

РЕЦЕНЗІЯ
на дисертаційну роботу
ПЕРЦЯ Костянтина Геннадійовича
«МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ АНСАМБЛІВ
СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ В УМОВАХ ЗАВАД В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ
СИСТЕМАХ»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії,
галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»,
спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Перця К. Г. присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі підвищення ефективності обробки сигналів у телекомунікаційних системах в умовах складного заводового середовища, що супроводжується нелінійними спотвореннями, спектральними перекриттями та обмеженістю частотного ресурсу.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що сучасні телекомунікаційні технології функціонують у середовищах із високою щільністю сигналів та інтенсивним заводовим впливом, де традиційні методи обробки не забезпечують належного рівня точності реконструкції та узгодженості спектральних характеристик сигналів. Особливої складності набуває задача відновлення сигналів у випадку нелінійної взаємодії спектральних компонент, яка недостатньо враховується в існуючих методах обробки.

У дисертації запропоновано інтегрований підхід до формування та реконструкції ансамблів складних сигналів, який базується на використанні рядів Вольтерра для опису нелінійних процесів, застосуванні керованої регуляризації спектра та багатокритеріальної оптимізації параметрів реконструкції. Такий підхід дозволяє забезпечити узгодженість спектральних і структурних характеристик сигналів, підвищити точність їх відновлення та стійкість до завад.

Отримані результати мають важливе значення для розвитку методів обробки сигналів у телекомунікаційних системах, зокрема в умовах когнітивних радіомереж, систем широкосмугового доступу та сучасних стандартів зв'язку, де питання ефективної реконструкції сигналів в умовах завад є критично важливим.

2. Оцінка наукового рівня дисертації.

Дисертаційна робота, подана на рецензування, виконана на високому науковому рівні та відзначається ґрунтовним підходом до розв'язання поставленої наукової задачі. У роботі представлено глибоке розуміння сучасних проблем обробки сигналів у телекомунікаційних системах, зокрема в умовах нелінійних завад та обмежених ресурсів.

Науковий рівень дослідження підтверджується використанням сучасного математичного апарату, зокрема методів нелінійного моделювання на основі рядів Вольтерра, методів регуляризації та багатокритеріальної оптимізації. Здобувачем запропоновано інтегрований підхід, який поєднує часову та частотну обробку сигналів і забезпечує узгоджене врахування їх спектральних та структурних характеристик.

У роботі чітко простежується логічний зв'язок між теоретичними положеннями, розробленими методами та результатами їх експериментальної перевірки. Проведені дослідження мають системний характер і охоплюють (включають) як математичне обґрунтування запропонованих рішень, так і їх алгоритмічну реалізацію з верифікацією на основі числового моделювання.

Запропоновані рішення мають інноваційний характер та наукову новизну та спрямовані на вирішення актуальних задач підвищення точності реконструкції сигналів і завадостійкості телекомунікаційних систем. Запропоновані методи є логічно завершеними, узгодженими між собою та підтвердженими експериментальними результатами.

Загалом, дисертаційна робота відповідає сучасному рівню розвитку науки у галузі телекомунікацій та радіотехніки, а також вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

3. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень і висновків.

Наукові положення та висновки дисертаційної роботи Перця К.Г. є достатньо обґрунтованими та достовірними. Це підтверджується використанням сучасного математичного апарату, зокрема методів нелінійного моделювання на основі рядів Вольтерра, регуляризації та багатокритеріальної оптимізації, а також результатами комп'ютерного моделювання.

Отримані результати мають узгоджений характер та підтверджені експериментальними дослідженнями в умовах впливу різних завад. Це свідчить про їх наукову коректність та практичну придатність.

Таким чином, наукові положення і висновки дисертації є обґрунтованими, достовірними та відповідають вимогам до дисертаційних досліджень.

4. Наукова новизна одержаних результатів.

В роботі представлені наступні нові наукові результати.

1. **Вперше** розроблено інтегрований метод формування та реконструкції ансамблів складних сигналів у часово-частотній області, що поєднує спектральну реконструкцію на основі рядів Вольтерра, керовану нелінійну регуляризацию параметрів та багатокритеріальну оптимізацію з використанням множників Лагранжа. Метод забезпечує узгоджене формування ансамблів складних сигналів та стабільність їх відновлення в складних заводських умовах.

2. **Удосконалено** метод реконструкції сигналів у частотній області на основі рядів Вольтерра за рахунок введення регуляризації спектра за функцією Джемана–Маклюра, яка забезпечує мінімізацію впливу малозначущих складових спектра та збереження основних інформативних параметрів під час формування ансамблів складних сигналів.

3. **Удосконалено** метод багатокритеріальної оптимізації формування та реконструкції ансамблів складних сигналів у частотно-часовій області на основі множників Лагранжа, що забезпечує одночасну мінімізацію похибки відновлення, підвищення заводостійкості та підтримання ортогональності спектральних параметрів моделі.

5. Практичне значення результатів дослідження.

Практичне значення результатів дисертаційного дослідження полягає у розробці методів, алгоритмів та програмних рішень для формування та реконструкції ансамблів складних сигналів, які можуть бути використані в сучасних телекомунікаційних системах, що функціонують в умовах інтенсивного заводського впливу та нелінійних спотворень.

Запропоновані в роботі підходи дозволяють підвищити точність реконструкції сигналів при врахуванні нелінійних взаємодій спектральних компонент на основі рядів Вольтерра. Застосування керованої регуляризації та багатокритеріальної оптимізації параметрів забезпечує зменшення похибки відновлення сигналів та підвищення їх заводостійкості.

Реалізовані алгоритми спектральної реконструкції та механізми узгодженої часово-частотної обробки дозволяють адаптивно враховувати

характеристики завадового середовища. Це особливо важливо для систем реального часу та систем із змінними характеристиками каналу зв'язку.

Отримані результати можуть бути використані при розробці та вдосконаленні телекомунікаційних технологій, зокрема у системах мобільного зв'язку (4G LTE, 5G NR), когнітивних радіомережах, а також у задачах цифрової обробки сигналів, де необхідне забезпечення високої точності відновлення та стійкості до завад.

Практична цінність роботи підтверджується результатами експериментального моделювання, які показують зменшення похибки реконструкції сигналів, підвищення ефективності обробки в умовах складного завадового середовища.

Розроблені методи та алгоритми реалізації впроваджені в навчальний процес УкрДУЗТ при викладанні дисциплін: «Методи оптимізації в телекомунікаціях та радіотехніці», «Телекомунікаційні системи передачі» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

У додатку до дисертації представлені документи, які підтверджують використання науково-практичних результатів дослідження.

6. Повнота викладення основних положень дисертації в опублікованих працях.

Основні наукові результати дисертаційного дослідження Перця К.Г. повністю відображені в опублікованих працях автора. За темою дисертації опубліковано 13 наукових праць, з яких 4 статті – у фахових наукових виданнях України, та 9 – у матеріалах міжнародних науково-практичних конференцій.

В публікаціях послідовно висвітлено основні результати дисертаційної роботи, зокрема обґрунтування інтегрованого підходу до формування та реконструкції ансамблів складних сигналів, застосування рядів Вольтерра для моделювання нелінійних процесів, використання методів регуляризації та багатокритеріальної оптимізації. Результати моделювання підтверджують ефективності застосування запропонованих методів.

В публікаціях висвітлені основні положення наукової новизни та відображені результати дослідження.

Результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію на науково-практичних конференціях міжнародного рівня.

Таким чином, повнота викладення основних положень дисертації в опублікованих працях відповідає встановленим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

7. Оцінка змісту дисертації, її завершеності і відповідності встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Перця К.Г. має логічну та послідовну структуру і є завершеним науковим дослідженням

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, задачі, об'єкт і предмет дослідження.

У першому розділі проведено аналіз сучасних методів формування та реконструкції ансамблів складних сигналів і обґрунтовано необхідність інтегрованого підходу при вирішенні проблем підвищення ефективності обробки сигналів в умовах складного заводського середовища.

У другому розділі розроблено інтегрований метод формування та реконструкції сигналів на основі рядів Вольтерра.

У третьому розділі удосконалено методи реконструкції за рахунок застосування регуляризації та багатокритеріальної оптимізації з використанням множників Лагранжа.

У четвертому розділі розроблені алгоритми реконструкції сигналів та проведено експериментальну перевірку їх ефективності на основі моделювання.

У висновках узагальнено основні результати дослідження.

Повнота викладення матеріалу, логічність структури, рівень наукових результатів та оформлення дисертації відповідають вимогам, встановленим нормативними документами Міністерства освіти і науки України щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

8. Дані про відсутність текстових запозичень та порушення академічної доброчесності.

За результатами аналізу дисертаційної роботи встановлено, що текст роботи, статей і доповідей не містить некоректних запозичень.

Усі використані джерела належним чином процитовані, посилання оформлено відповідно до встановлених вимог. Ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикавання чи фальсифікування наукових результатів не виявлено.

Дисертаційна робота відповідає вимогам академічної доброчесності.

9. Зауваження до дисертації.

В цілому дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні, є завершеним дослідженням та має значну наукову і практичну цінність. Разом з тим, за змістом роботи доцільно висловити окремі зауваження та побажання:

1. У розділах 2 та 3, де представлено алгоритми реалізації запропонованих методів реконструкції сигналів, недостатньо розглянуто питання накопичення похибок на послідовних етапах обробки. Зокрема, не показано, як помилки, що виникають на етапі спектральної реконструкції, впливають на подальші етапи оптимізації та кінцеву якість відновлення сигналу.

2. У розділі 3, де представлено метод реконструкції сигналів, недостатньо детально розглянуто питання впливу кроку та параметрів ітераційного процесу на швидкість збіжності процедур оптимізації. Зокрема, не наведено аналізу, як вибір параметрів оптимізації впливає на час досягнення стабільного рішення та якість реконструкції сигналу.

3. У розділі 4, де розроблено алгоритми узгодженої локальної часової та глобальної частотної реконструкції сигналів, недостатньо детально розглянуто вплив запропонованого підходу на точність демодуляції в системах 4G LTE та 5G NR. Зокрема, не наведено аналізу зміни показників якості прийому (наприклад, ймовірність бітової помилки) при використанні запропонованого методу реконструкції в приймальному тракті.

4. У роботі доцільно було б більш чітко окреслити області ефективного застосування запропонованих методів, зокрема визначити їх поведінку при граничних значеннях параметрів сигналу та завад.

Зазначені зауваження не знижують загальної високої оцінки виконаного дослідження та не впливають на та не впливають на якість та цінність дисертаційної роботи Перця К.Г.

9. Загальний висновок.

Дисертаційна робота ПЕРЦЯ Костянтина Геннадійовича «МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ В УМОВАХ ЗАВАД В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ» є повністю завершеною, оригінальною науковою працею, яка успішно вирішує актуальну науково-практичну проблему, пов'язану з удосконаленням методів обробки та формування сигналів у когнітивних телекомунікаційних мережах. В роботі представлено нові, науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати, що відображають особистий науковий внесок автора та оприлюднені у відповідних публікаціях.

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» та вимогам, визначеним наказом Міністерства освіти і науки

України № 40 від 12.01.2017р «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та положенню «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженому Кабінетом Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 502 від 19.05.2023р.) та рекомендується до захисту, а її автор, ПЕРЕЦЬ Костянтин Геннадійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

Рецензент:

доцент кафедри транспортного зв'язку
Українського державного університету
залізничного транспорту,
канд. техн. наук, доцент



Андрій СЛІЗАРЕНКО

«14» квітня 2026 року