

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Скоробогатька Станіслава Віталійовича на тему
«Моделі та програмні засоби оцінювання надійності гібридних сенсорних
мереж систем моніторингу потенційно небезпечних територій»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії у галузі знань 12 Інформаційні
технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми. Системи екологічного та аварійного моніторингу різноманітних об'єктів є важливим засобом своєчасного виявлення загроз та зменшення наслідків надзвичайних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах та територіях. Функціонування цих систем відбувається в умовах впливу несприятливих факторів навколишнього середовища таких як різка зміна температур, старіння обладнання, обмежує їх життєвий цикл та негативно впливає на надійність і ефективність мережі. Сучасний розвиток технологій та різноманіття сенсорних пристроїв зумовив перехід до гібридних сенсорних мереж (ГСМ), які поєднують наземні сенсори, флоти безпілотних літальних апаратів (ЛА) та технології хмарних, граничних і туманних обчислень. Такі рішення забезпечують зменшення затримок передачі інформаційних потоків, підвищення автономності та ефективності моніторингу. Разом із тим неоднорідність компонентів ГСМ ускладнює оцінювання їх надійності та готовності. Існуючі моделі недостатньо враховують особливості просторового покриття території, утворення непрацездатних кластерів сенсорів, багаторівневу працездатність мережі та процеси відновлення функціонуючого обладнання. Відсутність спеціалізованих програмних засобів додатково ускладнює аналіз та проєктування таких систем. У зв'язку з цим актуальним є розроблення структурних, аналітичних, імітаційних і марковських моделей та програмних засобів оцінювання надійності й готовності ГСМ для забезпечення безперервного моніторингу потенційно небезпечних територій та об'єктів на них.

Зв'язок виконаного дослідження з науковими програмами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до тематики науково – дослідних робіт Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» відповідно з державними програмами та планами НДР: «Наукові засади і методи забезпечення гарантоздатності флотів БПЛА інтелектуальних систем моніторингу потенційно небезпечних і військових об'єктів» (ДР №0121U112172, 2021-2023); «Методологія та інформаційні технології оцінювання та забезпечення безпеки цифрової інфраструктури малих модульних реакторів» (ДР №0122U000977, 2022-2024); «Методи та засоби виявлення вибухонебезпечних предметів з використанням багатофункційних інтелектуальних систем БПЛА» (ДР №0123U101992, 2023-2024); «Методи, моделі та інформаційні технології підвищення надійності та безпечності складних ІТ-систем на етапах розроблення та впровадження» (ДР № 0121U113842, 2021-2023); «Методи, засоби та технології моделювання, розроблення, розгортання та забезпечення гарантоздатності мобільних інтелектуальних систем для об'єктів критичної інфраструктури» (ДР №0124U003250, 2024-теперішній час). У виконанні етапів цих науково- дослідних робіт здобувач брав участь як виконавець.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх новизни та достовірності.

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, представлених у дисертаційній роботі Скоробагатько С.В. свідчить про належний рівень обґрунтованості отриманих наукових результатів, які базуються на використанні сучасного апарату теорії надійності, теорії ймовірностей, марковських процесів, імітаційного моделювання та методів аналізу сенсорних мереж. Автору вдалося комплексно поєднати структурні, аналітичні та програмні підходи для оцінювання надійності та готовності гібридних сенсорних мереж систем моніторингу потенційно небезпечних територій. Це дозволило отримати результати,

що мають як теоретичне, так і практичне значення. Отже, поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання вирішено в повному обсязі, а здобувач продемонстрував належний рівень володіння методологією наукових досліджень.

До основних положень наукової новизни, які заслуговують на увагу, належать:

Вперше запропоновано та розроблено структурні та надійнісні моделі гібридних сенсорних мереж, що враховують взаємодію наземних і літаючих компонентів, а також різні варіанти використання хмарних, граничних і туманних обчислень, що враховують різні варіанти розміщення та взаємодії обчислювальних інтелектуальних ресурсів, рівні працездатності компонентів залежно від повноти виконання функцій моніторингу, що дозволяє планувати розподіл ресурсів і забезпечити надійне функціонування системи в умовах деградації мережі.

Удосконалено аналітичні та імітаційні моделі оцінювання готовності мережі, які враховують появу просторових непрацездатних кластерів сенсорів і вплив неповного покриття території моніторингу;

Отримали подальшого розвитку підходи до оцінювання багаторівневої працездатності та процесів відновлення компонентів ГСМ з урахуванням стратегій технічного обслуговування і перерозподілу обчислювальних ресурсів.

Достовірність отриманих результатів підтверджується коректним застосуванням математичного апарату, результатами аналітичного та імітаційного моделювання, а також експериментальними дослідженнями із використанням розроблених та впровадженням програмних засобів і методів статистичного аналізу: в Українському ордена «Знак пошани» науково-дослідному інституті лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького Державного агентства лісових ресурсів України та Національної академії наук України. (акт впровадження від 02 квітня 2026).; у навчальному процесі Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (акт впровадження від 10 березня 2026); при виконанні науково-дослідних проєктів, що виконувалися у Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (акт впровадження від 09 березня 2026).

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та оформлення.

За своїм змістом дисертаційна робота повністю відповідає спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія та напрямам досліджень, пов'язаним із забезпеченням надійності ГСМ систем моніторингу потенційно небезпечних територій. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання оцінювання надійності ГСМ із використанням наземних та літаючих компонентів. Отримані результати характеризуються логічною взаємопов'язаністю, науковою обґрунтованістю та підтверджені результатами моделювання й експериментальних досліджень. Робота відзначається цілісністю, послідовністю викладення матеріалу та належним рівнем аргументованості наукових положень.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Структура роботи є логічною та забезпечує послідовне розкриття поставлених завдань – від аналізу сучасного стану проблеми та існуючих підходів до розроблення математичних моделей, програмних засобів та проведення експериментальної перевірки отриманих результатів. Особливої уваги заслуговують розділи, присвячені побудові марковських моделей функціонування гібридних сенсорних мереж, а також дослідженню впливу різних стратегій розміщення та відновлення компонентів ГСМ на показники готовності й безвідмовності систем моніторингу. Практичну цінність мають детально описані результати програмної реалізації моделей та проведених обчислювальних експериментів, що дозволяють оцінювати ефективність функціонування ГСМ у різних умовах експлуатації.

Здобувач продемонстрував високий рівень володіння методологією наукових досліджень, сучасними методами математичного та імітаційного моделювання, а також засобами аналізу складних розподілених систем. Результати знайшли своє відображення в п'яти актуальних науково-дослідних роботах на замовлення МОН України, пов'язаних із забезпеченням безпеки критичної інфраструктури та

моніторингу потенційно небезпечних територій, що визначає її наукову та практичну значущість.

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

Академічна доброчесність.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги, зміст дисертації та наукові публікації Скоробогатка Станіслава Віталійовича, можна зробити висновок, що подана ним дисертаційна робота є результатом самостійно виконаного наукового дослідження та не містить ознак фальсифікації, фабрикації, компіляції чи академічного плагіату. Усі використані в роботі наукові положення, ідеї, результати та текстові фрагменти, що належать іншим авторам, супроводжуються належними посиланнями на відповідні джерела. Рівень текстових збігів має коректний характер і обумовлений використанням загальноновживаної наукової термінології, стандартних формулювань, посилань на нормативні документи, а також власних публікацій автора за темою дисертаційного дослідження.

Таким чином, дисертаційна робота відповідає вимогам академічної доброчесності, встановленим чинним законодавством України.

Висвітлення основних наукових результатів у наукових публікаціях та їх апробація.

Основні наукові результати дисертаційної роботи висвітлено у п'яти наукових періодичних виданнях, серед яких: 2 статті у наукових фахових виданнях України категорії Б; 2 статті в науковому фаховому виданні України категорії А, проіндексованому у наукометричній базі Scopus (квартиль Q3); 1 стаття у закордонному періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus (квартиль Q1).

Опубліковані наукові праці повністю відображають зміст дисертації, основні наукові положення, результати та висновки дослідження і відповідають вимогам пункту 8 «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 12.01.2022 р. № 44.

Основні результати апробовано на трьох міжнародних науково-практичних конференціях за тематикою досліджень з публікацією тез у матеріалах цих конференцій, з яких 2 проіндексовано у базі даних Scopus. Представлені результати отримали позитивну оцінку наукової спільноти та підтвердили практичну значущість запропонованих моделей і методів.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В розділі 2 в таблицях представлено особливості архітектури, переваги та недоліки різних типів літаючих обчислень ЛГО, ЛХО. ЛТО, та відповідні малюнки та інші таблиці з аналізом архітектури ГСМ. Бажано зробити посилання на відповідні публікації автора.

2. У дисертаційній роботі достатньо розгорнуто представлено літературні джерела закордонних авторів разом з тим обмежена кількість посилань на видання українських авторів.

3. На результати розрахунків рис.2.8-2.10 та інші рисунки, таблиці та графіки розрахунків в розділах роботи доцільно вказати посилання на публікації автора.

4. У дисертаційній роботі присутні окремі недоліки стилістичного характеру. Зокрема, на сторінці 54 після формул не проставлені коми та закінчення речення, також формула (3.1), формулу 2.9 необхідно підправити. В формулі 3.2 необхідно пояснити як характеризується кожен стан системи.

Перелічені зауваження не знижують рівень дисертаційної роботи і на загальну позитивну характеристику дисертації не впливають.

Висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційна робота Скоробогатька Станіслава Віталійовича на тему «Моделі та програмні засоби оцінювання надійності гібридних сенсорних мереж систем моніторингу потенційно небезпечних територій» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. Дисертація, виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання оцінювання надійності та готовності гібридних сенсорних мереж із використанням наземних і літаючих компонентів, а також технологій хмарних, граничних і туманних обчислень.

Отримані в дисертаційній роботі теоретичні та практичні результати мають істотне значення для розвитку методів забезпечення надійності систем моніторингу потенційно небезпечних територій та сучасних розподілених інформаційно-комунікаційних технологій.

Вважаю що дисертаційна робота за актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю результатів та практичною цінністю повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, передбаченим пп. 6–9 «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 р. № 44., а здобувач Скоробогатько Станіслав Віталійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент:

професор кафедри математичної інформатики
факультету комп'ютерних наук та кібернетики
Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
доктор технічних наук, професор _____ Володимир ЗАСЛАВСЬКИЙ