

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Дніпровського національного університету імені
Олеся Гончара
доктору фізико-математичних наук, професору,
в.о. проректора з науково-педагогічної роботи ДНУ
ім. О. Гончара
Гук Наталії Анатоліївни

ВІДГУК

офіційного опонента Базилевича Юрія Миколайовича,
доктора фізико-математичних наук, професора, професора кафедри
автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій навчально-наукового
інституту «Придніпровська Державна академія будівництва та архітектури»
Українського державного університету науки і технологій

на дисертаційну роботу

Олевського Олександра Вікторовича

**«Розвиток методів цифрового спектрального аналізу для задач
багаточастотних вимірювань у мікрохвильовому діапазоні»**

подану на здобуття ступеня доктора філософії у галузі знань 11 Математика та
статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика

Дисертаційна робота Олевського Олександра Вікторовича присвячена підвищенню якості аналізу сигналів із використанням методів параметричного спектрального аналізу в умовах дії імпульсної завади та похибок оцінки комплексної частоти, які є розповсюдженими в галузі цифрової обробки даних. Використання параметричних методів спектрального аналізу, а також усунення властивих їм обмежень, є актуальним науково-технічним завданням з огляду на їх широке застосування у сферах радіофізики та електроніки. У межах

дисертаційного дослідження автором запропоновано методи для подолання таких проблем, які можуть бути легко впроваджені в наявні системи без потреби у значних додаткових обчислювальних ресурсах чи ускладненні обробки даних.

При виконанні роботи основну увагу було зосереджено на розробці методів зменшення впливу імпульсного шуму на результати оцінювання параметрів із використанням методу Проні та методу пучка матриць, а також на створенні підходу, що забезпечує додаткове уточнення комплексних частот на етапі визначення комплексних амплітуд.

У вступі автором обґрунтовано актуальність обраної тематики дослідження, окреслено об'єкт і предмет дослідження, а також висвітлено зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами та темами. У цьому розділі сформульовано мету роботи та поставлені завдання, наведено відомості щодо особистого внеску здобувача і представлено підтвердження апробації дослідження у формі наукових публікацій і тез доповідей на конференціях.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячений аналізу сфер використання комплексно-експоненціальних сигналів і методів параметричного спектрального аналізу. Вказана предметна область застосування розглянутих методів. У розділі продемонстровано принцип основного стандартного методу обробки на основі дискретного перетворення Фур'є та окреслено його головні недоліки, для усунення яких перспективним є застосування параметричних методів спектрального аналізу. В цьому ж розділі розглянуто стандартні алгоритми для методів параметричного спектрального аналізу, які слугують фундаментом для подальшого дослідження.

Другий розділ роботи присвячено вивченню, імплементації та покращенню наявних методів та алгоритмів, які можуть бути використані для вирішення поставлених у дисертації завдань. Зокрема, розглянуто метод сегментації сигналу як один із підходів до зменшення впливу імпульсного шуму, а також метод допоміжних джерел, який застосовується для моделювання електромагнітних полів у хвилевідних структурах.

У третьому розділі подається розгорнутий опис теоретичного виведення та алгоритмічної імплементації новітніх методів для усунення проблем, пов'язаних із наявністю імпульсного шуму та похибками оцінювання комплексної частоти комплексно-експоненціальних сигналів. Для розв'язання першої задачі здобувачем запропоновано методи пропускання точок у методі Проні та методі пучка матриць, які забезпечують виключення із розрахунку відліків, що містять значні відхилення від комплексно-експоненціальної моделі. Для подолання проблеми неточного оцінювання комплексної частоти вперше розроблено метод корекції частот, що дає змогу уточнювати значення частотних оцінок у процесі оцінювання комплексних амплітуд. Запропонований підхід реалізовано як для стандартного сигналу, так і для сигналу, що пройшов через різницевий фільтр, що є стандартним для радіофізичних експериментів.

Четвертий розділ містить результати експериментальної перевірки працездатності розроблених алгоритмів. Проведено комп'ютерний експеримент зі стохастичною обробкою даних на основі відповідних бібліотек мови Python, зокрема – Numpy та Scipy. Отримані результати підтвердили ефективність і доцільність використання розроблених методів в сучасних обчислювальних системах. Крім того, було проаналізовано межі застосування запропонованих методів та проведено їх порівняння з межами застосовності традиційних підходів. Показано розширення меж працездатності алгоритмів за рахунок використання розвинутих в роботі методів.

У висновках узагальнено основні результати та досягнення дисертаційного дослідження, та висвітлено, наукову новизну запропонованих методів.

До ключових нових результатів дисертаційного дослідження належать:

- 1) алгоритм пропускання точок для модифікації методу Проні;
- 2) алгоритм пропускання точок для модифікації методу пучка матриць;
- 3) алгоритм коригування частот;
- 4) застосування методу допоміжних джерел для перевірки працездатності методу параметричного спектрального аналізу;

5) використання принципу мінімуму протяжності у завданнях пошуку імпульсних викидів.

У сукупності ці нові результати дозволили отримати вирішення сформульованого актуального наукового завдання.

Про високу достовірність результатів здобувача каже його застосування стандартних бібліотек на розповсюдженій мові програмування та надання коду в додатках для незалежної перевірки повторюваності експериментів.

Розроблені алгоритми можуть бути використані на практиці для розв'язання задач аналізу сигналів в умовах нестабільного електроживлення, а також під час отримання даних за допомогою апаратури, до складу якої входять аналогово-цифрові перетворювачі. Крім того, продемонстровано, що запропонований сучасний алгоритм корекції частот є ефективним для задач радарного визначення відстаней за наявності вібрацій у конструкції хвилевідної системи. Зазначені приклади застосування відповідають типовим ситуаціям, що виникають у процесі реальних експериментальних досліджень.

Таким чином, результати дисертаційної роботи мають суттєве значення для розвитку методів недеструктивної радарної дефектоскопії, оцінки напрямку приходу хвиль та безконтактного вимірювання зміщень конструкцій.

Результати дисертаційного дослідження було опубліковано в 4 виданнях категорії «Б» та одному виданні, яке індексується у базі даних Scopus. Здобувачем було апробовано результати роботи на 7-ох міжнародних конференціях. Всі публікації, окрім одних тез, здобувачем було написано в співавторстві з науковим креівником.

Робота оформлена у відповідності до чинних вимог законодавства та виконана на високому рівні. Практичним результатом дослідження є три нових алгоритми для покращення якості роботи методів параметричного спектрального аналізу в реальних умовах. Теоретичним результатом роботи є математичне обґрунтування даних методів та оцінка максимальної кількості точок, які можуть бути відкинуті при реалізації методу Проні та методу пучка матриць.

До недоліків роботи можна віднести:

- 1) відсутність перевірки числа обумовленості та загальної стійкості розглянутих систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- 2) використання терміну «матриця Вандермонда» для прямокутної матриці, що не є традиційним;
- 3) відсутність детального розгляду причини того, чому методи працюють найкраще на середніх частотах;
- 4) назву першого розділу, яка є незручною для читання.

Принципових недоліків або помилок в дисертації знайдено не було.

З урахуванням написаного вище вважаю дисертаційну роботу Олевського Олександра Вікторовича на тему «Розвиток методів цифрового спектрального аналізу для задач багаточастотних вимірювань у мікрохвильовому діапазоні» такою, що відповідає спеціальності 113 Прикладна математика та вимогам, наведеним в «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 її автор – Олевський Олександр Вікторович – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Офіційний опонент,
доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій
навчально-наукового інституту
«Придніпровська Державна академія
будівництва та архітектури» Українського
державного університету
науки і технологій

*Засвідчено підпис
Згенер. секретар
УДУКТБ*



Юрій БАЗИЛЕВИЧ

Юрій Базилевич