

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Анни Володимирівни Хоми “Методи та засоби комп’ютерного опрацювання сигналів інтерферометрії білого світла”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп’ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації та її зв’язок із державними науковими програмами. Потреба в інтерферометричних вимірюваннях постає під час виконання різного роду досліджень, як фундаментальних, так і прикладних. При цьому опосередковано може здійснюватися контроль різноманітних фізичних величин, як от температура або тиск, якщо відома залежність цієї величини від зміни геометричних розмірів чи положення первинного перетворювача. Часто метою дослідження є відтворення рельєфу поверхні контрольованого об’єкту, на основі інтерферометричного зображення. В багатьох випадках дослідження проводяться за допомогою білого, а не монохроматичного (лазерного) світла. Такий підхід забезпечує низку переваг, зокрема можливість вимірювати поверхні з різкими перепадами і ухилами, високу роздільну здатність, а також можливість досягнення вищої завадостійкості за рахунок наявності амплітудної модуляції в результуючому сигналі. Проте реконструювання інтерферограм білого світла є відносно складним завданням. Це зумовлено, передовсім, заниканням сигналу інтенсивності або, іншими словами, наявністю огинаючої амплітуди інтерферограми. У цьому контексті *актуальною* є дисертаційна робота А.В.Хоми, яка присвячена розробленню методів і засобів реконструкції поверхонь складної форми, яким притаманна висока обчислювальна ефективність в поєднанні із необхідною для потреб практики точністю і завадостійкістю. Робота виконувалася за держбюджетною темою Національного університету “Львівська політехніка”, номер держреєстрації 0113U003188.

Дисертаційну роботу А.В.Хома виконала на належному науковому рівні. Аналіз цієї роботи показав, що мета, об’єкт, предмет та задачі дослідження автором визначено аргументовано. Структура дисертації є чіткою та логічною, містить вступ, чотири основних розділи, висновки, список використаних джерел та додатки. Зміст дисертації, мова та стиль викладення, а також якість ілюстративного матеріалу відповідають встановленим вимогам до дисертаційних робіт.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та задачі досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про їхню апробацію та особистий внесок автора.

У першому розділі проведено порівняльний аналіз існуючих методів аналізу інтерферометричних картин. Встановлено, що існуючі методи характеризуються низкою недоліків та обмежень. Відтак на підставі проведеного аналізу сформульовано завдання та напрямки наукових досліджень, спрямованих на розроблення нових методів, які б дозволили аналізувати поверхні складної форми за допомогою інтерферометрів білого світла.

У другому розділі представлено та проаналізовано концепцію побудови комп'ютерної системи ІБС дослідження рельєфу поверхні. Обґрунтовано методику оцінювання обчислювальної ефективності та точності методів реконструкції рельєфу поверхні. Розроблено модель спотворень вимірювального каналу інтерферометра та умотивовано необхідність застосування обчислювальних засобів для усунення існуючих джерел похибок.

У третьому розділі проведено, розроблено та всебічно досліджено нові методи аналізу інтерферограм на базі сучасних алгоритмів цифрового опрацювання сигналів та зображень. Для них здійснено порівняльний аналіз, оцінено їх обчислювальну складність та методичні похибки.

Четвертий розділ репрезентує аспекти практичної імплементації запропонованих алгоритмів, зокрема програмованих логічних матриць та графічних процесорів.

У додатках містяться зразки програмного коду, що дають можливість реконструювати поверхню на основі зображення інтерферограми, збереженої у форматі jpeg, а також акти впроваджень.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, та їх достовірність. Наукові положення, винесені на захист, обґрунтовані та доведені на належному науковому рівні. Мета, постановка задачі, методологія і інструментарій проведення дисертаційного дослідження, а також наведені в кінці роботи висновки є логічними, віддзеркалюють отримані автором наукові результати, не суперечать відомим математичним і фізичним закономірностям.

Достовірність отриманих теоретичних і практичних результатів, а також запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій ґрунтується на кваліфікованому підході до постановки задач досліджень, логічно правильному

обґрунтуванню прийнятих допущень при виборі математичних моделей і коректному використанні математичного апарату. Достовірність підтверджується також належною збіжністю між результатами теоретичного аналізу і комп'ютерного моделювання та експериментальних досліджень. Важливо відзначити практичну реалізацію розроблених алгоритмів опрацювання інтерферометричних даних за допомогою сучасних прикладних спеціалізованих програмних пакетів.

Наукові положення дисертаційної роботи не суперечать основним положенням теорії обробки сигналів, теоретичним засадам обчислювальної техніки, теорії похибок вимірювань та опрацювання результатів, принципам аналізу і синтезу апаратних та програмних засобів комп'ютерних та інформаційно-вимірювальних систем.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у тому, що:

1. Вперше проведено декомпозицію сигналу інтерферометрії білого світла на комплексні експоненти, що дало можливість вжити застосовний до розпаралелення за точками метод Проні до визначення оптичної різниці ходу променя та реконструювати профіль нелінійної поверхні.
2. Вперше розроблено метод посегментної апроксимації з використанням кусково-поліноміальних наближень, який уможливує розпаралелення обчислень та реконструкцію нелінійної поверхні з мінімальними обчислювальними затратами та похибками.
3. Удосконалено метод нормалізації інтерферограми білого світла у просторовій і частотній областях, застосування яких забезпечує інваріантність до впливу огинаючої амплітуди сигналу, підвищує обчислювальну ефективність і точність реконструкції рельєфу поверхні.
4. Удосконалено метод реконструкції рельєфу поверхні з використанням дискретного перетворення Гільберта, який усуває вплив багатозначності обернених функцій.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що отримані автором результати використано в термометрії для побудови багатоканальних регуляторів-вимірювачів температури, вологості та інших фізичних величин (в ПАТ НВО „Термоприлад”), в нанотехнологіях при вимірюванні геометричних параметрів об'єктів та в навчальному процесі у Національному університеті “Львівська політехніка”.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, трьох додатків і викладена на 128 сторінках основного тексту, містить 71 ілюстрацію та 8 таблиць. Перелік використаних літературних джерел включає 97 найменувань.

Повнота викладення наукових і прикладних результатів дисертації в опублікованих роботах. Основні наукові положення і результати дисертаційних досліджень в достатній мірі викладені у 8 статтях фахових журналів, зокрема 5 в закордонних науково-технічних виданнях, а також оприлюднені на 5 науково-технічних конференціях.

Автореферат адекватно відображає зміст дисертаційної роботи.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. Не вказані обмеження на геометричні розміри реконструйованої тривимірної поверхні розробленими методами та кривизну поверхні (фактично вона має бути гладкою і монотонною на відрізках).
2. Не виокремлено для яких задач потрібна висока швидкодія реконструкції поверхні, зокрема з використанням для цього інтерферометра.
3. Експериментальні дослідження точності запропонованої технології вимірювання проведено без використання еталону (чи еталонних вимірювань поверхні зразка іншим методом, наприклад лазерним профілометром).
4. Автор хибно вживає термін “невизначені” для обернених тригонометричних функцій. Ці функції є визначені, але багатозначні.
5. У роботі є граматичні помилки (має бути: с. 15 - “недетермінований”, с. 94 – “відкоригована”, с. 102 - “обнулення” та ін.).

Загальний висновок. Дисертаційна робота Анни Володимирівни Хоми “Методи та засоби комп’ютерного опрацювання сигналів інтерферометрії білого світла” є цілісною і завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати в області комп’ютерних та інформаційно-вимірювальних систем, які в сукупності забезпечили розв’язання актуальної наукової задачі – покращання характеристик технічних і програмних компонентів комп’ютерних засобів опрацювання вимірювальних даних інтерферометрії білого світла.

Зміст роботи свідчить про належний науковий рівень і кваліфікацію автора, його наукову зрілість та самостійність. Зазначені недоліки і зауваження не є принциповими та не змінюють загальної позитивної оцінки роботи в

цілому та вагомість результатів, одержаних в ході дисертаційних досліджень.

Дисертаційна робота А.В. Хоми за актуальністю теми, науковим рівнем та вагомістю отриманих наукових і практичних результатів відповідає вимогам “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння наукового звання старшого наукового співробітника”, в частині здобуття наукового ступеня кандидата наук, а її автор заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп’ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент:
завідувач відділу інтелектуальних
технологій і систем діагностики
Фізико-механічного інституту
ім. Г.В. Карпенка НАН України,
доктор технічних наук, професор



Р. А. Воробель

м.Львів, 09.02.2017 р.



