

## ВІДГУК

офіційного опонента дисертаційну роботу Шокарева Андрія Вікторовича „ Інформаційно-апаратне забезпечення усунення кренів багатоповерхових будівель ”, яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.06 «Інформаційні технології»

**Актуальність теми дослідження.**Невизначеність у початково-крайових умовах, що необхідні для коректної оцінки поточного технічного стану (ТС) багатоповерхових будівель (ББ), не лише не зменшується, а й зростає. Інформація щодо фізико-механічних властивостей (ФМВ) ґрунтів основи ББ та ТС її будівельних конструкцій може швидко змінюватися внаслідок прориву комунікацій, нерівномірного осідання, крену та ін., а також отримується з різних джерел з різною точністю (похибкою) приладів, різною кваліфікацією експертів, часто є неповною, недостовірною, застарілою або спотвореною. Всі ці фактори сильно ускладнюють прийняття коректних оперативних управлінських рішень (наприклад, при вирівнюванні будівель), оцінку відповідності ТС ББ діючим будівельними нормативами та прогнозування його зміни навіть у найближчому майбутньому. При цьому надмірне бажання за допомогою сертифікованих в Україні в галузі будівництва програмних комплексів LIRA або SCAD деталізувати структуру напружено-деформованого стану (НДС) ББ, як найточніше виявити закономірності зміни ТС ББ при відсутності повної інформації про початково-крайові умови розрахункової задачі, характер їх еволюційної динаміки, тощо, може в окремих випадках призвести до спотворення результатів. Це обумовлено обмеженістю математичних моделей ББ, що входять до складу цих програмних комплексів, у зв'язку неврахуванням в них реальної нелінійної поведінки ББ, обмеженістю обліку властивості ФМВ ґрунтів основи та будівельних матеріалів, закладених в їх теоретичну основу. Тому актуальною є і залишається проблема розробки інформаційної технології діагностування поточного стану багатоповерхової будівлі (ІТДББ) для ліквідації її крену, яка б враховувала фактичні зміни початково-крайових умов, зміни ФМВ ґрунтової основи та будівельних матеріалів, що складають ББ, їх еволюцію протягом всього процесу вирівнювання та фіксації ББ в новому горизонтальному положенні на основі експериментальної інформації з прецензійних інклінометричних датчиків, що розподілені по ББ (елементи DigitalTwins (DT)). Все це відбувається в умовах невизначеності і ризику будівельних аварій, що можуть спричинити руйнування ББ, що вирівнюється. Тому важливою і актуальною науково-прикладною задачею, що розв'язується в дисертаційній роботі, є створення нової ІТДББ яка включає настроювання та верифікацію комп'ютерної моделі ББ в сукупності з уточненням початково-крайових умов (з урахуванням поточного ТС будівельних конструкцій ББ, зміни їх міцності та зміни ФМВ ґрунтів основи за часом та деградацією); системний аналіз on-line результатів експериментальних даних та результатів поточного математичного



коригування управлінських рішень протягом всього процесу вирівнювання с кінцевою метою надійної фіксації будівлі в новому горизонтальному положенні при одночасному забезпеченні надійного функціонування ББ протягом всього процесу вирівнювання без зупинки функціонування інженерних мереж ББ, технологічного обладнання (ліфти та ін.) та відселення мешканців.

**Новизна наукових положень дисертаційного дослідження що виносяться на захист.** Наукова новизна запропонованих в дисертації положень полягає в тому, що.

*Вперше:*

– розроблено ІТДББ для ліквідації крену будівлі в умовах постійної зміни її вертикального положення, ФМВ ґрунтів основи та властивостей матеріалів окремих будівельних конструкцій (тріщиноутворення) без зупинки функціонування інженерних мереж ББ, технологічного обладнання (ліфти та ін.) та відселення мешканців протягом всього часу вирівнювання, а також деякого часу після його завершення;

– розроблено спеціалізовану програму Pendulum оперативної обробки в онлайн-режимі експериментальних даних з прецизійних інклінометричних датчиків, що розподілені по ББ (*елементи DT*) в процесі ліквідації її наднормативного крену, та графічної інтерпретації результатів для кращого сприйняття інформації ІТДББ ОПР та є елементом зворотного зв'язку при підтримці оперативних управлінських рішень в процесі ліквідації наднормативного крену ББ.

*Удосконалено:*

– математично-алгоритмічний апарат ІТДББ, що включає математичні моделі будівель та ґрунтів основи, що були використані в процесі вирівнювання ББ.

– прецизійні чутливі інклінометричні елементи, розроблено спеціальний стенд для їх тестування та проведення метрологічних досліджень;

– безперервний зв'язок між результатами вимірювань від прецизійних чутливих інклінометричних елементів, що розподілені по ББ, та пакетом прикладних програм ЛІРА САПР для оперативного врахування зміни початково-крайових умов при поточних розрахунках НДС ББ протягом всього процесу вирівнювання та деякого час після його завершення.

*Отримала подальший розвиток* система передачі цифрових експериментальних даних з прецизійних інклінометричних датчиків, що розподілені по ББ, за допомогою сучасних хмарних технологій (*елементи Internet of Things (IoT)*).

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій.** Обґрунтованість та достовірність наукових положень дисертації забезпечується: коректною постановкою математичних задач, застосуванням класичних методів аналізу, використанням верифікованих математичних моделей, контрольованою точністю обчислювальних методів, повторюваністю обчислювального та натурального експерименту, узгодженістю



між собою аналітичних, чисельних та експериментальних результатів, які були отримані у процесі досліджень, узгодженістю результатів дисертаційних досліджень з результатами інших авторів за даною тематикою.

**Практичне значення одержаних результатів.** Здобувач брав участь в розробці нормативного документу нормативного документу вітчизняної будівельної галузі ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016. Наукові, методичні та практичні розробки дисертаційної роботи у вигляді нової ІТДББ ББ впроваджені в будівельну практику м. Запоріжжя при ліквідації наднормативних кренів 7 ББ. (довідкипро впровадження наведені в Додатку А дисертації).

**Повнота викладених результатів дисертації в опублікованих працях.**

Основні наукові результати дисертаційної роботи опубліковані у двадцяти дев'яти публікаціях у професійних фахових виданнях, три з яких – проіндексовані в БД SCOPUS, вісім – у виданнях, що затверджені МОН України. Додатково відображені наукові результати дисертації у доповідях на між-народних та всеукраїнських конференціях. Дві публікації – патенти України.

Опубліковані роботи повною мірою розкривають суть та зміст дисертаційного дослідження. Усі основні результати отримані автором самостійно.

В дисертаційній роботі є вступ, 4 розділи, висновків, 4 додатки та список використаних джерел. Містить 10 таблиць та 79 рисунків. Список використаних джерел налічує 185 найменування. Загальний обсяг - 242 сторінки. Основний текст – 126 сторінок.

Дисертація та автореферат оформлені у відповідності з існуючими вимогами МОН України, складені державною мовою, матеріал викладено професійно, добре проілюстровано.

Автореферат повністю віддзеркалює дисертаційну роботу та дає вірне та повне уявлення про зміст основних результатів, за змістом відповідає тексту дисертації, основні висновки по роботі ідентичні.

У дисертації та авторефераті відсутні порушення академічної доброчесності.

Основна частина наукової роботи за тематикою дисертації виконувались в рамках досліджень, які проводились в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, при виконанні планових наукових досліджень за відомчими темами: «Розробка обчислювальних технологій та методів моделювання для дослідження нестационарних процесів» (2016–2020 рр., номер Державної реєстрації 0116U000793); «Розробка багатохвильових нелінійних моделей просторових протяжних систем та об'єктів в полі масових і поверхневих сил» (2022–2026 рр., номер Державної реєстрації 0122U000147).



**Зауваження та побажання щодо матеріалів дисертації.**

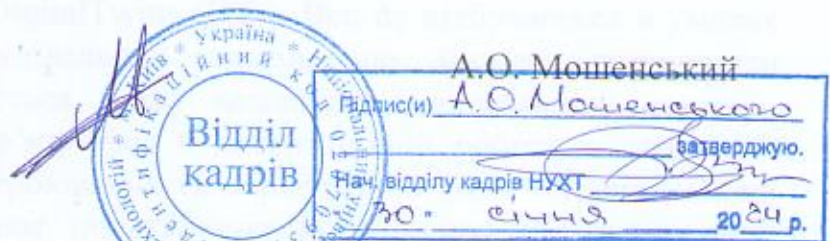
1. «Інтерполяція» як слово в роботі є в 7 місцях, слово «регресія» відсутнє і, нажаль, відповідного аналізу немає. В той же час результати роботи мають колосальне практичне значення, і, безумовно, є сенс їх обробити.
2. Дивним виглядає вибір устаткування для роботи сегменту мережі Інтернету речей, не приділено уваги протоколам транспорту, можливості використання на наведеному обладнанні, Рис 3.15 - Рис 3.19.
3. Прелік посилань пункт 50, 73-75, 83-86.
4. Збіжність рис 2.26 та 2.31. Навіть наявний будівельний бруд збігається.

Але, наведені зауваження ні в якому разі не зменшують цінність результатів роботи. Тема роботи є актуальною, результати, що одержані в роботі є новими, відповідають поставленим цілям і задачам та мають безсумнівне наукове та практичне значення.

**Висновок.** Дисертаційна робота представляє собою завершене наукове дослідження з актуальної тематики, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати. У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу з розробки та програмної реалізації нової ІТДББ яка включає настроювання та верифікацію комп'ютерної моделі ББ в сукупності з уточненням початково-крайових умов (з урахуванням поточного технічного стану будівельних конструкцій ББ, зміни їх міцності та зміни фізико-механічних характеристик ґрунтів основи за часом та деградацією). Дисертаційна робота «Інформаційно-апаратне забезпечення усунення кренів багатоповерхових будівель» відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 «Інформаційні технології» та усім вимогам, а здобувач - Шокарев Андрій Вікторович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології».

Офіційний опонент,  
доцент, канд. тех. наук

„30” січня 2024 р.



Підпис Мошенського Андрія Олександровича, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри інформаційних технологій штучного інтелекту і кіберзахисту Національного університету харчових технологій **затверджую**