Голові разової спеціалізованої вченої ради
PhD109.126 в Київському національному
університеті будівництва і архітектури
д.т.н., професору Бородавці Євгену Володимировичу

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доцента кафедри системного аналізу та теорії оптимізації факультету математики та цифрових технологій Ужгородського університету, кандидата технічних наук, доцента **Андрашка Юрія Васильовича** на дисертаційну роботу **Тисленка Олександра Борисовича** на тему: «Концептуально-структурне моделювання та реалізація інтелектуальних систем моніторингу технічної стійкості будівель», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології»

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Проблема технічного стану наявного фонду будівель і споруд належить до пріоритетних у світовій інженерній практиці, а модель періодичних експертних обстежень залишає об'єкт поза контролем між плановими оглядами. Для України ця проблематика набула загальнонаціонального масштабу: за оцінкою RDNA5 станом на 31 грудня 2025 року прямі збитки становлять 195,1 млрд доларів США, а потреби у відновленні – 587,7 млрд доларів. Обсяг завдань з оцінювання технічного стану вже не співмірний з можливостями чинної процедурної моделі, тому перехід до безперервного інструментального контролю виглядає єдиним реалістичним шляхом.

Проте саме собою розгортання сенсорних мереж проблеми не вирішує: вузьке місце лежить не у площині вимірювань, а в організації та перетворенні різнорідних і неповних даних на обґрунтовані оцінки стану. Тому предмет дослідження, пов'язаний із моделями, методами та інформаційно-технологічними засобами побудови інтелектуальних систем моніторингу, є

актуальним і відповідає проблематиці спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». На мою думку, тема та предмет дисертаційного дослідження обрані обґрунтовано.

Висновок щодо відповідності змісту і структури роботи встановленим вимогам. Зміст дисертаційної роботи Тисленка О.Б. сформовано відповідно до логіки послідовного розв'язання поставлених наукових завдань і розкриває заявлену тему на концептуальному, модельному, інформаційно-технологічному та прикладному рівнях. Представлений матеріал характеризується внутрішньою взаємопов'язаністю: вихідні положення щодо організації технічного моніторингу отримують розвиток у математичних і статистичних моделях оцінювання, надалі доповнюються засобами інтелектуального аналізу даних, завершуються формуванням авторських моделей і алгоритмів прогнозної діагностики та їх кількісною перевіркою.

Структурна організація роботи забезпечує достатньо чітке розмежування основних етапів наукового пошуку. Перший розділ формує понятійне та концептуально-структурне підґрунтя інтелектуального моніторингу, визначаючи складові відповідного інформаційного середовища та принципи їх взаємодії. У другому розділі увагу зосереджено на математичних, статистичних і прогнозних засобах оцінювання технічного стану; у поточній редакції його суттєво посилено скінченно-елементною моделлю будівлі та варіаційною реконструкцією технічного стану за неповними даними (п. 2.1.1), ймовірнісно-статистичними моделями з баєсовим оновленням прогнозу (п. 2.1.2), цілісним записом мультифакторної моделі ризику з числовим прикладом (п. 2.3.1) та архітектурою цифрового модуля оцінювання ризику (п. 2.3.2). Третій розділ розвиває інтелектуальну складову роботи через використання нейромережевих технологій та формування програмно-апаратних засад їх функціонування. Четвертий розділ концентрує авторські результати щодо CNN-LSTM-Risk моделі, методів її навчання, класифікації технічних станів, прогнозування деградаційних змін та

адаптивного оновлення параметрів, а також містить імітаційний експеримент (п. 4.4.1) і окремий аналіз відтворюваності та обмежень отриманих результатів (п. 4.4.2). Програмний код і вихідні дані імітаційного моделювання винесено в додаток В.

Завершеність дисертації підтверджується відповідністю між сформульованими завданнями та отриманими результатами. Кожне з визначених завдань має змістове продовження у відповідних розділах, а загальні висновки узагальнюють результати за основними напрямами проведеної роботи. Важливим є й те, що теоретична частина не залишається відокремленою від прикладної: запропоновані положення послідовно доводяться до рівня моделей, алгоритмів, програмної реалізації та кількісного оцінювання. За змістом дисертація відповідає спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», оскільки її наукове ядро становлять питання структурного моделювання інформаційних систем, організації та інтеграції потоків даних, розроблення алгоритмів їх інтелектуального опрацювання, прогнозування й інформаційної підтримки прийняття рішень. Предметна орієнтація на технічну стійкість будівель визначає сферу практичного застосування отриманих результатів, не змінюючи їх інформаційно-технологічної сутності.

Оцінювання структури, змістового наповнення та взаємозв'язку основних складових дає підстави вважати дисертаційну роботу завершеною кваліфікаційною науковою працею. Її композиційна побудова, характер представлених результатів та рівень розкриття поставлених завдань загалом відповідають встановленим вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Наукова новизна отриманих результатів. Науковий доробок здобувача не зводиться до застосування відомих нейромережевих засобів до нової предметної області. Основним і найбільш вагомим результатом, який автор обґрунтовано заявляє як отриманий вперше, є CNN-LSTM-Risk модель, де просторовий аналіз пошкоджень, часове прогнозування деградації та ризик-

аналітичне оцінювання об'єднано в межах єдиної архітектури. Принциповим тут є не саме поєднання згорткових і рекурентних компонентів, яке в задачах моніторингу вже застосовувалося, а включення інтегрального профілю ризику Rt і контексту експлуатації Et до входу моделі, де вони разом із просторово-часовими ознаками формують спільний латентний простір безпеки (Latent Safety Space).

Саме цю складову в поточній редакції підтверджено кількісно. За абляційним експериментом вилучення профілю ризику знижує частку правильних рішень з 0,856 ± 0,001 до 0,666 ± 0,006, а macro-F1 – з 0,799 ± 0,002 до 0,521 ± 0,012. Не менш важливою є стійкість моделі до втрати інформаційних каналів: за двох додатково вимкнених каналів вона зберігає точність 0,820 ± 0,012, тоді як багатошаровий перцептрон із тим самим ризик-профілем знижується до 0,634 ± 0,041. На мою думку, поєднання ризик-аналітичних ознак із глибинною просторово-часовою частиною архітектури та зумовлена ним стійкість до неповноти даних становлять найсильніший елемент новизни роботи.

Системний характер мають удосконалення, здійснені автором на рівні організації аналітичного контуру. Це стосується концептуально-структурної моделі системи моніторингу з розмежуванням рівнів отримання, інтеграції та інтерпретації даних і узгодженого застосування математичних, статистичних, чисельних та ймовірнісних методів. Окремо відзначу процедуру варіаційної реконструкції технічного стану за неповними вимірюваннями: на скінченно-елементній моделі 5-поверхової будівлі за трьома датчиками з п'яти з регуляризацією Тихонова та вибором параметра за узагальненою перехресною перевіркою одержано середньоквадратичну похибку оцінки пошкодження 0,035–0,041 і локалізацію дефектів класів «непридатний» та «аварійний» у 99–100 % реалізацій. Цінною є також багаторівнева схема «виявлення – локалізація – кількісне оцінювання – прогноз», у якій похибка оцінки пошкодження передається в моделі залишкового ресурсу та ризику, а баєсове оновлення за повторними обстеженнями звужує 90 %-й інтервал прогнозу з

34,6 до 8,4 року. Окремі складові цих результатів спираються на відомий апарат, проте їх цінність полягає у зведенні розрізненого інструментарію до несуперечливої структури, придатної для програмної реалізації, та в кількісній демонстрації її працездатності.

Помітно розвинуто й наявні підходи – принципи інтеграції IoT, SCADA, BIM і Digital Twin у єдиному цифровому середовищі, застосування self-attention для моделювання нелінійної деградаційної динаміки, адаптивне багатостратегіальне навчання та контекстно-адаптивне оновлення параметрів моделі. Внесок автора тут має переважно адаптаційний характер і полягає у перенесенні відомих механізмів на специфіку моніторингових даних будівельних конструкцій. Позитивно оцінюю, що автор чітко розмежовує запозичений та авторський математичний апарат (с. 160–161) і сам констатує, що внески цих механізмів у точність на незбурених даних перебувають у межах статистичної похибки. Така відвертість підвищує довіру до роботи, хоча окремі формулювання новизни доцільно з нею узгодити, до чого повертаюся у зауваженнях.

Зазначене розмежування дозволяє оцінити науковий внесок Тисленка О.Б. не як сукупність ізольованих розробок, а як взаємопов'язане вдосконалення існуючого інструментарію та подальший розвиток моделей і технологій інтелектуального моніторингу технічної стійкості будівель.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень. Обґрунтованість положень дисертації забезпечується коректним застосуванням методів системного аналізу, скінченно-елементного моделювання, регуляризованої реконструкції, ймовірнісних і баєсових процедур, сценарного моделювання методом Монте-Карло, а також методів машинного та глибинного навчання. Кількісну перевірку виконано методом імітаційного моделювання на синтетичних даних, згенерованих фізичною моделлю 5-поверхової будівлі зсувного типу: 200 незалежних «будівель» з розкидом маси й жорсткості ±10 %, по 48 сеансів на кожну, з навмисно

внесеними шумом, вимкненням каналів, пропусками сегментів і асинхронністю потоків.

Протокол експерименту заслуговує позитивної оцінки. Розбиття на навчальну, валідаційну та тестову вибірки виконано за будівлями (120/30/50), що виключає оптимістичне зміщення через залежність вікон одного об'єкта. Мітки класів визначено за модельним параметром пошкодження незалежно від показника Rt, а відсутність витоку цільової змінної додатково перевірено пороговим класифікатором за Rt (0,794) та абляцією. Результати подано за п'ятьма незалежними запусками з довірчими інтервалами за розподілом Стьюдента та кластерним бутстрепом за будівлями, а попарні порівняння з шістьма базовими моделями – критерієм Мак-Немара з поправкою Холма і парним t-критерієм. Коректність обчислень підтверджено звіренням скінченно-елементної моделі з аналітичним розв'язком, числовою перевіркою аналітичних градієнтів (максимальна відносна похибка $1{,}9 \cdot 10^{-4}$) та фіксацією версій програмного середовища й початкових значень генераторів псевдовипадкових чисел; код наведено в додатку В.

Важливо, що в п. 4.4.2 автор сам чітко окреслює межі застосовності результатів: дані є синтетичними, зсувна модель не відтворює просторової роботи каркаса та нелінійних ефектів, мітки задано за модельним параметром, а прогноз залишкового ресурсу коректно трактувати як ранжувальну оцінку (C-індекс 0,776 ± 0,011), а не як точкову. Отже, отримані числові показники засвідчують працездатність і внутрішню несуперечливість запропонованих моделей, а природним наступним етапом є натурна верифікація, на що автор прямо вказує. Для рівня дисертації доктора філософії такий ступінь обґрунтованості вважаю достатнім.

Оцінка теоретичної цінності результатів дослідження. Теоретична цінність результатів дисертації визначається насамперед тим, що систему технічного моніторингу розглянуто не як набір автономних засобів вимірювання, обчислення та прогнозування, а як цілісне інформаційне середовище з розмежованими рівнями отримання, перетворення, накопичення

та інтерпретації даних. Запропоноване поєднання організаційного, інформаційного, аналітичного й інтелектуального рівнів дозволяє формалізувати взаємозв'язки між фізичним об'єктом, множиною контрольованих параметрів і цифровим середовищем їх опрацювання, що розширює наукові засади проєктування інформаційних систем, орієнтованих на складні динамічні об'єкти з повільною та прихованою зміною стану. Формалізація гібридної архітектури у вигляді кортежу відображень із контуром адаптивного навчання (3.7) та інтегрованої кіберфізичної моделі (3.16) надає цьому положенню конструктивного характеру.

Теоретично значущим є також узгоджене розміщення різних класів методів у межах спільного аналітичного контуру: математичні, статистичні, чисельні, ймовірнісні та нейромережеві процедури отримують у структурі системи власне функціональне місце відповідно до характеру інформації та розв'язуваного завдання. Це створює підґрунтя для оцінювання стану за сукупністю взаємопов'язаних характеристик замість його визначення за окремими контрольованими показниками. Не менш вагомим є зміщення предмета аналізу з поточного стану конструкції на закономірність його зміни: моделі залишкового ресурсу з баєсовим оновленням, мультифакторного ризикового аналізу та прогнозування деградаційної динаміки формують теоретичну основу для ранньої ідентифікації несприятливих тенденцій.

Окремим внеском вважаю встановлення зв'язку між ризиковим профілем об'єкта та інтелектуальною моделлю, за якого ризик використовується не лише як підсумковий показник оцінювання, а і як вхідна ознака спільного латентного простору безпеки, чинник вагування помилок у функції втрат та параметр контекстно-адаптивного кроку навчання. Це поглиблює теоретичні засади створення адаптивних інформаційних систем, здатних враховувати стан контрольованого об'єкта в самому процесі навчання та ухвалення рішень.

Практична цінність полягає у доведенні запропонованих положень до рівня конкретних моделей, алгоритмів та архітектурних рішень, придатних до

програмної реалізації. Прикладне значення мають мультифакторна модель ризику та сформований на її основі інтегральний профіль ризику, призначені для кількісного оцінювання рівня технічної безпеки конструкцій за умов невизначеності та неповноти моніторингових даних; CNN-LSTM-Risk модель, що забезпечує автоматизоване прогнозування, розпізнавання та класифікацію технічного стану за просторовими, часовими й ризик-аналітичними ознаками; а також Adaptive Cyber-Physical System архітектура, яка об'єднує мультимодальні сенсорні потоки, гібридні нейромережеві модулі, risk-sensitive прогнозування, Digital Twin-синхронізацію та контекстно-адаптивне переналаштування у єдиному інформаційному контурі. Важливо, що час інференсу моделі (1,49 мс на вікно спостережень) та обчислення інтегрального профілю ризику (3,19 мс за 600-секундним записом) на звичайному процесорі підтверджують реалістичність роботи в режимі реального часу, а наведений у додатку В код утворює відтворювану основу для подальших розробок. У сукупності це створює передумови для переходу від реактивної моделі технічного нагляду до прогнозно-орієнтованого управління експлуатаційною безпекою будівель.

Впровадження результатів дисертаційної роботи підтверджено довідками, наведеними в додатку Б (с. 293–298). ТОВ «Марстон-груп» засвідчує реалізацію у практиці виконуваних технічних обстежень будівель і споруд концепції, за якої нейронні мережі виконують функції адаптивного аналітичного ядра системи моніторингу, а також упровадження інтегрованої інформаційно-аналітичної платформи, що поєднує IoT-сенсори, SCADA-комплекси та цифрові двійники й забезпечує автоматизовану діагностику і формування попереджувальних сигналів про можливі відмови. ТОВ «Українська інвестиційно-інжинірингова компанія» підтверджує використання розробленої нейромережевої платформи, яка інтегрує сенсорні потоки, історичну інформацію та експлуатаційні параметри в єдине цифрове середовище безперервного моніторингу, а також алгоритмів раннього виявлення аварійних ситуацій та адаптивного навчання моделей за

актуальними експлуатаційними даними. ТОВ «Спецбудпроект» засвідчує застосування авторської концепції сценарно-орієнтованого прогнозування технічного стану конструкцій із параметризацією вхідних змінних за потоковими сенсорними даними, синхронізованими з цифровими двійниками об'єктів, а також мультифакторних ризик-орієнтованих моделей та індексу ризику реагування у практиці оцінювання граничних станів.

Наведені документи засвідчують зацікавленість профільних організацій, які здійснюють технічне обстеження, проєктування та експлуатацію будівель і споруд, та використання концептуальних і методичних положень роботи в їхній практиці. Водночас кількісні ефекти, зазначені в довідках, доцільно розглядати як оцінки самих підприємств, оскільки, як коректно зазначає автор (с. 273–274), натурну верифікацію CNN-LSTM-Risk моделі ще належить виконати. Під час захисту було б корисно уточнити, які саме компоненти розробки використовувалися у практиці цих організацій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Отримані результати органічно пов'язані з науковою тематикою закладу вищої освіти. Роботу виконано на кафедрі інформаційних технологій проєктування та прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури в межах ініціативної науково-дослідної роботи «Інформаційна технологія оцінки технічного стану об'єктів будівництва в умовах невизначеності із застосуванням методики кластеризації» (державний реєстраційний номер 0124U004532). Зв'язок має безпосередній змістовий характер: заявлені у темі оцінювання в умовах невизначеності та кластеризація станів отримали розвиток у роботі з неповними й неоднорідними даними, застосуванні ймовірнісних і баєсових моделей, багатофакторному представленні ризиків та методах розпізнавання технічного стану з формуванням класів і зон безпеки. Водночас здобувач виходить за межі кафедральної тематики, доповнюючи її концептуально-структурним моделюванням системи в цілому, прогнозною складовою, нейромережевим аналізом просторово-часових даних та формуванням програмно-апаратного

середовища їх реалізації. Наскрізна послідовність «дані – оцінювання – класифікація – прогнозування – прийняття рішення», що фактично утворює композицію дисертації, безпосередньо розвиває проблематику інформаційних технологій оцінювання стану об'єктів в умовах невизначеності, засвідчуючи водночас самостійність отриманого автором наукового доробку.

Оцінка особистого внеску здобувача та повноти висвітлення результатів. Особистий внесок Тисленка О.Б. простежується у формуванні цілісної логіки дослідження, розробленні концептуальних положень, математичних моделей, алгоритмічних рішень та інформаційно-технологічних засобів інтелектуального моніторингу технічної стійкості будівель. Представлені результати послідовно пов'язані між собою та відображають авторський підхід до переходу від традиційного контролю окремих параметрів до комплексного прогнозно-аналітичного опрацювання моніторингової інформації. Безпосереднім результатом роботи здобувача є концептуально-структурне представлення системи моніторингу, визначення її функціональних рівнів та інформаційних взаємозв'язків. Автором розвинуто підходи до комплексного оцінювання технічного стану, варіаційної реконструкції пошкоджень за неповними даними, прогнозування залишкового ресурсу та мультифакторного аналізу ризиків.

Самостійний характер має сформований взаємозв'язок між моніторинговими параметрами, характеристиками деградаційних процесів та інтегральним ризиковим профілем, що надалі використовується в інтелектуальному контурі системи. Вагому частину особистого внеску становлять розроблення CNN-LSTM-Risk моделі прогнозної діагностики, підходу до класифікації технічного стану в Latent Safety Space, засобів моделювання нелінійної деградаційної динаміки із застосуванням self-attention та методу контекстно-адаптивного оновлення параметрів моделі, а також їх структурне поєднання в межах адаптивної кіберфізичної архітектури моніторингу. Окремо відзначу самостійно виконану програмну реалізацію імітаційного експерименту – від генератора синтетичних даних і ризик-модуля

до нейромережевих моделей з ручним зворотним поширенням помилки та протоколу статистичного оцінювання.

Основні результати дисертації висвітлено у 15 наукових працях, перелік яких наведено в додатку А: 7 статтях, з них 4 – у наукових фахових виданнях України категорії «Б», та 8 тезах доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях. Дві статті одноосібні, одна має двох авторів, а одна – трьох, тому відповідно до п. 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії вона зараховується як 0,5 публікаці. Праці 5–7 не належать ні до фахових видань України, а також не індексуються в Scopus або Web of Science Core Collection, тож не зараховуються. Згідно з п. 8 Порядку у разі публікації статті у співавторстві в дисертації зазначається особистий внесок кожного автора. Проте ні в переліку публікацій (с. 21–23, додаток А), ні в розділі «Особистий внесок здобувача» (с. 34–36) таких відомостей немає. Перелік також містить неузгодженості: ініціали співавтора подано як «Биков С. В.», а в списку джерел – як «Биков В. С.». Попри зазначене, вважаю, що формальні вимоги п. 8 Порядку щодо кількості та видів публікацій виконано.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертаційна робота Тисленка Олександра Борисовича є завершеною науковою працею, зміст якої підпорядковано розв'язанню визначеної наукової проблематики у сфері інформаційних систем та технологій. Структура роботи забезпечує послідовне розкриття теми, а сформульовані мета і завдання знаходять відповідне відображення в отриманих результатах та загальних висновках. За характером наукових результатів дисертація відповідає спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». Основний зміст авторського доробку становлять концептуальне та структурне моделювання інформаційних систем, організація інтегрованого опрацювання різнорідних даних, розроблення математичних і алгоритмічних засобів їх аналізу, застосування технологій машинного та глибинного навчання, формування прогнозних моделей і побудова відповідних програмно-аналітичних рішень. Наукові положення характеризуються належним ступенем обґрунтованості, підкріплені

відтворюваним імітаційним експериментом, а одержані результати утворюють взаємопов'язану систему. Їх наукова новизна представлена результатами, що удосконалюють існуючі підходи та розвивають засоби інтелектуального моніторингу. Основні положення роботи висвітлено в наукових публікаціях автора та представлено в матеріалах апробації, наведених у дисертації.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертаційної роботи. Позитивно оцінюючи зміст дисертаційної роботи, рівень опрацювання поставлених завдань та одержані результати, доцільно висловити окремі зауваження й рекомендації, які мають переважно уточнювальний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку наукового доробку здобувача:

1. Коефіцієнти механізму контекстно-адаптивного оновлення визначено, а чутливість до β досліджено (с. 158–159, 232). Проте твердження анотації (с. 4) та вступу (с. 33) про підвищення точності прогнозування потрібно узгодити з результатами абляції (ΔAccuracy = 0,004, p = 1,000). Окремого внеску механізму в стійкість моделі (табл. 4.9) не наведено. Крім того, механізм призначено для потокового донавчання, а перевірено лише в офлайн-навчанні, тож доцільно провести дослідження його ефективності за зміни умов експлуатації.
2. Функція втрат (3.11) містить складову $\lambda_2 \cdot L_{smooth}$, пов'язану з авторським регуляризатором гладкості (3.6), однак у реалізованій функції (4.22) її немає, а значення λ_2 не наведено. Пояснення на с. 233 посилається на складові L_{risk} і L_{pred}, які у формулі (3.11) відсутні. Доцільно узгодити позначення та зазначити, чи використовувався регуляризатор (3.6) в імітаційному експерименті.
3. На рис. 2.24 (с. 136) показано активацію сценарних маршрутів залежно від вхідного профілю, проте в роботі наведено лише окремі приклади сценаріїв. Доцільно чіткіше визначити принцип вибору маршруту при одночасній активації кількох факторів.
4. У табл. 3.7 (с. 173) для гібридної архітектури CNN+LSTM зазначено «оптимальне поєднання просторових і часових ознак», хоча критеріїв такої

оцінки не наведено. До того ж за наведеними результатами CNN-LSTM без ризик-модуля має точність 0,693 ± 0,011, близьку до перцептрона на ручних ознаках (0,690 ± 0,002). Формулювання про оптимальність необхідно узгодити з результатами експерименту.

5. У роботі трапляються технічні неточності, що виникли, ймовірно, під час верстання тексту, зокрема: розбіжності в посиланнях на таблиці, зокрема вказано «у таблиці 2.5» замість 2.13 (с. 136); посилання в загальних висновках (с. 270) на відсутній в роботі підрозділ 1.4; у вступі зазначено «9 тез доповідей» (с. 35), тоді як у переліку їх 8; автоматична заміна першої літери рядків на велику в лістингу додатка В (Import замість import).

Наведені зауваження мають рекомендаційний характер, не заперечують достовірності отриманих результатів, не впливають на сформульовані положення наукової новизни та не знижують загальної теоретичної і практичної цінності дисертаційної роботи Тисленка О.Б.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Тисленка Олександра Борисовича «Концептуально-структурне моделювання та реалізація інтелектуальних систем моніторингу технічної стійкості будівель» є завершеним, самостійно виконаним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання у сфері інформаційних систем і технологій, що полягає у розробленні концептуально-структурних, математичних, алгоритмічних та програмно-аналітичних засобів побудови інтелектуальних систем моніторингу технічної стійкості будівель. У роботі сформовано науково обґрунтовані положення, що характеризуються належним рівнем достовірності, внутрішньою логічною узгодженістю, підтверджені відтворюваним імітаційним експериментом та містять результати, які мають наукову новизну, теоретичне і практичне значення.

Зміст дисертації відповідає визначеним меті та завданням дослідження, а отримані результати логічно взаємопов'язані та послідовно розкриті в усіх розділах роботи. Основні положення дослідження пройшли належну апробацію, висвітлені у наукових публікаціях автора та відповідають

спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». Висловлені у відгуку зауваження мають переважно рекомендаційний і редакційно-уточнювальний характер, не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації, не знижують наукової цінності одержаних результатів та не ставлять під сумнів їх достовірність.

Вважаю, що дисертаційна робота Тисленка Олександра Борисовича «Концептуально-структурне моделювання та реалізація інтелектуальних систем моніторингу технічної стійкості будівель» за актуальністю, ступенем обґрунтованості наукових положень, науковою новизною, теоретичним і практичним значенням отриманих результатів, рівнем їх апробації та оформленням відповідає вимогам 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 від 12 січня 2022 року № 44 (зі змінами), а також вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. На підставі викладеного вважаю, що Тисленко Олександр Борисович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології».

Офіційний опонент
доцент кафедри системного аналізу та теорії оптимізації
Ужгородського університету
кандидат технічних наук, доцент **Юрій АНДРАШКО**