

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету “Київський
авіаційний інститут” доктору технічних наук,
професору, завідувачу кафедри
аеронавігаційних систем факультету
аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
Ларіну Віталію Юрійовичу

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора, професора кафедри авіоніки та систем управління Національного університету “Київський авіаційний інститут” Чіковані Валерія Валеріановича на дисертаційну роботу Червотоки Олега Вікторовича “Інформаційно-вимірювальна технологія лабораторних випробувань на основі інтелектуального вимірювання та когнітивної обробки результатів”,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
у галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування” за спеціальністю 152 “Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка”

Актуальність дисертаційної роботи

Актуальність дисертаційної роботи Червотоки Олега Вікторовича визначається потребою підвищення якості вимірювальної інформації у складних лабораторних системах, де результат формується сукупністю взаємопов'язаних сенсорних каналів, процедур передавання, обробки, інтерпретації та подальшого використання даних. Для таких систем принципове значення має як одержання виміряного значення, так і збереження його точності, відтворюваності, трасованості та інформаційної придатності для керування станом вимірювального контуру.

У сучасних лабораторних випробуваннях вимірювальний контур функціонує в умовах впливу метрологічного шуму, аномальних відхилень, нестабільності окремих каналів, зміни режимів роботи сенсорної мережі та необхідності узгодження різномірної вимірювальної інформації. У таких умовах традиційне накопичення або попередня обробка даних не розв'язує повністю проблему формування надійного інтегрального результату, оскільки якість кінцевого висновку залежить від того, наскільки коректно враховано стан вимірювальних каналів, достовірність отриманих даних і можливість адаптації системи до поточної ситуації.

Дисертаційна робота спрямована на розроблення інформаційно-вимірювальної технології лабораторних випробувань, у якій інтелектуальне вимірювання, когнітивна обробка результатів та адаптивна реконфігурація сенсорної мережі розглядаються як взаємопов'язані складові замкненого контуру вимірювання, обробки та вибору реконфігураційної дії для сенсорної мережі. Така постановка є науково виправданою, оскільки дозволяє перейти

від ізолюваного опрацювання вимірювальних даних до підтримання якості вимірювального процесу на рівні системи в цілому.

Представлене дисертаційне дослідження перебуває в межах спеціальності 152 “Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка” і безпосередньо пов’язане із задачами забезпечення точності, стійкості, трасованості та інтерпретованості результатів вимірювань у сенсорних мережах лабораторних випробувань та має теоретичне і прикладне значення для подальшого розвитку інтелектуальних інформаційно-вимірювальних систем.

Тема дисертації Червотоки О.В. є актуальною, своєчасною та такою, що відповідає сучасним вимогам до побудови адаптивних інформаційно-вимірювальних технологій.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота Червотоки О.В. виконувалася у зв’язку з науково-дослідними роботами: “Методи та засоби синтеза груп симетричних двохоперандних операцій криптографічного кодування для малоресурсних криптоалгоритмів” (ДР № 0121U114390) та “Дослідження шляхів розвитку потокового шифрування на основі криптографічного кодування” (ДР № 0121U114389), у яких здобувач був виконавцем.

У межах зазначених НДР були опрацьовані питання використання малоресурсного СЕТ-шифрування для сенсорної мережі, застосування двохоперандних СЕТ-операцій в архітектурі інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи, організації потокового шифрування під час обміну вимірювальною інформацією, а також захищеного обміну між сенсорними вузлами, когнітивно-аналітичним блоком, базою даних і виконавчим контуром.

Зазначені результати пов’язані з дисертаційним дослідженням у частині побудови інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи лабораторних випробувань, захисту критичних потоків вимірювальної та службової інформації у сенсорній мережі та забезпечення їх придатності для подальшої когнітивної обробки і прийняття реконфігураційних рішень.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі Червотоки О.В., є обґрунтованими та узгодженими із загальною логікою проведеного дослідження. Така узгодженість простежується у зв’язку між постановкою науково-практичної задачі, вибором методичного апарату, формалізацією запропонованих рішень та їх перевіркою в межах лабораторної інформаційно-вимірювальної системи.

У роботі використано комплекс методів дослідження, що відповідає змісту поставленої задачі та предметній області спеціальності 152 “Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка”. Застосований методичний апарат дав змогу розглянути вимірювальний процес як

взаємодію сенсорних каналів, процедур інтелектуального вимірювання, когнітивної обробки результатів та структурно-функціональної організації інформаційно-вимірювальної системи.

Висновки дисертаційної роботи відповідають змісту проведеного дослідження та його меті. Сформульовані рекомендації є логічним продовженням одержаних результатів.

Найбільш суттєві нові наукові результати дисертаційного дослідження

До найбільш суттєвих нових наукових результатів дисертаційної роботи Червотоки О.В. слід віднести такі:

1) вперше розроблено метод інтелектуального вимірювання в сенсорних мережах лабораторних випробувань на основі формалізованого механізму локального та глобального зважування вимірювальних коефіцієнтів із використанням бутстрепової агрегації за рахунок прогнозування вибірок (зазначений результат має значення для формування стійкого інтегрального результату вимірювання в умовах впливу метрологічного шуму, аномальних відхилень та неоднорідності вимірювальної інформації, що надходить від різних сенсорних каналів);

2) вперше розроблено метод когнітивної обробки результатів інтелектуальних вимірювань на основі дворівневого зважування за рахунок когнітивного агрегування, інтегрованого з онтологічною інтерпретацією шляхом урахування метрологічних вимог (суттєвість цього результату полягає в тому, що результати інтелектуального вимірювання отримують формалізоване змістовне представлення, придатне для подальшого використання в інформаційно-вимірювальній системі);

3) удосконалено модель когнітивної реконфігурації сенсорної мережі на основі дворівневого інтелектуального зважування вимірюваних параметрів за рахунок когнітивного управління (наукова значущість цього результату полягає в тому, що зміна стану сенсорної мережі розглядається у зв'язку з якістю вимірювальної інформації, точністю та трасованістю результатів вимірювання в контексті підтримання якості вимірювального контуру).

У сукупності зазначені результати формують наукову основу інформаційно-вимірювальної технології лабораторних випробувань та підтверджують новизну дисертаційного дослідження.

Практичне значення одержаних результатів та рекомендації щодо перспективної сфери їх використання

Практичне значення результатів дисертаційної роботи Червотоки О.В. полягає в їх придатності для використання у лабораторних інформаційно-вимірювальних системах, у яких результат випробувань формується сукупністю взаємопов'язаних сенсорних вузлів, процедур обробки та прийняття рішень щодо подальшого стану системи.

З прикладної точки зору важливим є те, що запропоновані в роботі рішення можуть бути використані для підвищення стійкості вимірювального

процесу за наявності метрологічного шуму, аномальних відхилень і нестабільності окремих каналів, що має значення для лабораторних випробувань, де необхідно забезпечити подальшу придатність вимірювальних даних для інтерпретації, трасування та використання в замкненому контурі роботи інформаційно-вимірювальної системи.

Практичний рівень виконання роботи підтверджується доведенням до реалізаційних процедур, структурно-функціонального подання інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи та стендової перевірки її функціонування. Одержані результати впроваджено в діяльність ТОВ “МОРОЗ ТЕХ” та в освітній процес Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

Перспективними сферами використання результатів дисертаційної роботи є акредитовані випробувальні та вимірювальні лабораторії, лабораторні комплекси з розподіленими сенсорними мережами, системи моніторингу стану об’єктів під час випробувань, а також інтелектуальні інформаційно-вимірювальні системи.

Доцільним є також використання результатів роботи у навчальному процесі під час підготовки фахівців з метрології, інформаційно-вимірювальної техніки, вбудованих систем, IoT та обробки інформації в режимі реального часу.

Загальна оцінка змісту дисертації та її завершеності

Структура дисертаційної роботи є логічною та відповідає меті дослідження та поставленим задачам. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Обрана структура роботи дозволяє послідовно розкрити науково-практичну задачу від аналізу стану інформаційно-вимірювальних технологій лабораторних випробувань до розроблення методів, моделей, алгоритмічних процедур та інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан, проблеми та напрями розвитку інформаційно-вимірювальних технологій лабораторних випробувань. Автором розглянуто технологічні, метрологічні, нормативні та архітектурні аспекти побудови таких систем, що дозволило обґрунтувати необхідність переходу до цілісної інформаційно-вимірювальної технології, здатної працювати в умовах розподіленої сенсорної мережі, метрологічного шуму, аномалій і змін стану вимірювального середовища.

У другому розділі розроблено метод інтелектуального вимірювання в сенсорних мережах лабораторних випробувань. У цьому розділі розкрито модель впливу метрологічного шуму та аномалій, подано формалізоване представлення методу, розроблено алгоритм його функціонування та наведено результати експериментальної перевірки. Суттєвим є те, що вимірювальна інформація розглядається з позицій її якості, вагового представлення та стійкості інтегрального результату до впливу нестабільних факторів.

У третьому розділі запропоновано метод когнітивної обробки результатів інтелектуальних вимірювань. Розділ забезпечує перехід від сформованого інтегрального результату вимірювання до його когнітивного узагальнення, онтологічної інтерпретації та змістовного представлення стану сенсорної мережі. Такий підхід є важливим для інформаційно-вимірювальних систем, у яких результати вимірювання мають бути придатні для подальшого використання у контурі керування станом системи.

У четвертому розділі розроблено інтелектуальну інформаційно-вимірювальну систему лабораторних випробувань на основі адаптивно реконфігурованої сенсорної мережі. У розділі подано модель адаптивної реконфігурації, структурно-функціональну організацію системи, опис її функціонування у замкненому контурі вимірювання, а також результати експериментальної і порівняльної перевірки. Зміст розділу завершує розкриття результатів дослідження на системному рівні та підтверджує цілісний характер виконаної роботи.

Повнота оприлюднення одержаних у дисертації результатів

Результати дисертаційної роботи Червотоки О.В. оприлюднені у 10 наукових публікаціях, серед яких 5 статей та 5 праць апробаційного характеру. Серед статей 3 опубліковано у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України категорії “Б”, 2 статті опубліковано у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus.

Зміст опублікованих праць співвідноситься з основними складовими дисертаційного дослідження, зокрема з розробленням методу інтелектуального вимірювання в сенсорних мережах лабораторних випробувань, методу когнітивної обробки результатів інтелектуальних вимірювань та інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи на основі адаптивно реконфігурованої сенсорної мережі.

Результати роботи були представлені на наукових, науково-практичних і науково-технічних конференціях, тематика яких пов’язана з лабораторними випробуваннями, інтелектуальними сенсорними системами та інформаційно-вимірювальними технологіями.

Наведений обсяг публікацій і апробаційних матеріалів дає підстави констатувати належне оприлюднення основних результатів дисертаційної роботи.

Дотримання норм академічної доброчесності

У результаті розгляду дисертаційної роботи Червотоки О.В. та наукових публікацій, зарахованих за темою дисертації, не встановлено підстав вважати, що здобувачем порушено норми академічної доброчесності, визначені чинним законодавством України.

У дисертації використано наукові джерела, нормативні документи, методичні та інформаційні матеріали, на які в тексті наведено відповідні посилання. Основні положення роботи викладені як результати власного

дослідження здобувача, а запозичені відомості відмежовані від авторських узагальнень, моделей, методів, алгоритмічних процедур і висновків.

Посилання на використані джерела та подання результатів у наукових публікаціях оформлені належним чином, з дотриманням вимог академічної доброчесності та наукової етики.

Дискусійні питання щодо змісту дисертації

Високо оцінюючи новизну, теоретичне та практичне значення дисертаційного дослідження, що рецензується, вважаю за доцільне висловити наступні побажання до окремих положень роботи.

1. Доцільно було б додатково пояснити, яким чином у межах моделі, поданої формулою (2.5) на сторінці 51, для динамічних сенсорних каналів можуть бути враховані характер зміни вимірювальних значень у часі, дрейф, інерційність або часове неузгодження каналів під час формування фінального результату інтелектуального вимірювання як зваженої інтеграції даних сенсорних вузлів.

2. Доцільно було б додатково пояснити, яким чином має здійснюватися актуалізація онтологічного опису та когнітивної карти у разі зміни складу сенсорної мережі, появи нових типів вимірювальних каналів або зміни режимів лабораторних випробувань у підрозділі 3.3 на сторінках 90–91, де представлено модель когнітивного узагальнення та інтерпретації результатів інтелектуальних вимірювань.

3. Доцільно було б додатково обґрунтувати умови, за яких реконфігураційна дія має виконуватися, відкладатися або тимчасово обмежуватися до стабілізації вимірювального контуру в контексті імовірних перехідних режимів, тимчасового зниження узгодженості каналів або ускладнення трасування результатів вимірювання у підрозділі 4.1 на сторінці 108, де розглядається адаптивна реконфігурація сенсорної мережі.

4. Доцільно було б додатково пояснити, як дрейф нуля, накопичення похибки орієнтації, вплив вібрацій і температурних факторів можуть впливати на локальне вагове представлення гіроскопічного каналу в межах запропонованої інформаційно-вимірювальної системи на сторінці 115 у підрозділі 4.2, де розглядається гіроскопічний канал, що може використовуватися для реєстрації рухового або орієнтаційного стану об'єкта лабораторних випробувань.

5. Дискусійним є питання, яким чином у момент переходу від когнітивного рішення до фізичної реконфігурації забезпечується неперервність вимірювального процесу та мінімізація ризику втрати критично важливих даних під час зміни топології сенсорної мережі у підрозділі 4.3 на сторінці 117, де представлено функціонування інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи.

6. Перспективним є подальше уточнення критеріїв відновлення довіри до сенсорного каналу після усунення аномалії, дрейфу або нестабільного режиму роботи, а також визначення умов його повернення до повноцінної

участі у вимірювальному процесі для практичного застосування запропонованої технології.

Наведені дискусійні питання не знижують позитивної оцінки, проте можуть використовуватися у подальшій науковій роботі автора для розширення перспектив практичного використання одержаних результатів у галузі метрології. Питання не впливають на достовірність та значення одержаних нових наукових та практичних результатів і сформованих висновків чи рекомендацій.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Червотоки Олега Вікторовича “Інформаційно-вимірювальна технологія лабораторних випробувань на основі інтелектуального вимірювання та когнітивної обробки результатів” є завершеною кваліфікаційною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що мають теоретичне і практичне значення для розвитку метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.

Дисертаційна робота заслуговує на позитивну оцінку, відповідає спеціальності 152 “Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка”, Вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40, та 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 року № 44, а її автор – Червоток Олег Вікторович – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування” за спеціальністю 152 “Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка”.

Рецензент

професор кафедри авіоніки та систем управління
Національного університету
“Київський авіаційний інститут”
доктор технічних наук, професор

Валерій ЧІКОВАНІ



*Чиковані В. завідувач
кафедрою
імені Раєва*