

## ВИСНОВОК

наукового консультанта щодо дисертації Рудневої Ірини Миколаївни на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва на тему: «Конструктивно-технологічна система забезпечення якості підсилення каркасних будівель під час реконструкції». Дисертація планується до захисту у спеціалізованій вченій раді Д26.056.03 Київського національного університету будівництва і архітектури

**Загальна характеристика здобувача.** Руднєва Ірина Миколаївна, працюючи на посаді доцента кафедри опору матеріалів Київського національного університету будівництва та архітектури, у 2021 році вступила до докторантури КНУБА при кафедрі будівельних технологій за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва. У період навчання в докторантурі здобувач проявила високий рівень наукової підготовки, самостійність у проведенні досліджень, ініціативність і наполегливість у досягненні поставленої мети – підготовки конкурентоспроможної наукової роботи на здобуття ступеня доктора технічних наук. Тематика дисертаційного дослідження безпосередньо пов'язана з вирішенням складної наукової проблеми формування конструктивно-технологічної системи (КТС) забезпечення якості підсилення каркасних будівель під час реконструкції. Запропонована система базується на принципах системного, життєво-циклового та багатокритеріального підходів і передбачає узгоджене формування конструктивно-технологічних (КТР) та організаційно-технологічних (ОТР) рішень з урахуванням технічного стану каркасу, просторово-планувальних і виробничих обмежень, трудомісткості, тривалості, вартості, та надійності.

**Зміст та структура роботи.** Дисертаційна робота є самостійним завершеним науковим дослідженням, побудована логічно та методично обґрунтована. Структура роботи відповідає вимогам до докторських дисертацій та охоплює всі необхідні етапи дослідження: постановку проблеми, аналіз сучасного стану наукових досліджень, формування методологічних підходів, розроблення моделей і методик, а також обґрунтування та апробацію отриманих результатів.

У роботі проведено комплексний аналіз сучасного стану проблеми підсилення каркасних будівель, визначено основні фактори, що впливають на технічний стан конструкцій та вибір рішень щодо їх підсилення. Значну увагу приділено систематизації дефектів і пошкоджень конструкцій, аналізу умов експлуатації, а також дослідженню технологічних процесів підсилення. Основну частину роботи присвячено розробленню КТС, що забезпечує високу якість

підсилення каркасних будівель, формуванню моделей КТР та ОТР, а також розробленню методів багатокритеріального оцінювання їх ефективності.

**Актуальність теми дослідження.** Дисертація присвячена надзвичайно актуальній проблемі – забезпеченню якості підсилення каркасних будівель під час реконструкції. У сучасних умовах значна кількість цивільних і промислових будівель потребує реконструкції та підсилення несучих конструкцій у зв'язку з фізичним і моральним зносом, зміною функціонального призначення, зростанням експлуатаційних навантажень, змінами нормативних вимог, кліматичними впливами та наслідками бойових дій. Аналіз сучасної практики реконструкції показав, що існуючі підходи до вибору КТР підсилення мають переважно фрагментарний характер і не забезпечують комплексного врахування технічних, технологічних, організаційних, економічних, екологічних і соціальних факторів. У зв'язку з цим виникає необхідність створення науково обґрунтованої системи прийняття рішень, яка дозволить комплексно оцінювати альтернативні варіанти підсилення та забезпечувати узгоджене формування КТР та ОТР. Саме ця проблема стала основою для виконання дисертаційного дослідження.

**Новизна наукових результатів** дисертаційної роботи. Наукова новизна отриманих результатів полягає у формуванні та науковому обґрунтуванні КТС забезпечення якості підсилення каркасних будівель під час реконструкції, яка інтегрує технічні, технологічні, організаційні, економічні, екологічні та управлінські аспекти процесу реконструкції у межах єдиного системного підходу.

Принципова інноваційність запропонованого підходу полягає у переході від традиційного фрагментарного розгляду окремих конструктивних або технологічних рішень до комплексної багатокритеріальної системи прийняття рішень, у якій підсилення каркасних конструкцій розглядається як керований процес трансформації технічного стану будівлі протягом усього життєвого циклу об'єкта. У межах дослідження сформовано методологічну основу побудови КТС, що забезпечує узгоджене формування КТР та ОТР рішень, а також їх багатокритеріальну оцінку за інтегрованою системою показників експлуатаційної надійності, ефективності та сталості.

На мою думку, у даній роботі *вперше* сформульовано наукову КТС забезпечення якості підсилення каркасних будівель, у якій процес підсилення розглядається як керована багатокритеріальна система перетворень із визначеними вхідними параметрами, обмеженнями, моделями реалізації та цільовими результатами, а вибір рішень здійснюється за інтегрованою системою критеріїв ефективності, експлуатаційної надійності та сталості протягом життєвого циклу будівлі.

У межах цієї концепції *вперше*:

➤ обґрунтовано формалізований механізм узгодження моделей КТР–ОТР з інтеграцією факторів ініціювання підсилення на основі логічної матриці відношень і комплексу CRIST, що забезпечує перехід від описового вибору технологічних рішень до алгоритмізованого попереднього відбору допустимих комбінацій у просторі рішень «багато-до-багатьох»;

➤ сформовано систему показників якості КТР на основі інтеграції критеріїв надійності, ефективності та сталості, що охоплює технічні, технологічні, економічні, екологічні та організаційні аспекти реалізації рішень протягом усього життєвого циклу будівлі;

➤ систематизовано ієрархічну модель універсальної множини КТР підсилення каркасних конструкцій, структурованих не лише за видом матеріалу або типом елемента, а за характером втручання у роботу каркасу, просторово-планувальними обмеженнями та умовами організаційно-технологічної реалізації;

➤ запропоновано операційну модель оптимізації підсилення, у межах якої встановлено функціональний зв'язок між групами технологічних операцій і інтегральною оцінкою якості КТР, що створює можливість алгоритмізації вибору ефективних технологічних схем;

➤ представлено BIM-орієнтовану інформаційно-аналітичну підсистему як цифрове ядро КТС з інтегрованим інтелектуальним контуром управління якістю та стратегічного прийняття рішень, що забезпечує формалізований вибір КТР та ОТР у межах єдиного інформаційного середовища реконструкції.

➤ на основі поєднання 3D-сканування існуючих конструкцій, інструментів BIM-моделювання, систем оцінювання технічного стану каркасів, життєво-циклових показників, імітаційного моделювання та механізмів ітераційного коригування моделей КТР–ОТР запропоновано алгоритм цифровізації прийняття рішень щодо підсилення каркасних будівель, який представлено модифікованою КТС із Lean-ядром, у якій BIM- та Lean-технології розглядаються не як допоміжні інструменти, а як структурні компоненти системи формування, оцінювання та вибору рішень;

➤ обґрунтовано імітаційний підхід до оцінювання альтернативних технологічних моделей підсилення, що дозволяє кількісно визначати вплив Lean-оптимізації, інтегрованого контролю якості та застосування сучасних матеріалів, зокрема FRP-систем, на трудомісткість, тривалість і ефективність реконструкції.

➤ запропоновано підхід до інтеграції принципів сталого розвитку, Lean-ідентифікації втрат, життєво-циклового аналізу та цифрового моделювання у систему підтримки прийняття рішень щодо підсилення каркасних будівель. Крім

того, у межах КТС вперше обґрунтовано системну інтеграцію інтелектуального обладнання та роботизованих технологій як складової моделей КТР і ОТР, що дозволяє оцінювати доцільність їх застосування за показниками якості, безпеки, часу та вартості виконання робіт і створює передумови переходу до цифрово керованої реконструкції в межах концепції Construction 4.0.

*В даному дослідженні складовими новизни за класифікатором «удосконалено» відповідають наступні результати:*

➤ методологічні підходи до аналізу та організації процесів підсилення каркасних конструкцій шляхом переходу від локального розгляду окремих технологічних операцій до системного моделювання технологічного процесу як стохастичної багатofакторної системи з варіативною послідовністю виконання операцій;

➤ методичні підходи до формування технологічних схем підсилення на основі комбінаторного аналізу можливих перестановок операцій, що дозволило обґрунтувати доцільність суміщення технологічно сумісних переходів і забезпечити зменшення трудомісткості процесів підсилення без втрати якості та безпеки виконання робіт;

➤ методику мікроелементного нормування технологічних процесів підсилення, у якій застосовано ієрархічну декомпозицію будівельного процесу, що дозволяє уніфікувати розрахунок трудомісткості для різних типів конструктивних елементів та умов реконструкції;

➤ методичні положення щодо формалізованого опису технологічних схем підсилення на основі параметризованої моделі TS, що інтегрує атрибути конструктивного елемента, моделі КТР і ОТР та фактори виробничого середовища при виборі технології та механізації робіт;

➤ підходи до дослідження трудомісткості процесів підсилення каркасних конструкцій на основі натурних хронометражних спостережень, що дозволило сформулювати репрезентативну емпіричну базу трудових витрат і встановити структуру трудомісткості технологічного процесу;

➤ методику адаптивного нормування трудомісткості процесів підсилення, яка базується на поетапній декомпозиції монтажних процесів на операції та мікрооперації з формуванням матриць складових норм витрат праці;

➤ методичні підходи до техніко-економічного оцінювання альтернативних моделей підсилення, що базуються на аспектному аналізі за сукупністю показників Cost–Space–Labor– Time–Carrying Capacity–Sustainability;

➤ методику порівняльного ранжування конструктивно-технологічних моделей підсилення, у межах якої запропоновано індекс порівняльної доцільності  $I_{\text{пд}}$ , що

дозволяє формалізовано визначати раціональні рішення залежно від пріоритетів реконструкції;

- методичні підходи до інтеграції BIM-моделювання та Lean-інструментів у процес організації реконструкції, що дозволяє зменшити втрати часу і ресурсів, підвищити передбачуваність процесів та знизити ризики при реалізації КТР;

- підходи до використання інтелектуального обладнання та роботизованих систем у технологічних процесах реконструкції, що дозволяє підвищити безпеку виконання робіт, зменшити вплив людського фактора та забезпечити стабільність технологічних параметрів підсилення.

*Вважаю, що в даному дослідженні за характеристиками новизни «набуло подальшого розвитку» слід виокремити наступні результати здобувача:*

- теоретичні положення щодо реконструкції каркасних будівель як керованого процесу зміни властивостей несучого каркасу під впливом технічних, технологічних та організаційних факторів;

- наукові уявлення про роль просторово-планувальних параметрів існуючих будівель у формуванні КТС підсилення;

- підходи до систематизації дефектів і пошкоджень елементів каркасу як інформаційної основи для вибору стратегій підсилення під час реконструкції;

- методичні положення щодо використання сучасних матеріалів підсилення, зокрема FRP-систем;

- підходи до моделювання технологічних схем організації та механізації монтажу елементів підсилення;

- положення щодо інтеграції сучасних цифрових інструментів підтримки прийняття рішень у систему забезпечення якості підсилення;

- методичні підходи до багатокритеріального оцінювання альтернативних моделей підсилення каркасних будівель;

- засади переходу від описової класифікації способів підсилення до алгоритмізованого вибору рішень у цифровому середовищі реконструкції.

**Практичне значення** дисертаційної роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані при розробленні проектних рішень щодо реконструкції та підсилення каркасних будівель. Запропонована КТС дозволяє підвищити обґрунтованість вибору технологічних рішень, зменшити трудомісткість і тривалість виконання робіт, унеможливити виробничі ризики та підвищити надійність і довговічність конструкцій.

Отримані результати можуть бути використані проектними, науково-дослідними, експертними та будівельними організаціями при розробленні

нормативно-методичної бази, проєктно-кошторисної документації та інвестиційних програм у сфері реконструкції будівель.

Окремі положення дисертаційної роботи впроваджено в освітній процес Київського національного університету будівництва і архітектури при підготовці здобувачів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

**Повнота викладу змісту роботи в наукових публікаціях.** Основні положення, результати та інновації дисертаційного дослідження достатньо повно відображені у наукових публікаціях здобувача. Загалом за результатами дослідження оприлюднено 46 наукових публікації, серед яких 7 статей у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз Web of Science, 17 статей у фахових наукових виданнях категорії «Б», 3 патенти на корисну модель, а також 19 тез доповідей, представлених на міжнародних та національних наукових конференціях. Такий рівень публічної представленості результатів дослідження свідчить про їх наукову новизну, актуальність, практичну значущість та достатній рівень наукової зрілості здобувача.

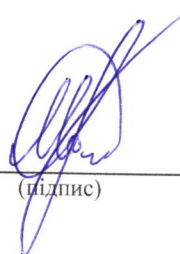
**Оцінка дотримання здобувачем принципів академічної доброчесності у процесі підготовки дисертації.** Під час підготовки дисертації дотримано принципів академічної доброчесності. Дисертаційне дослідження є результатом самостійної наукової роботи здобувача. Перевірка дисертаційної роботи на академічну доброчесність із використанням спеціалізованих програмних систем підтвердила належний рівень оригінальності тексту. Усі використані джерела інформації супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями, що відповідає вимогам академічної доброчесності. Матеріали, виконані у співавторстві, чітко ідентифіковані з визначенням особистого внеску автора.

**Загальний висновок по роботі.** На мою думку як наукового консультанта, дисертаційне дослідження Руднєвої Ірини Миколаївни повністю відповідає напрямку спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва. У межах виконаної роботи успішно вирішено важливу науково-прикладну проблему формування КТС забезпечення якості підсилення каркасних будівель під час реконструкції, яка базується на принципах системного, життєво-циклового та багатокритеріального підходів і передбачає узгоджене формування КТР та ОТР з урахуванням технічного стану каркасу, просторово-планувальних і виробничих обмежень, а також критеріїв надійності, ефективності та сталості. Отримані результати характеризуються науковою новизною, системністю теоретичних узагальнень, методологічною обґрунтованістю та значним практичним значенням для розвитку теорії і практики реконструкції цивільних і промислових будівель. На підставі оцінювання роботи за рівнем

наукової новизни, системності теоретичних положень, практичної цінності отриманих результатів, методологічної обґрунтованості дослідження та дотримання вимог академічної доброчесності вважаю, що дисертаційна робота повністю відповідає вимогам «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. №1197 (зі змінами та доповненнями). Подана робота демонструє відповідний ступінь докторської фахової зрілості здобувача, а результати дисертаційного дослідження мають вагомe значення для розвитку теорії та практики технології й організації реконструкції будівель. У зв'язку з цим вважаю за доцільне підтримати рішення щодо присудження Руднєвій Ірині Миколаївні наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва.

Науковий консультант:

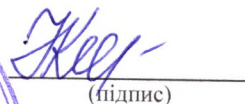
доктор технічних наук, професор кафедри  
будівельних технологій Київського  
національного університету будівництва і  
архітектури



(підпис)

Олександр  
МОЛОДЦ

Підпис проф. Олександра МОЛОДЦА  
засвідчую:  
вчений секретар Вченої ради  
Київського національного університету  
будівництва і архітектури



(підпис)

Микола  
КЛИМЕНКО