептуальному, методичному, модельно-алгоритмічному та прикладному рівнях. До складу роботи, окрім вступної та заключної частин, входять чотири розділи основного тексту, перелік публікацій здобувача, перелік умовних позначень, список використаних джерел, що налічує 145 позицій, та додатки з документами про впровадження і первинними даними для моделювання. Представлений матеріал характеризується внутрішньою взаємопов'язаністю: вихідні положення щодо природи невизначеності та її впливу на тривалість отримують кількісне вираження в моделях оцінювання часового ризику, надалі доповнюються стохастичним моделюванням строку та завершуються формуванням алгоритму оптимізації директивного строку і практичних рекомендацій.

Структурна організація роботи забезпечує достатньо чітке розмежування основних етапів наукового пошуку. Перший розділ формує

теоретико-концептуальне підґрунтя дослідження: показано, як трактування тривалості змінювалося від централізовано встановлених нормативів через мережеве та імовірнісне планування до цифрових інтегрованих моделей, проаналізовано невизначеність як чинник впливу на хронологічну структуру реалізації проєктів, сформовано наскрізну класифікацію чинників невизначеності та систематизовано умови застосування сучасних підходів до управління строками. У другому розділі увагу зосереджено на формуванні інструментального апарату: структуруванні чинників впливу на часові параметри, згортанні оцінок за групами чинників в інтегральний індекс часового ризику з експертно-обґрунтованими вагами, стохастичній моделі оцінювання тривалості з урахуванням кореляції чинників та формалізації складу цифрового інструментарію прогнозування строків. Третій розділ розвиває алгоритмічну складову роботи через проєктування алгоритму прийняття рішень щодо строків реалізації будівельних робіт, його верифікацію та розробку практичних рекомендацій для управлінців і девелоперських структур. Четвертий розділ концентрує результати практичного застосування інструментарію: адаптивну модель прийняття строкових рішень, верифікацію цифрової моделі на емпіричних даних житлового комплексу «Montreal House» у м. Києві, а також зведені практичні рекомендації та програмну підтримку їх застосування.

Завершеність дисертації підтверджується відповідністю між сформульованими завданнями та отриманими результатами. Кожне з визначених завдань має змістове продовження у відповідних розділах, а загальні висновки узагальнюють результати за основними напрямками проведеної роботи. Важливим є й те, що теоретична частина не залишається відокремленою від прикладної: запропоновані положення послідовно доводяться до рівня моделей, алгоритмів та програмних рішень. За змістом дисертація відповідає спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», оскільки її наукове ядро становлять питання організації будівельного виробництва, календарного планування, організаційно-технологічної надійності та управління строками реалізації будівельних

проектів. Оцінювання структури, змістового наповнення та взаємозв'язку основних складових дає підстави вважати дисертаційну роботу завершеною кваліфікаційною науковою працею, композиційна побудова якої загалом відповідає встановленим вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Оцінка наукової новизни окремих результатів дисертаційної роботи. Наукову новизну результатів дисертаційної роботи доцільно диференціювати за характером внеску автора у формування нових положень, удосконалення існуючих підходів та розвиток наукового інструментарію визначення тривалості будівництва.

Вперше обґрунтовано інтегративне поняття оптимальної тривалості будівництва, згідно з яким строк реалізації девелоперського проекту визначається не як незмінна нормативна величина, а як адаптивний інтервал часу, обґрунтований комплексним аналізом внутрішніх і зовнішніх умов та описаний засобами теорії ймовірностей і стохастичного моделювання. Вперше також запропоновано класифікацію чинників, що зумовлюють тривалість будівельних проектів, у якій часові ризики розподілено на п'ять груп (організаційні, технологічні, ресурсні, зовнішні та форс-мажорні), а кожен групу охарактеризовано силою, напрямом та ймовірністю впливу, що дає вихідну базу для ризик-орієнтованого календарного планування.

Удосконалено стохастичний підхід до визначення тривалості будівництва шляхом включення до моделі ймовірнісних параметрів відхилень ресурсного забезпечення, дії ризикових чинників, мінливості технологічних процесів і взаємної кореляції чинників, завдяки чому строк подається як розподіл можливих значень; теоретико-методичні засади строкового планування через поєднання багатофакторного аналізу чинників невизначеності з ймовірнісними розрахунками, що робить рішення щодо критичних робіт, ресурсних обмежень і черговості завдань адаптивними до змін умов; науково-методичний підхід до побудови цифрового інструментарію прогнозування строків, що спирається на метод Монте-Карло, оцінку чутливості та пріоритезацію чинників часового ризику,

а компоненти поєднано так, що результат кожної з них слугує вихідними даними для наступної.

Набули подальшого розвитку: інтеграція мережевих моделей організації будівельних робіт з інформаційним моделюванням будівництва в частині перенесення обґрунтованого директивного строку та часових буферів у BIM 4D-модель; процедури відстеження змін організаційно-технологічних параметрів упродовж циклу проєкту, доповнені механізмом адаптивного перегляду оцінок тривалості в міру надходження фактичних даних; методичні підходи до вибору календарно-ресурсної стратегії будівництва із застосуванням показника гнучкості календарного плану, пристосованого автором до імовірнісної постановки задачі; методичні засади оцінювання якості строкового управління за показником ризиково-часової ефективності, який обчислюється за результатами імітаційного моделювання і слугує критерієм вибору директивного строку.

Зазначене розмежування дозволяє оцінити науковий внесок Блонного А.В. не як сукупність ізольованих розробок, а як взаємопов'язане формування нових положень, удосконалення існуючого інструментарію та подальший розвиток методів визначення оптимальної тривалості будівництва в умовах невизначеності.

Оцінка теоретичної цінності результатів дослідження. Теоретична цінність результатів дисертаційної роботи Блонного А.В. визначається формуванням взаємопов'язаної системи наукових положень щодо визначення тривалості будівництва в умовах невизначеності. Важливим є те, що автор розглядає тривалість не як фіксований ліміт, а як параметр, яким можна і потрібно керувати впродовж усього циклу реалізації проєкту, уточнюючи його оцінку в міру надходження нової інформації. Суттєве теоретичне значення має розвиток понятійного апарату організації будівництва через інтегративне трактування оптимальної тривалості та обґрунтування її як адаптивного часового проміжку, формалізованого стохастичними методами. Теоретично значущим є поєднання класифікаційного, експертного та імовірнісного підходів у межах спільного аналітичного контуру:

класифікація чинників визначає структуру вхідних даних, метод аналізу ієрархій визначає їх відносну значущість, а імітаційне моделювання дає розподіл можливих строків завершення робіт. Наукову цінність має виявлена автором нерівномірність часової локалізації чинників невизначеності за фазами життєвого циклу проекту, що обґрунтовує недостатність єдиного усередненого резерву часу та потребу у фазово-диференційованому ризик-орієнтованому плануванні. Окремим теоретичним внеском є обґрунтування ролі кореляції чинників у формуванні варіативності строку: автор показує, що припущення про незалежність робіт, покладене в основу класичного аналітичного розрахунку, суттєво занижує ризик зриву строку.

Оцінка практичної цінності та підсумків впровадження результатів дисертаційної роботи. Практична цінність результатів дисертаційної роботи здобувача Блонного А.В. визначається тим, що запропоновані моделі та алгоритми дають змогу на етапі планування кількісно обґрунтувати директивний строк і обсяг часового резерву, а в процесі будівництва своєчасно виявляти етапи з підвищеним ризиком затримок і переглядати календарний графік та розподіл ресурсів. Важливе прикладне значення має інтегральний індекс часового ризику, який разом із каліброваним коефіцієнтом довірчого запасу дає змогу кількісно обґрунтовувати обсяг ризик-орієнтованого резерву часу замість його призначення на основі суб'єктивних оцінок. Окреме прикладне значення має алгоритм оптимізації директивного строку, що дає змогу обрати значення, яке забезпечує найкращий баланс між імовірністю його дотримання та величиною резерву без порушення технологічних обмежень і вимог до гнучкості плану.

Практично значущим результатом є програмна реалізація інструментарію у вигляді комплексу «TimeOpt-MD», що поєднує підсистему інтеграції даних, аналітичне ядро та дашборди стратегічного й операційного рівнів, а також комплекс практичних рекомендацій щодо скорочення тривалості будівництва без втрати якості. Працездатність запропонованої моделі перевірено на емпіричних даних житлового комплексу «Montreal

House» у м. Києві: декомпозиція зведення об'єкта на дванадцять організаційно-технологічних етапів із тричленними оцінками тривалості дала змогу зіставити детерміновану й імовірнісну оцінки з фактичними даними та виокремити етапи з найбільшими коефіцієнтами подовження: улаштування фундаментної плити, внутрішні інженерні системи та оздоблювальні роботи. Застосування результатів у практиці будівельних підприємств засвідчено документами, що містяться в додатках до дисертації.

Оцінка особистого внеску здобувача. Особистий внесок Блонного А.В. простежується у формуванні цілісної логіки дослідження, розробці концептуальних положень, класифікаційних і математичних моделей, алгоритмічних рішень та засобів їх практичної реалізації. Безпосереднім результатом роботи здобувача є інтегративне трактування оптимальної тривалості будівництва, наскрізна класифікація чинників невизначеності та її параметризація за інтенсивністю, спрямованістю і ймовірністю прояву. Автором розроблено інтегральний індекс часового ризику, процедуру калібрування коефіцієнта довірчого запасу за результатами імовірнісного моделювання, адаптацію показників ризиково-часової ефективності та гнучкості до задачі визначення оптимальної тривалості, алгоритм оптимізації директивного строку та комплекс практичних рекомендацій. Чотири з шести статей підготовлено одноосібно, а в працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать обґрунтування підходу до управління часовими параметрами проєктів із використанням збірного залізобетону, формалізація процедури врахування ризиків у прогнозуванні тривалості та розробка науково-прикладного інструментарію визначення оптимальної тривалості будівництва.

Повнота висвітлення результатів і дотримання академічної доброчесності. Основні положення роботи висвітлено у восьми наукових працях, з яких шість статей опубліковано в наукових фахових виданнях України категорії «Б», та представлено в матеріалах двох наукових конференцій. Аналіз тексту дисертації та публікацій здобувача свідчить про дотримання принципів академічної доброчесності: запозичені положення

супроводжуються посиланнями на джерела, авторські результати відокремлено від відомих. Фактів фабрикації, фальсифікації або неправомірного запозичення наукових результатів опонентом не виявлено.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертаційна робота Блонного Андрія Володимировича є завершеною науковою працею, зміст якої підпорядковано розв'язанню визначеного науково-технічного завдання у сфері організації будівництва. Структура роботи забезпечує послідовне розкриття теми, а сформульовані мета, наукова гіпотеза і завдання знаходять відповідне відображення в отриманих результатах та загальних висновках. Основний зміст авторського доробку становлять класифікація чинників, що визначають тривалість будівельних проєктів, імовірнісне моделювання строків, обґрунтування часових резервів, оптимізація директивного строку та інтеграція мережевих моделей організації робіт із цифровими засобами планування. Наукові положення характеризуються належним ступенем обґрунтованості, а одержані результати утворюють взаємопов'язану систему.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертаційної роботи. Позитивно оцінюючи зміст дисертаційної роботи, рівень опрацювання поставлених завдань та одержані результати, доцільно висловити окремі зауваження й рекомендації, які мають переважно уточнювальний характер.

1. В анотації (с. 7) наукову новизну подано через стохастичний підхід, що розглядає часові параметри проєкту як інтервали ймовірнісних станів. Оскільки в розділі 1 (с. 34, 38, 72) автор ґрунтовно висвітлює історію імовірнісного підходу, починаючи з методу PERT, формулювання в анотації слід узгодити з пунктом новизни у вступі (с. 28), де авторський внесок чітко пов'язано з урахуванням ресурсних відхилень, ризикових чинників і варіативності технологічних процесів.

2. У таблиці 1.3 «Порівняння підходів до трактування невизначеності у науковій традиції проєктного управління» (с. 44) та на рис. 1.4 «Еволюція наукових підходів до категорії невизначеності у проєктному управлінні» (с. 46) вдало систематизовано етапи розвитку поглядів на невизначеність.

Для повноти біля прізвищ представників окремих етапів (зокрема Т. Чепмена, Д. Хілсона) бажано було б навести посилання на відповідні джерела зі списку використаних джерел.

3. Інтегральний пріоритет фактора подано у двох формах: загальній (формула (2.7), с. 86) та нормованій адитивно-зваженій (формула (2.7'), с. 86-87), яку використано для практичних розрахунків і в якій множник $(1 - V_c)$ наочно відображає зниження пріоритету керованих факторів. У тексті не сказано прямо, що робочою є саме форма (2.7'), і не пояснено роль логістичної складової у знаменнику формули (2.7).

4. Показник гнучкості F-index (формула (2.25), с. 113) характеризує, яку частину інтервалу між 50-м і 95-м перцентилями розподілу строку покриває директивний строк. Варто зазначити рекомендований діапазон директивного строку для застосування цієї формули та підкреслити на с. 114-115 роль F-index як обмеження адаптивності, як це зроблено у формулі (3.8) (с. 126).

5. Апробація алгоритму з використанням нейронної мережі LSTM (с. 130) показує переваги поєднання стохастичного моделювання з машинним навчанням. Для відтворюваності результатів слід узгодити опис довжини ковзного вікна на с. 130 і с. 134 та навести основні параметри мережі (кількість шарів і нейронів, кількість епох навчання) у компактній таблиці.

6. Таблиця 3.6 «Порівняння трьох сценаріїв реалізації типового девелоперського проєкту» (с. 148) наочно демонструє переваги оптимізованого сценарію. Окремі значення таблиці потребують зв'язки з розрахунком за формулою (3.12), зокрема значення індексу управлінської ефективності для сценаріїв «оптимізовано» і «+10 % строків», а також зміна частки етапів, завершених у строк.

7. Таблиця 4.7 «Чинники, що впливають на стабільність тривалості будівництва» (с. 172) узагальнює очікувані ефекти від управління організаційно-управлінськими, технічними, логістичними, регуляторними та координаційними чинниками. Таблицю слід доповнити приміткою щодо того, як сформовано наведені діапазони очікуваних ефектів.

8. Математичний апарат роботи містить випадки неоднозначного використання позначень. Літерою R позначено тип фактора у формулі (2.1), фазовий індекс часового ризику у формулі (2.9), надійність дотримання строку у формулі (2.20), обсяг виконаних робіт у формулі (2.21) та матрицю кореляції на рис. 3.5, а символ Торт має різний зміст у формулах (2.11), (3.1) і (3.13). Систему позначень слід уніфікувати в межах усієї роботи.

Наведені зауваження стосуються переважно уточнення окремих формулювань, узгодження позначень, графічного і табличного матеріалу та додаткової деталізації окремих моделей. Вони не заперечують достовірності отриманих результатів, не впливають на сформульовані положення наукової новизни та не знижують загальної теоретичної і практичної цінності дисертаційної роботи Блонного А.В.

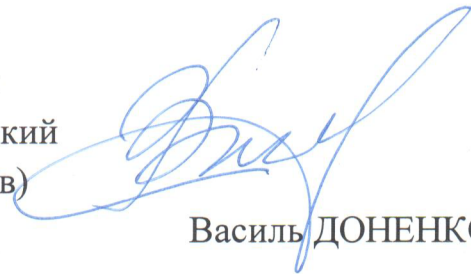
Загальний висновок. Дисертаційна робота Блонного Андрія Володимировича «Науково-прикладний інструментарій визначення оптимальної тривалості будівництва в умовах невизначеності» є завершеним, самостійно виконаним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-технічне завдання у сфері організації будівництва, що полягає в теоретико-методичному обґрунтуванні та розробці науково-прикладного інструментарію визначення оптимальної тривалості будівництва в умовах невизначеності. У роботі сформовано науково обґрунтовані положення, що характеризуються належним рівнем достовірності, внутрішньою логічною узгодженістю та містять результати, які мають наукову новизну, теоретичне і практичне значення.

Зміст дисертації відповідає визначеним меті та завданням дослідження, а отримані результати логічно взаємопов'язані та послідовно розкриті в усіх розділах роботи. Основні положення дослідження пройшли апробацію, висвітлені у наукових публікаціях автора та відповідають спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Висловлені у відгуку зауваження мають переважно рекомендаційний і редакційно-уточнювальний характер і не знижують наукової цінності одержаних результатів.

Вважаю, що дисертаційна робота Блонного Андрія Володимировича за актуальністю, ступенем обґрунтованості наукових положень, науковою новизною, теоретичним і практичним значенням отриманих результатів, рівнем їх апробації та оформленням відповідає вимогам 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), а Блонний Андрій Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ

Професор кафедри будівництва, урбаністики
та просторового планування, Східноукраїнський
національний університет ім. В. Даля (м. Київ)
Доктор технічних наук, професор


Василь ДОНЕНКО

Підпис засвідчую:
Начальник відділу кадрів



Ольга КУРТОВА