

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

д.т.н., проф. Арутюнян Ірини Андріївни

по дисертаційній роботі Рудневої Ірини Миколаївни

«Конструктивно-технологічна система забезпечення якості підсилення каркасних будівель під час реконструкції». Робота подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва

1. Аналіз ступеня актуальності обраної тематики дисертації та обґрунтування вибору предмета дослідження.

Обрана тема дисертаційної роботи є безумовно актуальною та відповідає сучасним потребам розвитку теорії і практики технології та організації будівництва. Необхідність підвищення ефективності реконструкції існуючого будівельного фонду, значна частина якого представлена каркасними промисловими та цивільними будівлями, фізичний і моральний знос конструкцій, зміна функціонального призначення об'єктів, зростання експлуатаційних навантажень, оновлення нормативної бази, а також масштабні пошкодження будівель унаслідок воєнних дій зумовлюють необхідність не лише розроблення сучасних підходів до забезпечення якості підсилення конструкцій, а й формування нових методологічних засад управління цими процесами в умовах цифрової трансформації будівельної галузі. Саме тому дослідження, присвячене формуванню конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення каркасних будівель, є своєчасним і має важливе науково-практичне значення.

Особливої уваги заслуговує виконаний автором комплексний аналіз науково-технічних передумов дослідження. У першому розділі дисертації системно узагальнено сучасний стан розвитку теорії та практики реконструкції каркасних будівель, критично проаналізовано нормативно-правову базу України, міжнародні стандарти ISO та вимоги Регламенту ЄС №305 щодо забезпечення експлуатаційної придатності, довговічності, безпеки й якості будівельної продукції. На відміну від традиційних оглядів літератури, автор не обмежується констатацією відомих положень, а здійснює їх критичне переосмислення стосовно специфіки процесів підсилення каркасних будівель. Узагальнення значного масиву наукових джерел, нормативних документів і практичного досвіду реконструкції реальних об'єктів дозволило виявити існуючі наукові прогалини та сформулювати концептуальні передумови для створення конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення каркасних будівель.

Важливим науковим результатом проведеного аналізу є те, що автором переконливо доведено недостатність традиційного підходу, за якого вибір способів підсилення здійснюється переважно на основі окремих конструктивних або технологічних рішень. Обґрунтовано необхідність переходу до системного багатокритеріального управління процесами підсилення, яке враховує взаємозв'язок конструктивних, технологічних, організаційних, економічних,

екологічних та інформаційних чинників протягом усього життєвого циклу об'єкта.

Безперечно цінним є те, що автор розглядає поставлену наукову проблему в контексті сучасної трансформації будівельної галузі, пов'язаної з переходом до концепції Construction 4.0. У роботі переконливо обґрунтовано доцільність використання цифрових технологій управління життєвим циклом будівель та його аналізу, BIM-моделювання, принципів Lean Construction, концепцій цифрового моніторингу стану будівлі, а також інтелектуальних методів підтримки прийняття рішень як взаємопов'язаних компонентів сучасної системи управління процесами реконструкції.

Разом із тим дисертант обґрунтовано показує, що процеси реконструкції каркасних будівель і сьогодні значною мірою базуються на локальних технічних рішеннях, тоді як питання комплексного вибору конструктивно-технологічних та організаційно-технологічних рішень залишаються недостатньо формалізованими. Це обмежує можливості цифровізації процесів проєктування, планування й управління реконструкцією. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває створення інтегрованої системи, яка забезпечує узгодження результатів технічного обстеження, вибору способів підсилення, оцінювання альтернативних моделей, нормування трудових витрат, аналізу виробничих ризиків і цифрового супроводу процесів реконструкції. Саме на вирішення цього комплексу взаємопов'язаних завдань і спрямоване виконане дослідження.

Важливою перевагою дисертаційної роботи є те, що процес підсилення розглядається не як сукупність окремих конструктивних рішень і технологічних операцій, а як цілісна конструктивно-технологічна система, яка інтегрує результати технічного обстеження, технічний стан конструкцій, умови виробничого середовища, конструктивно-технологічні та організаційно-технологічні рішення, а також критерії надійності, ефективності й сталості. Такий підхід відповідає сучасним тенденціям розвитку технології та організації будівництва та створює наукове підґрунтя для формування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень у сфері реконструкції будівель.

Предмет дослідження, що полягає у формуванні науково обґрунтованої конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення каркасних будівель, сформульовано логічно, він повністю узгоджується з поставленою метою та завданнями роботи і охоплює процеси формування, оцінювання, вибору та реалізації конструктивно-технологічних і організаційно-технологічних рішень підсилення каркасних будівель у процесі реконструкції. Його зміст відповідає сучасним науковим напрямкам розвитку технології та організації будівництва, цифровізації будівельної галузі та впровадження принципів сталого розвитку.

Викладене дає підстави стверджувати, що тема дисертаційної роботи є актуальною як у науковому, так і в практичному аспектах, предмет дослідження визначено логічно й обґрунтовано, а сформульована автором концепція конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення каркасних будівель відповідає сучасним тенденціям розвитку технології та організації будівництва, цифровізації галузі та принципам сталого розвитку.

2. Оцінювання відповідності здобутих результатів цілям і завданням, визначеним науково-дослідними програмами та планами.

Дисертаційна робота Рудневої І.М. органічно пов'язана з тематикою науково-дослідних робіт, що виконувалися у Київському національному університеті будівництва і архітектури, та є логічним продовженням їх науково-методичного розвитку. Отримані результати відповідають поставленим цілям і завданням зазначених досліджень, водночас суттєво розширюючи їх за рахунок формування цілісної конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення каркасних будівель.

У межах теми «Технологічні основи виконання будівельних робіт та процесів будівельного виробництва» (ДР № 0119U000544) подальшого розвитку набули методичні підходи до формалізації технологічних процесів підсилення конструкцій на основі мікроелементного моделювання, що дозволило врахувати технічні, просторово-планувальні та організаційно-технологічні фактори при формуванні конструктивно-технологічних рішень.

Результати, отримані в межах теми «Вдосконалення теоретичних основ варіантного проєктування технологій будівництва та реконструкції об'єктів промислового та цивільного призначення» (ДР № 0125U002046), знайшли розвиток у запропонованому багатокритеріальному підході до вибору конструктивно-технологічних і організаційно-технологічних рішень, формуванні системи критеріїв їх оцінювання, а також створенні інформаційно-аналітичного інструментарію підтримки прийняття рішень.

У межах науково-дослідної теми «Система аналітичного визначення стандартів часу на виконання будівельних процесів» (ДР № 0225U002391) удосконалено методичні підходи до нормування трудових і часових витрат процесів підсилення каркасних конструкцій із використанням багатофакторних моделей, що підвищує точність визначення нормативних показників та їх адаптивність до реальних умов реконструкції.

Слід також відзначити, що тематика дисертаційної роботи узгоджується із сучасними державними пріоритетами розвитку будівельної галузі, спрямованими на цифровізацію процесів проєктування і будівництва, впровадження BIM-технологій та підвищення ефективності реконструкції існуючого будівельного фонду. Основні положення дослідження відповідають вимогам Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», а також Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17.02.2021 № 152-р.

Викладене свідчить про те, що результати дисертаційної роботи повністю відповідають цілям і завданням науково-дослідних програм, у межах яких вони виконувалися, та водночас розвивають їх шляхом створення інтегрованого науково-методичного підходу до забезпечення якості підсилення каркасних будівель в умовах цифрової трансформації будівельної галузі.

3. Рівень аргументованості та достовірності отриманих наукових результатів і сформульованих висновків. Наукові результати дисертаційної

роботи характеризуються високим рівнем обґрунтованості та достовірності, що забезпечується цілісною методологією дослідження, логічною послідовністю виконання роботи та комплексним використанням сучасних методів наукового пізнання. У процесі дослідження застосовано системний, процесний, функціональний і життєво-цикловий підходи, методи структуризації та декомпозиції складних систем, багатокритеріального аналізу, математичного й імітаційного моделювання, мікроелементного нормування, експертного оцінювання, техніко-економічного аналізу, а також методи оптимізації та аналізу ризиків. Їх комплексне використання забезпечило всебічне дослідження процесів підсилення каркасних будівель і належний рівень аргументованості сформульованих наукових положень.

Високий рівень достовірності отриманих результатів підтверджується комплексним характером проведених досліджень. Теоретичні положення дисертації ґрунтуються на аналізі значного масиву вітчизняних і зарубіжних наукових праць, нормативних документів та сучасних підходів до реконструкції і підсилення будівель. Водночас автором виконано власні натурні обстеження технічного стану каркасних конструкцій, досліджено характерні дефекти та пошкодження, проведено польові хронометражні спостереження на об'єктах реконструкції, сформовано репрезентативну емпіричну базу трудомісткості процесів підсилення та виконано її статистичне опрацювання.

Достовірність окремих наукових положень підтверджено результатами чисельного моделювання напружено-деформованого стану конструкцій із використанням програмного комплексу на основі методу скінченних елементів, що дозволило оцінити ефективність різних способів підсилення та підтвердити їх конструктивну доцільність. Водночас результати натурних досліджень, аналітичних розрахунків і моделювання стали основою для формування методики нормування трудових витрат, багатокритеріального оцінювання конструктивно-технологічних рішень та побудови моделей організації процесів підсилення.

Важливим підтвердженням достовірності отриманих результатів є їх практична апробація під час технічного обстеження, проектування та реконструкції промислових і цивільних об'єктів, а також при порівняльному оцінюванні альтернативних моделей конструктивно-технологічних рішень. Узгодженість результатів натурних досліджень, аналітичних розрахунків, чисельного моделювання та практичного впровадження свідчить про достатній рівень достовірності сформульованих висновків.

Розроблена конструктивно-технологічна система забезпечення якості підсилення каркасних будівель є логічним узагальненням отриманих теоретичних, експериментальних і прикладних результатів. Вона базується на формалізації процесів вибору конструктивно-технологічних та організаційно-технологічних рішень, інтегрує результати технічного обстеження, багатокритеріального оцінювання та сучасні підходи до цифрової підтримки реконструкції, що забезпечує високий рівень наукової обґрунтованості запропонованих положень і практичних рекомендацій.

4. Характеристика наукової новизни окремих положень і висновків дослідження. Рівень наукової новизни результатів дисертаційної роботи відповідає вимогам, що висуваються до докторських дисертацій за спеціальністю 05.23.08 – «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Наукова новизна має комплексний характер і охоплює теоретичні, методологічні, аналітичні та прикладні аспекти організації процесів підсилення каркасних будівель у процесі реконструкції.

До результатів, одержаних уперше, на мою думку, належать:

- розроблення та наукове обґрунтування конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення каркасних будівель, у межах якої процес підсилення вперше розглянуто як керовану багатокритеріальну систему, що інтегрує конструктивні, технологічні, організаційні, економічні та екологічні чинники у єдиному просторі прийняття рішень;
- запропонування BIM-орієнтованої інформаційно-аналітичної підсистеми як цифрового ядра КТС, яка забезпечує інтегровану підтримку управління якістю та формалізованого вибору конструктивно-технологічних і організаційно-технологічних рішень;
- обґрунтування формалізованого механізму узгодження моделей КТР і ОТР на основі логічної матриці відношень та комплексу CRIST, що забезпечує алгоритмізований вибір допустимих комбінацій рішень залежно від технічного стану конструкцій, умов реконструкції та факторів ініціювання підсилення;
- формування універсальних ієрархічних множин конструктивно-технологічних і організаційно-технологічних моделей, а також формалізованої системи оцінювання їх якості на основі інтеграції критеріїв надійності, ефективності та сталості;
- розроблення методики порівняльного багатокритеріального оцінювання моделей підсилення з використанням інтегрального індексу порівняльної доцільності, що забезпечує формалізоване ранжування альтернативних рішень за технічними, організаційними, економічними та екологічними показниками;
- обґрунтування концепції цифрової підтримки прийняття рішень щодо підсилення каркасних будівель шляхом інтеграції BIM-технологій, принципів Lean Construction, життєво-циклового аналізу, імітаційного моделювання та сучасних цифрових підходів у єдину систему підтримки прийняття рішень;
- систематизацію факторів недосконалого застосування матеріалів як окремої групи впливу на якість підсилення, що дозволило інтегрувати їх до складу КТС, встановити причинно-наслідкові зв'язки між технологічними помилками, технічним станом конструкцій та ризиками зниження експлуатаційної надійності й враховувати їх під час багатокритеріального оцінювання конструктивно-технологічних рішень.

До результатів, що удосконалено, слід віднести:

- науково-методичні засади оцінювання якості підсилення каркасних будівель шляхом переходу від аналізу окремих технічних рішень до комплексного багатокритеріального оцінювання в межах конструктивно-технологічної системи;

- методологію дослідження процесів підсилення на основі інтеграції системного, процесного, ризик-орієнтованого та життєво-циклового підходів;
- систему критеріїв оцінювання конструктивно-технологічних рішень шляхом урахування технологічності, просторово-планувальних обмежень, виробничих ризиків, трудомісткості, тривалості виконання робіт, вартості, довговічності та екологічної ефективності;
- методичні положення щодо обстеження, оцінювання технічного стану та класифікації дефектів і пошкоджень каркасних конструкцій;
- методику аналізування, нормування та коригування трудових і часових витрат процесів підсилення, а також модель мікроелементного нормування із введенням інтегрального коригувального коефіцієнта;
- підходи до формування організаційно-технологічних рішень із урахуванням цифрової підтримки процесів управління, контролю якості та організації виконання робіт;
- методичні підходи до врахування просторово-планувальних характеристик, параметрів робочих зон і виробничих обмежень під час вибору КТР та ОТР;
- підходи до вибору сучасних матеріалів і систем підсилення з урахуванням їх технологічної реалізованості, довговічності, ремонтпридатності та екологічного впливу, а також рекомендації щодо практичного впровадження розробленої КТС.

Набули подальшого розвитку:

- теоретичні положення щодо реконструкції каркасних будівель як комплексного процесу зміни технічного стану та експлуатаційних характеристик несучого каркасу;
- наукові підходи до систематизації дефектів, пошкоджень і факторів технічного стану конструкцій як інформаційної основи вибору стратегій реконструкції та підсилення;
- методичні підходи до моделювання технологічних процесів підсилення на основі мікроелементного підходу, комбінаторного аналізу та мережевого подання процесів;
- наукові положення щодо застосування сучасних матеріалів у системах підсилення з урахуванням вимог довговічності, ресурсної ефективності та принципів сталого розвитку;
- методичні засади інтеграції BIM, Lean, Digital Twin, SHM, LCA та сучасних інтелектуальних методів аналізу даних у систему забезпечення якості підсилення;
- науково-прикладні засади формування операційної системи оптимізації підсилення за критеріями надійності, ефективності, ресурсної доцільності та сталості;
- методичні підходи до порівняльного оцінювання альтернативних моделей підсилення та переходу до алгоритмізованого, цифрово підтримуваного прийняття рішень у процесах реконструкції.

5. Узагальнений висновок щодо характеристики наукової новизни дисертаційної роботи в цілому. Дисертаційна робота Рудневої І.М. характеризується високим рівнем наукової новизни, яка полягає не лише у розв'язанні актуальної науково-прикладної проблеми забезпечення якості підсилення каркасних будівель, а й у формуванні цілісного теоретико-методологічного підґрунтя системного управління цими процесами в умовах реконструкції на засадах багатокритеріальності, цифровізації та сталого розвитку.

Наукова цінність роботи полягає у тому, що автором запропоновано конструктивно-технологічну систему забезпечення якості підсилення каркасних будівель, у межах якої вперше об'єднано результати технічного обстеження, вибір конструктивно-технологічних і організаційно-технологічних рішень, їх багатокритеріальне оцінювання, нормування трудових витрат, аналіз виробничих ризиків та цифрову підтримку прийняття рішень у єдиному методологічному просторі. Це дозволило перейти від розгляду окремих способів підсилення до системного керування процесом реконструкції на всіх етапах його реалізації.

Важливим науковим досягненням є формалізація процесів вибору конструктивно-технологічних та організаційно-технологічних рішень шляхом побудови ієрархічної структури моделей КТР і ОТР, розроблення механізму їх узгодження, системи багатокритеріального оцінювання та алгоритмізації прийняття рішень. Запропонований підхід створює наукові передумови для цифрової підтримки процесів реконструкції, підвищує обґрунтованість вибору моделей підсилення та забезпечує можливість їх адаптації до конкретних умов експлуатації й виконання робіт.

Суттєвим результатом дослідження є також розвиток методичних засад технології та організації підсилення каркасних будівель за рахунок удосконалення підходів до оцінювання технічного стану конструкцій, моделювання технологічних процесів, мікроелементного нормування трудових витрат, урахування просторово-планувальних, організаційних, економічних та екологічних чинників, а також інтеграції принципів BIM, ощадливої організації процесів, життєво-циклового аналізу та багатокритеріального оцінювання в єдину систему забезпечення якості.

Отримані результати мають важливе значення для подальшого розвитку спеціальності 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва», оскільки розширюють її теоретико-методологічний апарат, формують наукові засади цифрово орієнтованого управління процесами реконструкції та створюють методичне підґрунтя для впровадження сучасних інформаційних технологій у практику підсилення каркасних будівель.

Підсумовуючи, слід зазначити, що дисертаційна робота містить сукупність нових наукових положень, моделей, методів і методик, які у своїй сукупності забезпечують вирішення важливої науково-прикладної проблеми підвищення якості підсилення каркасних будівель під час реконструкції та становлять вагомий внесок у розвиток теоретичних і методичних засад технології та організації будівництва.

6. Визначення практичної значущості результатів і висновків, представлених у дисертації. Практична значущість дисертаційної роботи полягає у створенні науково-методичного та прикладного забезпечення процесів підсилення каркасних будівель під час реконструкції, яке може бути безпосередньо використане у проєктній, експертній та виробничій діяльності. Розроблена конструктивно-технологічна система забезпечення якості підсилення, а також запропоновані методики, моделі й алгоритми формують цілісний інструментарій для обґрунтованого вибору конструктивно-технологічних і організаційно-технологічних рішень з урахуванням технічного стану конструкцій, особливостей виробничого середовища та умов виконання реконструкційних робіт.

Практичну цінність мають розроблені методичні підходи до багатокритеріального оцінювання моделей підсилення, формалізації технологічних процесів, нормування трудових витрат на основі мікроелементного підходу, урахування просторово-планувальних, організаційних, економічних, соціальних та екологічних чинників, а також систематизації факторів ризику, пов'язаних із застосуванням матеріалів і технологій підсилення. Їх використання забезпечує підвищення обґрунтованості проєктних рішень, оптимізацію організації будівельного виробництва, скорочення трудомісткості й тривалості виконання робіт, більш раціональне використання матеріально-технічних ресурсів та зниження виробничих ризиків. Важливим практичним результатом є можливість застосування запропонованої конструктивно-технологічної системи як методичної основи для цифрової підтримки процесів реконструкції, вибору оптимальних моделей підсилення та оцінювання їх ефективності за технічними, організаційними, економічними й екологічними критеріями. Це створює передумови для підвищення надійності, довговічності та експлуатаційної ефективності каркасних будівель, а також сприяє реалізації принципів сталого розвитку в будівництві.

Практична значущість одержаних результатів підтверджується їх апробацією та впровадженням у діяльність ТОВ «Укргіпротранс» і ФОП Шутенко В.В., що засвідчено відповідними актами (довідками) про впровадження. Окремі результати дослідження використовуються також в освітньому процесі та науково-методичній роботі, що підтверджує їх універсальність, прикладну цінність і готовність до широкого використання у сфері реконструкції та підсилення каркасних будівель.

7. Оцінка логічності побудови, змістовного наповнення та структури дисертаційної роботи. Дисертаційна робота має чітку, логічно виважену структуру та відповідає вимогам, установленим для наукових досліджень такого рівня. Послідовність викладу забезпечує обґрунтований перехід від аналізу сучасного стану проблеми до розроблення авторських теоретичних положень, моделей, методик та їх практичної апробації. Вступ, анотації українською та англійською мовами, загальні висновки й додатки доповнюють основний текст і формують цілісне уявлення про мету, завдання, методи та результати дослідження. У першому розділі виконано ґрунтовний аналіз сучасного стану

технології та організації підсилення каркасних будівель, нормативно-правової бази, світового досвіду та сучасних наукових підходів, що дозволило чітко визначити невирішені питання, сформулювати наукову проблему та обґрунтувати напрями подальших досліджень. У другому і третьому розділах сформовано методологічні та методичні засади дослідження, обґрунтовано використання системного, процесного, багатокритеріального та життєво-циклового підходів, розроблено методичні положення щодо моделювання технологічних процесів і нормування трудових витрат. У наступних розділах досліджено технічний стан каркасних конструкцій, систематизовано дефекти й пошкодження, сформовано конструктивно-технологічні та організаційно-технологічні рішення, виконано їх багатокритеріальне оцінювання та апробацію на реальних об'єктах реконструкції. Завершальним етапом дослідження стало формування конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення каркасних будівель, яка інтегрує результати всіх попередніх етапів роботи в єдину систему підтримки прийняття рішень. Важливою перевагою дисертації є органічне поєднання теоретичних положень із результатами власних натурних досліджень, чисельного моделювання, хронометражних спостережень та практичної апробації. Така структура забезпечує внутрішню узгодженість роботи, взаємозв'язок окремих розділів і послідовне нарощування доказової бази від постановки проблеми до практичної реалізації запропонованих наукових рішень.

Дисертація викладена на 558 сторінках, із яких 446 сторінок становить основний текст. Робота складається зі вступу, семи розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Результати дослідження належним чином ілюстровано 180 рисунками та 75 таблицями, що суттєво підвищує наочність викладу, полегшує сприйняття запропонованих моделей, алгоритмів і результатів досліджень.

Зміст, структура та послідовність викладу дисертаційної роботи забезпечують повне розкриття поставленої наукової проблеми та свідчать про належний рівень виконання дослідження.

8. Думка щодо відповідності змісту результатів дослідження паспорту спеціальності. Зміст дисертаційної роботи Рудневої І.М. відповідає паспорту спеціальності 05.23.08 – «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва», а отримані наукові результати охоплюють основні напрями цієї спеціальності. За пунктом 1 паспорта спеціальності, що стосується розвитку наукових основ технології та організації будівельного виробництва, технологічних процесів, реконструкції та відновлення будівель і споруд, дисертаційна робота повністю відповідає вимогам, оскільки містить науково обґрунтовані положення щодо формування конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення каркасних будівель, удосконалення технології виконання робіт та організації процесів реконструкції. За пунктом 2, який охоплює питання організаційно-технологічного проектування будівництва, реконструкції та технічного переоснащення об'єктів, у роботі розроблено методичні підходи до формування, вибору та багатокритеріального оцінювання

конструктивно-технологічних і організаційно-технологічних рішень, моделі їх узгодження та алгоритми підтримки прийняття рішень. За пунктом 3 паспорта спеціальності, пов'язаним з удосконаленням організації будівельного виробництва, управлінням ресурсами та підвищенням ефективності виробничих процесів, дисертація містить результати щодо оптимізації технологічних процесів підсилення, нормування трудових витрат, урахування виробничих ризиків, просторово-планувальних обмежень та ресурсної ефективності реконструкції. За пунктом 4, який передбачає розвиток методів проєктування організації будівництва із застосуванням сучасних інформаційних технологій, у роботі запропоновано BIM-орієнтовану інформаційно-аналітичну підсистему, алгоритми цифрової підтримки прийняття рішень, а також підходи до інтеграції сучасних цифрових технологій у процеси забезпечення якості підсилення каркасних будівель. За пунктом 5 паспорта спеціальності, що стосується механізації, технологізації та оптимізації будівельних процесів, дисертація містить результати щодо моделювання технологічних процесів підсилення, мікроелементного нормування трудових витрат, вибору раціональних технологічних схем і порівняльного оцінювання альтернативних моделей конструктивно-технологічних рішень. За пунктом 6, пов'язаним зі зниженням трудомісткості, матеріаломісткості, вартості будівельної продукції та підвищенням ефективності використання ресурсів, у роботі запропоновано методичні підходи до багатокритеріального оцінювання моделей підсилення, що враховують трудомісткість, тривалість, вартість, ресурсну ефективність, довговічність та показники сталого розвитку.

9. Висновок щодо дотримання принципів академічної доброчесності при виконанні дослідження. На підставі аналізу змісту дисертаційної роботи, наукових публікацій здобувача та результатів перевірки із застосуванням спеціалізованих систем виявлення текстових збігів можна зробити висновок, що дисертаційна робота Рудневої І.М. виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності. Результати перевірки засвідчили низький рівень текстових збігів (максимальний показник – 3,47 %), який обумовлений використанням автором власних раніше опублікованих результатів досліджень та коректним самоцититуванням. Усі використані положення, ідеї, результати досліджень і текстові фрагменти інших авторів супроводжуються належними бібліографічними посиланнями відповідно до вимог академічної етики. Особистий внесок здобувача у наукові праці, опубліковані у співавторстві, чітко визначений у переліку наукових публікацій, що дозволяє однозначно ідентифікувати результати, отримані автором самостійно. Порівняльний аналіз докторської дисертації з кандидатською дисертацією Рудневої І.М. «Особливості просторової роботи всякого покриття, утвореного системою жорстких ниток» (захищеною у 2006 році у спеціалізованій вченій раді Д 12.085.01 Донбаської національної академії будівництва і архітектури) свідчить, що в роботі не використано без належного обґрунтування чи посилань наукові результати, ідеї або текстові матеріали, які були предметом попереднього дисертаційного дослідження.

10. Перевірка відповідності дисертації встановленим нормативним вимогам. На підставі аналізу змісту дисертаційної роботи, наукових публікацій здобувача та результатів дослідження вважаю, що дисертаційна робота Руднєвої І.М. «Конструктивно-технологічна система забезпечення якості підсилення каркасних будівель під час реконструкції» за своїм науковим рівнем, ступенем обґрунтованості отриманих результатів, науковою новизною, практичною значущістю та повнотою їх висвітлення у наукових публікаціях відповідає вимогам, встановленим до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук за спеціальністю 05.23.08 – «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Оформлення дисертації, структура роботи, обсяг публікацій та апробація результатів дослідження відповідають вимогам Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, а також вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 23 вересня 2019 року № 1220 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» (зі змінами).

11. Зауваження, дискусійні моменти та пропозиції для подальших наукових пошуків здобувача.

1) Зауваження щодо першого розділу стосується аналізу сучасних концепцій сталого розвитку та життєво-циклового підходу. Автором переконливо обґрунтовано доцільність їх використання під час формування конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення. Разом із тим доцільно було б більш детально розкрити практичний механізм застосування повного аналізу життєвого циклу (LCA) для кількісного порівняння альтернативних моделей підсилення, оскільки у роботі цей підхід представлено переважно на концептуальному рівні.

2) Зауваження щодо третього розділу стосується методики нормування трудових витрат процесів підсилення. Запропонована автором система мікроелементного нормування є достатньо обґрунтованою та базується на результатах власних натурних досліджень. Водночас становить науковий інтерес більш детальне висвітлення особливостей адаптації розроблених нормативних моделей до реконструкції каркасних будівель різної поверховості, конструктивних схем та функціонального призначення.

3) Зауваження щодо четвертого розділу стосується класифікації дефектів і пошкоджень конструкцій. Запропонована система є достатньо повною та логічно структурованою. Разом із тим доцільно було б більш детально розглянути можливість кількісного оцінювання впливу окремих груп дефектів і пошкоджень на інтегральні показники якості конструктивно-технологічних рішень та пріоритетність виконання заходів із підсилення.

4) Зауваження щодо п'ятого розділу стосується формування конструктивно-технологічних рішень. Автором запропоновано систему факторів, які впливають на вибір моделей підсилення та трудомісткість виконання робіт. Водночас більш детальне дослідження кількісного внеску окремих груп факторів (технологічних, просторово-планувальних, організаційних і виробничих) у формування

інтегрального коефіцієнта умов виконання робіт дозволило б ще повніше обґрунтувати отримані залежності.

5) Зауваження щодо сьомого розділу стосується запропонованої інформаційно-аналітичної підсистеми конструктивно-технологічної системи. У роботі обґрунтовано інтеграцію BIM-технологій, інтелектуального контуру підтримки прийняття рішень, SHM та LCA. Разом із тим практичний механізм взаємодії зазначених компонентів у межах єдиного цифрового середовища доцільно було б деталізувати шляхом наведення структури інформаційних потоків, складу даних та алгоритмів їх оброблення.

6) Наступне зауваження також стосується сьомого розділу. Автором розроблено методику багатокритеріального оцінювання конструктивно-технологічних рішень, яка забезпечує обґрунтований вибір альтернатив. Разом із тим становить науковий інтерес подальше дослідження можливостей автоматизованого визначення вагових коефіцієнтів критеріїв залежно від умов реконструкції, особливостей об'єкта та пріоритетів замовника, що дозволило б ще більше зменшити вплив експертної складової під час прийняття рішень.

7) Цілком погоджуючись із визначеними автором напрямками подальших досліджень, вважаю доцільним рекомендувати продовжити розвиток запропонованої конструктивно-технологічної системи у напрямі створення повноцінної цифрової платформи підтримки прийняття рішень, інтегрованої із сучасними BIM-середовищами, засобами моніторингу технічного стану конструкцій, цифровими двійниками та інструментами автоматизованого формування конструктивно-технологічних і організаційно-технологічних рішень.

8) В авторефераті рисунок 16 містить складну структурно-логічну схему з великою кількістю елементів і взаємозв'язків, що ускладнює її сприйняття через обмежений масштаб зображення. Доцільно було б подати цей рисунок у більшому масштабі або виділити окремі його фрагменти для кращої наочності та зручності аналізу.

Висловлені зауваження мають рекомендаційний характер і не знижують наукової цінності, рівня новизни та практичної значущості дисертаційної роботи. Вони відображають окремі дискусійні аспекти дослідження та визначають перспективні напрями його подальшого розвитку.

12. Загальний висновок рецензента по дисертаційній роботі.

Дисертаційна робота Рудневої І.М. на тему «Конструктивно-технологічна система забезпечення якості підсилення каркасних будівель під час реконструкції» є завершеним і самостійно проведеним науковим дослідженням, у якому вирішено важливу науково-прикладну проблему розвитку теоретико-методологічних засад технології та організації реконструкції будівель шляхом формування конструктивно-технологічної системи забезпечення якості підсилення каркасних будівель.

Наукова цінність роботи полягає у розробленні цілісної концепції конструктивно-технологічної системи, що інтегрує результати технічного обстеження, конструктивно-технологічні та організаційно-технологічні рішення,

багатокритеріальне оцінювання, методи формалізації технологічних процесів, сучасні цифрові підходи та принципи сталого розвитку в єдину систему підтримки прийняття рішень під час реконструкції каркасних будівель. Запропонований підхід забезпечує перехід від фрагментарного вибору окремих способів підсилення до системного, науково обґрунтованого управління процесами забезпечення їх якості.

Практичне значення дисертаційної роботи підтверджується розробленням комплексу моделей, методик, алгоритмів і рекомендацій, придатних до використання у проєктній, експертній та виробничій діяльності. Отримані результати апробовано під час технічного обстеження, проєктування та реконструкції реальних об'єктів, а також впроваджено у практичну діяльність і навчальний процес, що свідчить про їх ефективність, практичну цінність та готовність до широкого застосування.

Зміст дисертаційної роботи повністю відповідає паспорту спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва.

За рівнем наукової новизни, обґрунтованістю та достовірністю отриманих результатів, їх практичною значущістю, повнотою апробації та відповідністю встановленим вимогам дисертаційна робота відповідає положенням пунктів 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197, а також вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України від 23.09.2019 № 1220 «Про опублікування результатів дисертації на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» (зі змінами).

Вважаю, що дисертаційна робота Рудневої Ірини Миколаївни відповідає вимогам, установленим до докторських дисертацій за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора наук за зазначеною спеціальністю.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри промислового та
цивільного будівництва Інженерного
навчально-наукового інституту
ім. Ю. М. Потебні Запорізького
національного університету

Ірина АРУТЮНЯН