

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Київського національного університету
будівництва і архітектури
доктору технічних наук, професору
Веренич Олені Володимирівні

ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри інформаційних
технологій та комп'ютерної інженерії Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»

Гнатушенка Володимира Володимировича
на дисертаційну роботу **Босенка Ігора Валерійовича**
«Інформаційна система підтримки будівельно-технічної експертизи»,
що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології»
галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Актуальність теми дисертації

Актуальність обраної теми зумовлена нагальною потребою у розробці новітніх підходів до оцінювання технічного стану будівель і споруд в умовах масштабних руйнувань, спричинених тривалими бойовими діями на території України. Зростають вимоги до безпеки, швидкості реагування та рівня інженерної відповідальності. Попри незмінну важливість традиційних методів будівельно-технічної експертизи, сьогоденні виклики — значне навантаження на експертів через пошкодження інфраструктури, аварійність та знос, — вимагають впровадження інтелектуальних інформаційних систем, здатних автоматизувати ключові етапи оцінювання технічного стану об'єктів нерухомості. Йдеться не про заміну експерта, а про створення ефективного інструменту підтримки прийняття рішень, що базується на машинному навчанні та структурованих знаннях.

Запропоноване автором поєднання дерев рішень з градієнтним бустингом, із можливістю покрокового контролю з боку експерта, забезпечує необхідну точність, гнучкість та пояснюваність результатів. Побудова онтології предметної

області сприяє формалізації експертних знань, усуває неоднозначність термінології та забезпечує узгодженість на всіх рівнях моделі.

Інтеграція такого підходу сприяє цифровій трансформації будівельної галузі та відповідає актуальним завданням з відновлення об'єктів нерухомості, що особливо важливо в контексті післявоєнної відбудови країни.

Усе це визначає високу актуальність дисертаційного дослідження Босенка Ігоря Валерійовича, спрямованого на вирішення проблем післявоєнної відбудови України шляхом впровадження сучасних технологій машинного навчання у процес будівельно-технічної експертизи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Обґрунтованість результатів дослідження І.В. Босенка засвідчена довідками про впровадження в навчальний процес Київського національного університету будівництва і архітектури, а також довідками про апробацію в Центрі інжинірингу та експертизи КНУБА, Київському науково-дослідному інституті судових експертиз Міністерства юстиції України і ТОВ «Альтіс-Констракшн». Основні наукові положення і висновки, що сформовані в дисертаційній роботі, належним чином відображають процес і результати дослідження, обговоренні, пройшли детальну апробацію і отримали визнання фахівців галузі на семи міжнародних наукових конференціях, чотири з яких індексуються в наукометричній базі даних SCOPUS.

Основні наукові положення і висновки, сформульовані у дисертації, підтверджуються однією публікацією здобувача у періодичному науковому виданні, проіндексованому у наукометричній базі даних Scopus, і трьома публікаціями у фахових виданнях України. Усі публікації відповідають вимогам, що встановлені «Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Таким чином отримані результати, висновки і рекомендації отримали визнання фахівців галузі, що підтверджує високий рівень науково-практичного дослідження і його відповідність сучасним стандартам.

Структура, обсяг роботи

Дисертація загальним обсягом 155 сторінок складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 137 найменувань і

додатків, у які винесені довідки про впровадження і апробації результатів дослідження. Оформлення дисертації в цілому відповідає необхідним вимогам.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження

Аналіз матеріалу дисертаційної роботи і публікацій автора дає змогу стверджувати, що робота містить ряд нових теоретичних і науково-прикладних положень, найбільш суттєвими з яких з огляду на наукову і практичну значущість, на мій погляд, є такі результати:

1. Вперше розроблено модель оцінювання технічного стану об'єктів будівельно-технічної експертизи на основі дерев рішень з градієнтним прискоренням, яка враховує такі позапроектні впливи, як вплив зброї.

2. Удосконалено модель інформаційної онтологокерованої системи підтримки будівельно-технічної експертизи в напрямку впровадження машинного навчання в процес оцінювання технічного стану об'єктів експертизи і нечіткі асоціативні правила, які відтворюють операційну діяльність експерта в процесі формування висновку щодо віднесення технічного стану об'єкта до певної категорії і враховують впливи зброї на появу і розвиток руйнувань і пошкоджень.

3. Отримали подальший розвиток концепція автоматизації процесів діагностики об'єктів нерухомості і понятійний апарат онтології будівельної галузі в напрямку набуття, накопичення та збереження експертних знань.

Отже, можна зробити висновок, що винесені на захист положення мають теоретичну та прикладну новизну у галузі інформаційних технологій.

Значущість дослідження для науки і практики та шляхи його використання.

Теоретична значущість дисертаційного дослідження Босенка Ігоря Валерійовича полягає у поєднанні методів онтологічного моделювання та машинного навчання в межах єдиної інтелектуальної системи, призначеної для підтримки прийняття рішень у сфері будівельно-технічної експертизи. Такий підхід формує цілісну методологічну основу для створення систем, здатних ефективно опрацьовувати експертні знання та автоматизувати процес класифікації технічного стану будівель і споруд.

У межах дослідження розроблено формалізовану модель представлення знань, що поєднує переваги онтологічної структури та алгоритмів машинного навчання. Це дозволяє не лише підвищити точність прийняття рішень, а й

забезпечити їх пояснюваність, що є критично важливим у галузях, пов'язаних із техногенною безпекою та інженерною відповідальністю.

Практична значущість роботи полягає у створенні інструменту, здатного підтримувати експертів під час попередньої оцінки технічного стану об'єктів нерухомості, особливо в умовах масових обстежень після бойових дій, коли ресурси та час є обмеженими. Запропонована модель не лише виконує автоматизовану оцінку, але й дозволяє виявляти критичні ознаки пошкоджень, тим самим полегшуючи аналітичну роботу фахівця. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс системи забезпечує зручність введення даних та інтерпретації результатів, що сприяє її інтеграції у практичну діяльність будівельних компаній, проєктних організацій та державних установ.

Ефективність і прикладна цінність розробленого підходу підтверджені результатами апробації в реальних умовах, що засвідчено відповідними актами впровадження.

Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових положень і результатів в опублікованих працях.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Босенка Ігора Валерійовича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, затвердженого та введеного в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 08.08.2023 р. № 955, та напрямкам досліджень відповідно до освітньо-наукової програми.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

У дисертаційній роботі чітко прослідковується авторський стиль подачі матеріалу та формування висновків. Аналіз структури і змісту дисертаційної роботи та наукових праць, що опубліковані автором, дозволяє стверджувати, що усі наукові та практичні результати отримані ним особисто і повною мірою опубліковані та апробовані.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Розглянувши звіт за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота І.В. Босенка є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою і має чітку структуру. Автор демонструє достатньо високий рівень майстерності у використанні мовленнєвого стилю і логічної організації тексту. Представлені в роботі аспекти викликають позитивні враження в цілому і свідчать про високий науковий рівень праці.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні положення дисертаційної роботи Босенка І.В. викладено в десяти наукових публікаціях, у тому числі три (дві з них одноосібні) наукових статті у фахових виданнях України, 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у наукометричній базі даних Scopus і шість праць апробаційного характеру у збірках матеріалів конференцій, три із яких індексуються в наукометричній базі даних SCOPUS.

Публікації здобувача відповідають вимогам, встановленим «Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Структура і зміст дисертації.

У вступі автором подано загальну характеристику дисертаційної роботи, обґрунтовано актуальність обраної тематики, сформульовано мету дослідження та основні завдання, наведено короткий опис отриманих результатів, відомості про їх апробацію та публікації, у яких відображено основні положення дисертації.

У першому розділі здобувачем розкрито актуальність проблеми будівельно-технічної експертизи в умовах післявоєнного відновлення. Автор здійснив аналіз чинних нормативних документів, існуючих методик оцінювання пошкоджень і складнощів, які виникають під час обстеження конструкцій. Проведено огляд сучасних підходів до застосування штучного інтелекту в задачах технічної експертизи, а також обґрунтовано необхідність створення системи, заснованої на знаннях.

У другому розділі І.В. Босенком здійснено аналіз існуючих моделей систем підтримки прийняття рішень у сфері будівельно-технічної експертизи. Розглянуто переваги та обмеження методів машинного навчання, зокрема нейро-нечітких моделей та сучасних ансамблевих методів, таких як Random Forest і

GBDT. Обґрунтовано доцільність використання дерев рішень з градієнтним бустингом для вирішення задач класифікації технічного стану. Автором запропоновано структуру інформаційної системи, яка передбачає інтеграцію модулів машинного навчання, правил оцінювання та бази знань. Розроблено модель системи оцінювання технічного стану об'єктів.

У третьому розділі здобувачем сформовано концепти онтології предметної області будівельно-технічної експертизи, яка забезпечує формалізоване представлення знань про об'єкти, типи пошкоджень, конструктивні елементи, фактори впливу та процедури обстеження. Побудовано таксономічну структуру, яка охоплює основні класи пошкоджень, включаючи дії бойових засобів, корозійні та деформаційні прояви. Запропоновано онтологічний підхід, у якому база знань функціонує як ключовий компонент, а база правил формується поступово з фрагментів знань, що забезпечує семантичну узгодженість та підтримку логіки класифікації.

У четвертому розділі дисертантом представлено реалізацію повнофункціонального прототипу інформаційної системи на платформі RStudio з використанням пакету Shiny. Описано створення синтетичних вибірок відповідно до нормативних вимог та шкали пошкоджень, що враховує фізичний знос конструкцій. Детально висвітлено механізм тренування моделі з можливістю експертного донавчання. Запропоновано користувацький інтерфейс, який дозволяє завантажувати дані, переглядати матриці точності, графіки важливості ознак і здійснювати контроль класифікаційних рішень експертом.

У висновках автором узагальнено основні наукові результати, що повністю відповідають поставленим завданням дослідження.

У додатках наведено довідки про впровадження результатів дослідження в освітній процес та акти апробації розробленої системи в практичній діяльності.

Список використаних джерел є коректно оформленим і повністю відповідає тематиці дисертаційного дослідження.

Недоліки та зауваження по роботі:

1. У розділі 1 автор здійснює огляд міжнародного досвіду у сфері будівельно-технічної експертизи, проте бракує аналізу релевантності наведених підходів до сучасних умов в Україні. Доцільно було б уточнити, які саме рішення можуть бути інтегровані в національну практику з урахуванням нормативно-правових, інфраструктурних та організаційних обмежень.

2. У підрозділі 1.5 автором недостатньо обґрунтовано переваги використання саме онтологічного підходу порівняно з іншими моделями представлення знань (наприклад, фреймами, продукційними правилами, семантичними мережами). Доцільним було б надати пояснення, чому обрана модель є оптимальною в контексті поставлених завдань.
3. Зміст підрозділів 2.4 та 2.5 є дещо перевантаженим загальновідомим теоретичним матеріалом. У розділах, присвячених аналізу методів машинного навчання, подано значний обсяг базової інформації, яка вже широко представлена у фаховій літературі.
4. Обґрунтування вибору моделі GBDT, хоча автором і подане, залишається неповним. Зокрема, відсутній кількісний порівняльний аналіз результатів роботи GBDT з іншими класичними підходами (наприклад, SVM, k-NN, Random Forest, нейронні мережі) на одному тестовому наборі даних. Такий аналіз дозволив би об'єктивніше оцінити переваги запропонованого методу.
5. Опис програмної архітектури системи, наведений переважно у третьому розділі, є декларативним. Не подано деталізованого опису структури програмних модулів, логіки їхньої взаємодії, структури даних, API або внутрішніх механізмів обробки інформації. Це обмежує можливість практичного відтворення або масштабування запропонованого рішення.
6. У четвертому розділі, хоча і наведено приклади візуального інтерфейсу взаємодії експерта з моделлю, не подано їх повноцінного семантичного опису. Представлені скріншоти форм та графіків потребують більш детального текстового супроводу. Залишається не до кінця зрозумілим, як саме введені користувачем параметри впливають на внутрішні процеси моделі, зокрема при повторному використанні збережених конфігурацій.
7. У тексті дисертації подекуди трапляються невдалі формулювання, тавтології або надмірне повторення термінів у межах одного абзацу. Також в роботі присутні незначні друкарські, граматичні, стилістичні помилки.

Вважаю, що наведені зауваження не знижують високий науковий рівень та практичну цінність дисертаційної роботи і суттєво не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Загальна оцінка дисертаційної роботи.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії Босенка Ігора Валерійовича на тему «Інформаційна система підтримки будівельно-технічної експертизи» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних і практичних результатів якого розв'язує важливе науково-практичне завдання.

Дисертаційна робота І.В. Босенка загалом відповідає спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» галузі знань 12 Інформаційні технології, та вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 03 травня 2024 р. № 507), а також «Вимогам до оформлення дисертації», затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України від 31.05.2019 № 759), а її автор – Босенко Ігор Валерійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології».

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри інформаційних технологій
та комп'ютерної інженерії

Національного технічного університету

«Дніпровська політехніка»

доктор технічних наук, професор

 Володимир ГНАТУШЕНКО

Підпис В.В. Гнатушенка засвідчую

Вчений секретар

Національного технічного університету

«Дніпровська політехніка»





Таїсія КАЛЮЖНА