

## ВІДГУК

опонента кандидата технічних наук, професора Довженко О.О.  
на дисертаційну роботу Богаченка Сергія Вікторовича  
«МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД  
НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»,  
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
з галузі знань 19 Архітектура та будівництво  
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

**Актуальність теми.** Іще до початку повномасштабних військових дій на території України зношення її основних фондів перевищувало 45%. За час військової агресії РФ багато будівель зруйновано або зазнали значного пошкодження. Достовірне оцінювання та прогнозування технічного стану будівельних конструкцій будівель і споруд, пошкоджених у процесі експлуатації, дозволяє попередити виникнення аварій та пов'язаних з ними матеріальних збитків і людських утрат, а також раціонально використовувати кошти на виконання поточних і капітальних ремонтів, а в рамках нинішньої ситуації приймати обґрунтоване рішення щодо демонтажу конструкцій. Одними з найбільш поширених механізмів контролю технічного стану будівель та споруд є моніторинг та обстеження. Однак, на даний час їх результати здебільшого відображені у вигляді звітів на паперових носіях або в електронному вигляді, що ускладнює аналіз результатів при подальшому накопиченні даних і стає на перешкоді в експертів з оцінки технічного стану при виявленні причин виникнення дефектів та пошкоджень. Виходячи з цього, тема дисертаційної роботи, присвячена інтеграції результатів експлуатації будівель (споруд) в систему цифрового виміру, є **актуальною** та підкреслює важливість поставлених у роботі задач для забезпечення надійної й безпечної експлуатації будівель (споруд).

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Робота виконана на кафедрі технології будівельного виробництва навчально-наукового інституту «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Українського державного університету науки і технологій в рамках науково-дослідної роботи

«Підвищення технологічності при зведенні та відновленні об'єктів цивільної та промислової інфраструктури» (№ державної реєстрації 0124U002083).

**Аналіз змісту дисертації.** Представлена дисертація викладена на 172 сторінках, у т.ч. на 143 сторінках основного тексту, список використаних джерел включає 128 найменувань, містить 66 рисунків і 19 таблиць.

Дисертація складається із вступу, 4 розділів, загальних висновків, 2 додатків.

У **вступі** (5 сторінок) обґрунтовується актуальність теми, представлене науково-технічне завдання удосконалення процесу ведення моніторингу технічного стану будівельних конструкцій будівель і споруд. Сформульовані мета, задачі, об'єкт, предмет, методи досліджень, їх наукова новизна та практична значимість, визначено особистий внесок здобувача й описана апробація результатів роботи.

**Розділ 1:** «Загальні концепції моніторингу технічного стану будівель та споруд» (24 сторінки) присвячено аналізу існуючих методів моніторингу технічного стану будівельних конструкцій будівель (споруд) та нормативної й законодавчої бази України, котра регламентує обстеження й оцінку технічного стану будівель та споруд. Розглянуті етапи, обладнання, переваги та недоліки безперервного (стаціонарного) та періодичного (нестационарного) моніторингу. Перший базується на використанні автоматизованих систем та забезпечує накопичення, аналіз і зберігання даних у режимі реального часу, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в технічному стані будівельних конструкцій і будівель (споруд) у цілому. Однак, його застосування може бути економічно виправданим при експлуатації будівель високого рівня складності або із класом наслідків ССЗ. Розповсюдженим являється моніторинг, який базується на періодичній оцінці, дозволяє охопити велику кількість будівель (споруд) та є більш універсальним методом діагностики та прогнозування технічного стану.

Результати огляду дозволили автору зробити висновок про необхідність створення цифрового інструментарію для накопичення, систематизації та візуалізації інформації, отриманої за результатами періодичного моніторингу з метою забезпечення подальшої надійної експлуатації будівель (споруд).

Розглянуті здобувачем джерела інформації в цілому слід визнати достатніми.

У розділі 2: «Чинники впливу на експлуатаційну придатність будівель та споруд та інформаційна система» (35 сторінок) розглянуто технічну експлуатацію будівель (споруд) як процес підтримки їх працездатного стану; у якості чинників, які сприяють появі дефектів та пошкоджень, запропоновано враховувати недоліки будівництва та проєктування, порушення або зміни умов експлуатації, впливу робочого середовища та ґрунтової основи, докладно розглянуто найбільш поширені дефекти та пошкодження, спричинені кожним із чинників. На основі аналізу встановлено перелік необхідних інформаційних даних, які характеризують дефекти (пошкодження), наголошено на необхідності відстежування зміни характеристик міцності та деформацій. Встановлено основні компоненти інформаційної системи, що розробляється: база даних, система управління нею та прикладна програма. Автором розроблено архітектурний концепт бази даних з урахуванням вимог законодавства та нормативних документів України у сфері будівництва, котрий включає статичний та динамічний блоки. У першому блоці зберігається загальна інформація про власників, будівлі, територію розташування (не впливає на технічний стан об'єкту), у другому - результати періодичних візуальних та інструментальних обстежень (дозволяє наочно відстежувати технічний стан та приймати рішення щодо умов подальшої експлуатації будівель (споруд). Для прийняття рішення щодо можливості подальшої експлуатації конструкцій будівель (споруд), які віднесено до категорій 3 та 4 технічного стану, запропоновано додатково розділити кожну категорію на два рівні.

У розділі 3: «База даних по моніторингу технічного стану будівель та споруд» (41 сторінка) проаналізовано особливості існуючих типів баз даних, та наголошено на доцільності використання реляційної бази для зберігання та аналізу інформації про експлуатацію будівель і споруд. Розроблено математичну модель бази даних «Monitoring», для її управління використано готове рішення SQL Server Management Studio. «Monitoring» складається з набору взаємопов'язаних таблиць із інформацією для комплексного відображення, редагування або видалення даних. Для оптимізації та виключення можливості введення некоректних даних створено два типи таблиць: 5 таблиць першого типу, в які інформація вносяться користувачем (дані про власника будівлі, загальну інформацію про будівлю, наявні в будівлі конструкції, результати

візуальних та інструментальних обстежень); таблиці, що містять нормативні й законодавчі значення та заповнені на етапі створення бази даних (таблиці другого типу). Інформація з цих таблиць використовується для заповнення певних полів таблиць першого типу за допомогою зовнішніх ключів. Загалом база даних містить 19 таблиць, які пов'язані зв'язками «один до багатьох».

**Розділ 4:** «Прикладна програма для взаємодії з базою даних та економічні показники» (30 сторінок) присвячено опису прикладної програми для взаємодії з базою даних та економічними показниками. Прикладна програма включає в себе форми для опрацювання інформації про власників та загальних відомостей про будівлі (споруди), детальної інформації про конструкції будівель (споруд), результати їх візуальних та інструментальних обстежень (міцність та крен). Кожна форма містить свій набір елементів керування та дозволяє відображати, редагувати та вносити нову інформацію в базу даних «Monitoring». У кожній формі передбачені обмеження щодо введення неповної інформації або її дублювання. Реалізовано систему відправки сповіщень про умови подальшої експлуатації.

У **загальних висновках** (2 сторінки) автор приводить підсумки роботи.

У **додатках** розміщені: довідки про впровадження результатів дисертаційної роботи та розрахунок економічного ефекту.

Побудова роботи логічна, всі розділи дисертації пов'язані між собою.

Автор продемонстрував здатність ставити задачі дослідження, вибирати методи їх розв'язання, доводити дослідження до конкретної практичної розробки.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації, їх достовірності й новизни.** Роботу, котра рецензується, характеризує необхідний науково-методичний рівень, поєднання загальнонаукового методу аналізу фундаментальних досліджень з питань моніторингу технічного стану будівельних конструкцій, діалектичного підходу при визначенні умов подальшої експлуатації об'єктів, математичного моделювання при створенні моделі бази даних та комп'ютерне програмування. Представлені наукові положення та результати дисертаційної роботи є достатньо науково обґрунтованими, висновки - достовірними. Науковий рівень результатів досліджень, виконаних

Богаченком С.В., достатній для дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

**Наукова новизна** дисертаційної роботи полягає в тому, що:

– вперше запропоновано кожному із категорій 3 та 4 технічного стану розділити на два рівні для прийняття рішення щодо умов подальшої експлуатації будівель (споруд) або виведення їх з експлуатації;

– вперше, на основі розробленого архітектурного концепту, створено математичну модель бази даних з моніторингу технічного стану конструкцій для фіксації показників дефектів, пошкоджень, деформацій та міцності протягом усього терміну експлуатації будівель (споруд).

**Повнота відображення основних положень дисертації в опублікованих роботах.** За темою дисертації опубліковано 11 робіт, 4 із яких у фахових виданнях України категорії Б. Опубліковані матеріали достатньо повно висвітлюють основні положення роботи. У публікаціях, виконаних у співавторстві, особистий внесок дисертанта відображено відповідно до отриманих ним особисто результатів.

**Значущість результатів дисертаційного дослідження для науки і практики.** Основні положення виконаного дослідження пройшли всі види апробації: вони опубліковані, використані на практичному рівні, обговорені на міжнародних конференціях.

**Практична цінність отриманих результатів** полягає в тому, що результати дисертаційної роботи впроваджені:

- в Слобожанській територіальній громаді при створенні реєстру технічного стану об'єктів нерухомості (акт про впровадження від 22.04.2024);

- в ТОВ «Науково-інжиніринговий центр Арсеко» (акт про впровадження від 20.01.2024);

- ТОВ «СТС-Інжиніринг» (акт про впровадження від 05.02.2024).

**Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.** У дисертаційній роботі Богаченка С.В. не виявлено ознак академічного плагіату та інших порушень, які могли б поставити під сумнів самостійний характер виконаного дослідження та дотримання норм академічної доброчесності.

**Відповідність дисертації встановленим вимогам.** Дисертація Богаченка Сергія Вікторовича є завершеною науковою працею. Робота виконана

державною мовою із дотриманням наукового стилю. Дисертація за вимогами щодо структури, змісту, загального обсягу та кількості наукових публікацій, що висуваються до здобувача наукового ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України, та є результатом науково-дослідної роботи, що характеризується належним науково-методичним рівнем її виконання.

#### **Зауваження та побажання за роботою:**

1) Елементи огляду присутні не лише в першому розділі (наприклад, у другому розділі п. 2.1 – 2.4; у третьому розділі: п. 3.1);

2) Автором на основі різних існуючих класифікацій дефектів та пошкоджень виділені п'ять чинників їх виникнення: недоліки проектних рішень; недоліки будівництва, порушення або зміни умов експлуатації; вплив робочого середовища та вплив ґрунтової основи. На мою думку останні два фактори мають бути враховані при проектуванні, у разі зміни умов порівняно з проектом, фактори відносяться до порушення або зміни умов експлуатації;

3) Для прийняття рішення щодо можливості подальшої експлуатації конструкцій, які віднесено до категорій 3 та 4 технічного стану пропонується розділити кожену категорію ще на два рівні, і якщо при 3 категорії передбачено розвантаження конструкцій, то при 4 – ні;

4) Не зовсім ясно представлено в роботі, за яким критерієм автор розмежовує технічні стани конструкцій (в усіх випадках несуча здатність не забезпечена);

5) При розгляді роботи виникає питання як забезпечити на широкому рівні впровадження запропонованої прикладної програми для вдосконалення системи моніторингу технічного стану будівельних конструкцій будівель (споруд), як зацікавити в цьому замовників і виконавців?

6) Розроблена програма забезпечує експорт результатів обстежень в Word. Але в підрозділах 4.4 та 4.5 нечітко сформульовано які саме результати можна експортувати, останні чи за весь період експлуатації?

7) В додатку Б представлено розрахунок економічного ефекту досліджень на прикладі акту впровадження ТОВ «Науково-інжиніринговий центр Арсеко» (м. Дніпро) при підготовці та обстеженні об'єктів КП «Київтеплоенерго» (м. Київ). Але виникає питання чому не враховані витрати на відрядження

виробничого персоналу, які передбачені в формулі 4.4 (стор. 148) як додаткові витрати при розрахунку показника вартості?

**Загальний висновок.** Тематичне спрямування матеріалів дисертаційної роботи, її науково-прикладні результати та висновки відповідають галузі знань 19 Архітектура та будівництво за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія. Вони є достатньо науково обґрунтованими. Дисертація Богаченка Сергія Вікторовича є завершеним дослідженням, в якому запропоновано підвищення інформативності та звітності системи моніторингу технічного стану будівельних конструкцій будівель (споруд) шляхом розроблення бази даних для структурованого зберігання результатів моніторингу технічного стану будівель (споруд) впродовж всього терміну експлуатації та прикладної програми для внесення, відображення та редагувати інформації в базі даних. За змістом та оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) та «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 січня 2022 року, а її автор, Богаченко Сергій Вікторович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Опонент,  
кандидат технічних наук, професор кафедри  
будівельних конструкцій Національного  
університету «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка»

Оксана ДОВЖЕНКО

*П. Довженко*  
*Маскаленко В. Дімітрій*  
*Сімонов*