

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Назаркевича Ігоря Богдановича, аспіранта 2020-2024 рр.

кафедри Інформаційно-вимірвальних технологій Національного університету
«Львівська політехніка»,

за темою «Калібрування УЗ сенсорів лінійного переміщення лазерним
інтерферометром», що представляється

на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»

1. Актуальність теми дисертації

Дисертаційна робота Ігоря НАЗАРКЕВИЧА «Калібрування УЗ сенсорів лінійного переміщення лазерним інтерферометром» - достатньо актуальна робота з галузі метрології. Її новизна вкладена у назві дисертації, оскільки стосується практики лазерної інтерферометрії, як високоточної галузі сучасних технологій. Вона послідовно розкривається у рецензованій роботі. Застосування методів лазерної інтерферометрії дає можливість автору вирішувати завдання підвищення точності вимірювання відстаней, яке є сьогодні актуальним у зв'язку з швидким розвитком робототехніки та мобільних систем.

Робота, присвячена питанням метрологічної єдності вимірювань і передавання розміру еталону довжини. Дисертант, як зрілий науковець розглядає складні завдання, пов'язані з конструктивними особливостями побудови обладнання для перенесення розміру одиниці, без вирішення яких неможливо сфокусувати увагу на головному завданні роботи – забезпеченні метрологічної надійності та достовірності передавання розміру довжини.

Застосуванням аспірантом сучасних методів та засобів лазерної інтерферометрії, які сьогодні наявні в лабораторії Львівської політехніки, досвіду співпраці з фахівцями фірми SIOS, Ільменау, Німеччина і Технічного університету м. Ільменау дали можливість автору роботи вирішувати актуальні завдання метрологічного забезпечення вимірювання відстаней на рівні відомих світових практик.

2. Зміст дисертаційної роботи

Структура дисертаційної роботи – класична, тобто у ній є вступ, чотири розділи, висновки і список літератури. У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та завдання досліджень, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, надано інформацію про апробацію результатів роботи та внесок дисертанта, його публікації.

У 1-му розділі автором розглянуто методи і засоби вимірювання лінійних розмірів, приділена достатня увага сучасним засобам виміральної техніки (ЗВТ), зокрема розглянуто смарт-засоби та еталони фізичних величин.

Другий розділ присвячено розгляду особливостей методу і засобів лазерної інтерферометрії, покладеної в основу дисертаційної роботи. Зокрема, розкрито питання продукування монохроматичного та плоскополяризованого випромінювання лазерів. Послідовно вивчено питання роботи самого інтерферометра і вже після того здійснено аргументований перехід до методологічної основи роботи, тобто до створення і дослідження устаткування, здатного забезпечити передавання одиниці

довжини від робочого еталону (лазерний інтерферометр типу LM-20/50) до робочого засобу вимірювальної техніки. Тут вивчено чинники впливу (стабільність частоти роботи лазера, температурні та вологісні фактори, питання дрейфу показників у часі), що формують непевність передавання розміру одиниці довжини. Показано, що метрологічні параметри лазерного інтерферометра задовольняють вимоги стандартів щодо його залучення як робочого еталону 2-ї групи для проведення калібрування.

У 3-му розділі розглянуто процедуру калібрування ультразвукових сенсорів, як промислових ЗВТ для потреб робототехніки. Проаналізовано метрологічні параметри сенсорів виробництва фірми IFM, зокрема характеристики «мертвої» зони сенсора, залежні від конструкції ультразвукових смарт-сенсорів. За результатами аналізу запропоновано застосовувати для калібрування ультразвукових сенсорів на оптичній лаві прямий метод калібрування.

У роботі також розроблено програмне забезпечення для он-лайн навчання метрологів лазерній інтерферометрії для калібрування промислових УЗ сенсорів. Таким чином забезпечено можливість підвищення якості кадрового забезпечення процесів вимірювання, калібрування, виробництва ультразвукових сенсорів відстані.

3. Наукова новизна та практична цінність роботи.

У роботі отримано нові наукові результати, серед яких слід виділити такі:

- обґрунтовано використання прямого методу калібрування ультразвукових сенсорів на оптичній лаві, а також уточнено процедури оцінювання непевності отриманих результатів, що дало змогу оптимізувати метрологічні характеристики режимів передавання розміру одиниці довжини зміною контрольованих чинників впливу;
- **вперше** розроблено процедуру калібрування ультразвукових сенсорів відстані за допомогою лазерного інтерферометра типу LM-20/50, що забезпечує надійність та достовірність передавання розміру довжини під час перевірки, калібрування й випробовування ультразвукових сенсорів, як пристроїв для вимірювання відстані у робототехніці;
- досліджено чинники впливу на калібрований ультразвуковий сенсор, що дало змогу врахувати їх вплив та зменшити похибку калібрування ультразвукових сенсорів фірми IFM в околі нижньої межі вимірювання відстані, тобто у «мертвій зоні».

Практична цінність роботи полягає в тому, застосування розробленої процедури для калібрування ультразвукових сенсорів фірми IFM забезпечило зменшення СКВ результатів вимірювання за допомогою цих сенсорів від 4,4 % (дані фірми-виробника) до 3,3 % (результати досліджень).

Практична цінність результатів роботи також підтверджена їх впровадженням в Державному підприємстві ДП ДНДІ «Система», яке є зберігачем Національного еталону одиниці звукового тиску в повітряному середовищі НДЕТУ AUV-03-2019; Національного еталону одиниці потужності ультразвуку в водному середовищі НДЕТУ AUV-01-2018; Національного еталону одиниці ультразвукового тиску в водному середовищі НДЕТУ AUV-02-2018.

4. Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи.

1. Дещо невдало сформульовано об'єкт та предмет дослідження. Зокрема слід було б врахувати що об'єкт дослідження є процесом або явищем, яке породжує проблему, що вирішується у дисертаційній роботі. На нашу думку об'єктом дослідження є процес вимірювання відстані за допомогою інтерферометричних засобів із лазерними джерелами випромінювання та ультразвукових вимірювачів відстані.
2. У підрозділі 2.3 автор вказує на те, що процедуру калібрування потрібно виконувати забезпечивши незмінність температурно-вологісних умов. Доцільно було б визначити допустимий діапазон зміни температури та вологості навколишнього повітря під час калібрування ультразвукових сенсорів.
3. Під час оцінювання сумарної стандартної непевності коефіцієнта калібрування ультразвукового сенсора (підрозділ 3.3) автор розглядає всі вхідні величини як некорельовані. Потрібно було б обґрунтувати на основі чого автор прийняв таке припущення. Також потрібно було б детальніше розглянути як отримані коефіцієнти впливу непевностей вхідних величин на сумарну стандартну непевність коефіцієнта калібрування.
4. Доцільно було б подати у роботі приклади застосування розробленої процедури передавання розміру одиниці довжини від інтерферометра до ультразвукового сенсора, для калібрування сенсорів у робототехніці чи інших галузях.

5. Висновок.

Дисертаційна робота Ігоря Богдановича Назаркевича «Калібрування УЗ сенсорів лінійного переміщення лазерним інтерферометром» відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеню доктора філософії. Сформульовані ним наукові положення, висновки і рекомендації відображені у наукових працях претендента.

Ураховуючи викладене, дисертаційна робота може бути допущена до захисту на Разовій спеціалізованій вченій раді з присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка».

Рецензент,
д.т.н., професор,
завідувач кафедри АВКТ



Федір МАТІКО

Підпис Матіка Ф. Д. засвідчує

Вчений секретар Національного університету
«Львівська політехніка», к.т.н., доцент



Роман БРИЛИНСЬКИЙ