

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

В І Д Г У К

офіційного опонента Андрійчука Михайла Івановича,
професора, доктора технічних наук, завідувача відділу числових методів
математичної фізики Інституту прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України

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 дослідженню методів покращення якості аналізу сигналів методами параметричного спектрального аналізу в умовах наявності імпульсного шуму та неточностей, що можуть виникати внаслідок особливостей роботи стандартних алгоритмів. Застосування параметричних методів спектрального аналізу та подолання їх обмежень є актуальною науково-технічною задачею внаслідок ефективності їх застосування у галузях радіофізики та електроніки. При цьому

здобувачем було спрямовано зусилля для розробки методів, які потенційно легко інтегруються в існуючі системи та не вимагають надмірної кількості додаткових розрахунків та ресурсів.

При проведенні роботи основними завданнями були розробка методів придушення ефектів імпульсного шуму на оцінки параметрів за допомогою методу Проні та методу пучка матриць, а також – розробка методу, що дозволяє додаткове уточнення комплексних частот на етапі оцінки комплексних амплітуд.

У вступі здобувачем обґрунтовано актуальність теми дослідження, наведено чітке визначення предмета та об'єкта дослідження і показано зв'язок дисертаційної роботи з відповідними науковим програмами та темами. В даному розділі також сформульовано мету дослідження і завдання, необхідні для її досягнення. Окрім цього, окреслено особистий внесок здобувача та наведено інформацію про апробацію результатів дослідження, які викладено у низці статей, праць та тез конференцій.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячено огляду сфери застосування комплексно-експоненціальних сигналів та методів параметричного спектрального аналізу. У ньому детально розглянуто математичне підґрунтя використаних методів та принципи їх застосування. Також продемонстровано класичний підхід на основі методу дискретного перетворення Фур'є та характеризувано його недоліки.

У другому розділі розглянуто існуючі методи та алгоритми, що можуть бути застосовані для досягнення мети дисертаційної роботи. Зокрема, показано метод сегментування сигналу, як початкову точку боротьби із впливом імпульсного шуму та метод допоміжних джерел для симуляції електромагнітних полів у хвильоводних структурах.

Третій розділ присвячено розробці новітніх методів для подолання проблем, пов'язаних з присутністю імпульсного шуму та неточності оцінки комплексної частоти комплексно-експоненціального сигналу. Для розв'язку першої проблеми здобувачем пропонується новий метод пропускання точок для методу Проні та методу пучка матриць, який дозволяє вилучати точки з

імпульсними викидами із розгляду. Для розв'язку проблеми неточної оцінки комплексної частоти вперше запропоновано метод коригування частоти, який дозволяє змінювати значення оцінок частот під час оцінки комплексних амплітуд. Метод було розроблено як для випадку звичайного сигналу, так і для випадку сигналу, що пройшов через різницевий фільтр, що є типовим для радіофізичних експериментів.

Четвертий розділ дисертаційної роботи присвячено експериментальному підтвердженню працездатності розроблених алгоритмів. При цьому успішно доведено доцільність їх застосування в сучасній апаратурі. Також було розглянуто межі застосовності методів та проведено порівняння їх із межами застосовності стандартних підходів.

У висновках було висвітлено основні досягнення дисертаційного дослідження. При цьому було окреслено, які із запропонованих методів є більш ефективними.

До ключових нових результатів дисертаційного дослідження належать:

- 1) розробка алгоритму пропускання точок для методу Проні;
- 2) розробка алгоритму пропускання точок для методу пучка матриць;
- 3) розробка алгоритму коригування частот;
- 4) застосування методу допоміжних джерел для перевірки працездатності методу параметричного спектрального аналізу в заданих умовах та їх порівняння зі стандартним методом перетворення Фур'є;
- 5) застосування принципу мінімуму протяжності для пошуку імпульсних викидів в сигналі.

У сукупності ці нові результати дозволили отримати розв'язок актуального наукового завдання і досягнути мети проведеного дисертаційного дослідження.

У ході роботи здобувачем було проведено комп'ютерний експеримент зі стохастичною обробкою даних на основі загальноприйнятих бібліотек NumPy та SciPy. Використання даних інструментів дозволяє зробити висновок про достовірність отриманих результатів.

Отримані алгоритми можуть бути практично застосовані для задач аналізу сигналу в умовах нестабільності живлення та отримання даних за допомогою апаратури, що включає в себе аналогово-цифрові перетворювачі. Також було продемонстровано, що розроблений новий алгоритм коригування частот може бути ефективно застосовано для задач радарного вимірювання відстаней в умовах вібрацій конструкції хвильоводної системи. Дані застосування становлять важливі випадки, що виникають під час реальних експериментів.

Відповідно, результати дисертаційного дослідження є важливими для галузей недеструктивної радарної дефектоскопії, методів оцінки напрямку надходження хвилі та безконтактного вимірювання зсувів механічних конструкцій.

Результати дисертаційного дослідження було опубліковано в 4 виданнях категорії «Б» та одному виданні, індексованому в базі Scopus. Також здобувачем було апробовано результати роботи на 7-ох конференціях, за результатами яких було опубліковано відповідні матеріали та тези. Всі публікації, окрім одних тез конференції, здобувачем було написано в співавторстві виключно за науковим керівником.

Роботу виконано на високому науковому та інженерному рівні. Роботу виконано у відповідності до чинних вимог оформлення дисертацій на здобуття вченого ступеня доктора філософії.

Теоретичним результатом роботи є математичне обґрунтування даних методів та надання оцінки максимальної кількості точок, що можуть бути відкинуті при розрахунку за допомогою методу Проні та методу пучка матриць. Практичним результатом дослідження є три нових алгоритми для покращення якості роботи методів параметричного спектрального аналізу в умовах, які є актуальними для реальних вимірювань.

До недоліків роботи можна віднести:

- 1) нерівномірний об'єм розділів;
- 2) недостатку повного описання експериментального обладнання, для якого були розроблені методи;
- 3) застосування готичних літер для позначення дійсних та уявних частин комплексних чисел, що не є традиційним для наукової літератури в Україні.

Принципових недоліків або помилок в дисертаційній роботі 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:

завідувач відділу числових методів
математичної фізики Інституту
прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України,
доктор технічних наук, професор



Михайло АНДРІЙЧУК

Підпис *М. Андрійчука*
засвідчує
Вчений секретар ІПММ
ім. Я.С.Підстригача НАНУ
О. Кравчишин

