

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу ВЄДЄРНІКОВА Дмитра Андрійовича на тему «**Математичні моделі, методи та засоби оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад**», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

На експертизу представлено дисертаційну роботу, загальний обсяг якої складає 159 стор., містить 13 рисунків та 6 таблиць, список використаних джерел з 118 найменувань та п'ять додатків на 16 сторінках.

Предметом дисертаційного дослідження є математичні моделі адитивної взаємодії постійного сигналу і негаусових стаціонарних корельованих завад різних типів і видів, які (моделі) засновані на застосуванні моментно-кумулянтних функцій вищих порядків, методи і засоби моделювання процесів оцінювання параметрів постійних сигналів.

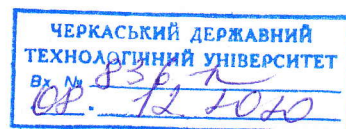
Дисертаційна робота ВЄДЄРНІКОВА Дмитра Андрійовича виконувалась в Черкаському державному технологічному університеті в рамках науково-дослідної роботи на тему: «Поліноміальні моделі та методи адаптивного опрацювання негаусових статистичних даних» (номер державної реєстрації 0118U004994).

1. Актуальність теми

Дослідження і розробка ефективних рішень щодо оцінювання параметрів сигналів, які приймаються на фоні завад, є важливою задачею при проектуванні багатьох технічних систем. Традиційно для її розв'язування використовуються такі відомі методи оцінювання як метод максимальної правдоподібності, метод моментів та ін. В загальному випадку, застосування цих методів не обмежує використання довільної щільності розподілу випадкових процесів, але широкого поширення набули моделі гаусових щільностей розподілу, як найбільш зручних при практичному застосуванні.

Дослідження показують, що для побудови високоякісних систем обробки сигналів необхідно застосовувати такі моделі випадкових процесів, які найбільш повно описують реальні природні явища. Складність математичної формалізації питомої частки фізичних явищ у системах обробки сигналів пов'язана з їх негаусовим характером. Зокрема, випадкові процеси, які описують завади в каналах зв'язку, процеси передачі дискретних сигналів по каналах короткохвильового діапазону, процеси, що описують локаційні сигнали тощо, є негаусовими випадковими процесами. Побудова відповідних алгоритмів обробки сигналів суттєво ускладнюється при врахуванні кореляційних зв'язків випадкових процесів.

Таким чином, актуальність теми дисертаційної роботи ВЄДЄРНІКОВА Д. А., у якій розглянуто розширення класу математичних моделей досліджуваних процесів, створення методів і засобів математичного та комп'ютерного моделювання процесів оцінювання шуканого параметра постійного сигналу при впливі негаусових стаціонарних корельованих завад, не викликає сумнівів.



2. Основні наукові результати

У дисертаційній роботі ВЕДЕРНІКОВА Д. А. розглянуто і вирішено науково-технічну задачу, мета якої полягає у створенні методів і засобів математичного і комп'ютерного моделювання алгоритмів оцінювання параметрів сигналів на фоні негаусових корельованих завад шляхом розробки нових моментно-кумулянтних математичних моделей досліджуваних процесів та методів оцінювання їх параметрів для покращення якості отримуваних оцінок за рахунок підвищення їх точності для синтезу ефективних методів і комп'ютерних засобів функціонування систем обробки даних.

В роботі продемонстровано розробку і розвиток нових методів математичного та комп'ютерного моделювання процесів оцінювання параметра постійного сигналу при адитивній взаємодії з корельованими негаусовими завадами різних типів і видів на основі застосування сумісних моментно-кумулянтних моделей досліджуваних процесів і поліноміальних методів оцінювання при застосуванні модифікованого методу максимізації полінома, що дозволило підвищити точність процесів оцінювання в системах прийому і обробки даних при врахуванні параметрів і характеристик негаусових процесів та створити алгоритмічні основи і комп'ютерні засоби їх реалізації.

Зокрема автором отримано такі основні наукові результати:

1. імовірнісні моделі адитивної взаємодії постійного сигналу і негаусових стаціонарних корельованих завад, що базуються на застосуванні одномоментних і багатомоментних кумулянтних функціях вищих порядків, що дозволило синтезувати ефективні обчислювальні алгоритми оцінювання при залежних вибірках досліджуваного процесу;
2. методи синтезу поліноміальних обчислювальних алгоритмів визначення параметра постійного сигналу на фоні асиметричних, ексцесних та асиметрично-ексцесних корельованих негаусових завад, які спостерігаються в каналах передачі даних, що дозволяє зменшити дисперсії оцінок невідомого параметра постійного сигналу у порівнянні з відомими результатами;
3. удосконалено застосування методу максимізації полінома для оцінювання шуканого параметра досліджуваного стаціонарного негаусового корельованого процесу, який ґрунтується на застосуванні стохастичних поліномів і моментно-кумулянтного підходу до опису характеру і кореляційних зв'язків вибіркового значень випадкових процесів, що дозволяє синтезувати нелінійні алгоритми оцінювання параметра випадкових процесів з меншими значеннями дисперсій оцінок у порівнянні з класичними результатами.

Автором отримано та опубліковано нові науково-обґрунтовані результати, які, у сукупності, розв'язують важливу наукову-прикладну задачу. Робота містить нові, раніше не захищені наукові положення.

Оформлення, мова і стиль викладення дисертації коректно висвітлюють одержані науково-практичні результати, які відповідають меті досліджень.

3. Практична цінність результатів роботи

Практична цінність виконаних досліджень підтверджується наведеними в роботі результатами прикладного впровадження розроблених в дисертаційній роботі моделей, методів та комп'ютерних засобів.

Запропоновані в дисертаційній роботі нові математичні моделі опису випадкових негаусових процесів при статистично залежній вибірці та методи опрацювання випадкових процесів дозволили синтезувати нові обчислювальні алгоритми оцінювання шуканого параметра постійного сигналу з меншими дисперсіями оцінок у порівнянні з відомими результатами. Запропонована імітаційна модель процесу опрацювання сигналів дозволяє дослідити точнісні характеристики отриманих оцінок параметра корисного сигналу за допомогою сучасних ЕОМ, що значно скорочує час дослідження при проектуванні систем обробки сигналів. Отримані аналітичні вирази, які описують кількість добутої інформації про оцінювані параметри та асимптотичні дисперсії оцінок, що дає можливість кількісно описати якість отриманих рішень у порівнянні з відомими результатами.

Результати дисертаційного дослідження ВЄДЕРНІКОВА Д. А. впроваджено у виробництво державним підприємством НВК «Фотоприлад» (м. Черкаси) — при розробці спеціалізованих систем, які виготовляються на даному підприємстві, а також у навчальному процесі Черкаського державного технологічного університету (ЧДТУ), що підкреслює практичну цінність даної роботи.

4. Достовірність отриманих результатів

Достовірність наукових результатів роботи підтверджується обґрунтованим коректним використанням наведеного у розділах 2 та 3 математичного апарату теорії ймовірності, математичної статистики, загальних методів математичного кореляційного аналізу і статичного оцінювання, а також застосованих у розділі 4 методів організації комп'ютерних засобів моделювання. Крім того, отримані наукові результати і висновки перевірено порівнянням теоретичних положень з експериментальними даними, отриманими шляхом комп'ютерного моделювання.

Основні положення та результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію на 8-ми Міжнародних науково-практичних конференціях, форумах і семінарах та отримали підтримку науковців із даного напрямку досліджень.

5. Структура дисертаційної роботи

Дисертаційна робота структурно складається із вступу, чотирьох розділів з висновками, загальних висновків та основних результатів роботи, списку використаних джерел і додатків.

Вступ містить обґрунтування актуальності роботи; об'єкт, предмет, мету та задачі дисертаційного дослідження; наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, а також і інші відомості щодо дисертаційної роботи.

Перший розділ присвячено порівняльному дослідженню статистичних

підходів розв'язування задач кореляційного аналізу різного роду процесів, які характеризуються наявністю статистичних зв'язків. Проаналізовано різноманітні підходи і методи оцінювання параметрів сигналів, які приймаються на фоні завад. Показано, що розв'язування задач оцінювання параметрів сигналу на фоні корельованих негаусових завад потребує проведення теоретичних досліджень і практичних розробок, які б дозволили розробити нові моделі і методи статистичної обробки сигналів для врахування кореляційних зв'язків негаусових випадкових величин.

На підставі виконаного аналізу встановлено теоретичну значимість і прикладну необхідність проведення наукових досліджень у напрямку математичного та комп'ютерного моделювання процедури оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад, а також розробки методів і засобів реалізації відповідної процедури оцінювання.

У **другому розділі** обґрунтовано застосування в якості імовірнісної моделі корельованих негаусових стаціонарних випадкових процесів так званих «близьких до гаусових» багатовимірних випадкових процесів, представлення яких базується на перфорованому описі.

Показано, що застосування альтернативного підходу у вигляді використання моментно-кумулянтного опису дозволяє відображати важливі властивості негаусових випадкових процесів та має певні переваги - простоту математичної формалізації.

На основі кумулянтного опису отримано нові математичні моделі адитивної взаємодії корисного сигналу та негаусових корельованих завад. Сформульовано визначення, що дають змогу, за формальними ознаками, виконувати класифікацію корельованих випадкових процесів.

Представлено модифікацію методу максимізації полінома (методу Кунченко) для синтезу оцінок параметрів корисних сигналів, які приймаються на фоні корельованих негаусових завад, що дозволило синтезувати нові поліноміальні алгоритми оцінювання параметрів сигналів з кращими якісними показниками.

У **третьому розділі** на основі розроблених моделей корельованих випадкових процесів і удосконаленого методу максимізації полінома, виконано синтез обчислювальних алгоритмів оцінювання параметрів випадкових процесів.

Виконані дослідження показали, що врахування параметрів негаусових процесів у вигляді кумулянтних коефіцієнтів третього і вище порядків дозволяє збільшити ефективність обробки вибірових значень з оцінювання параметра корисного сигналу у вигляді зменшення дисперсії оцінки в порівнянні з методом моментів і методом максимальної правдоподібності при гаусовому розподілі випадкових величин.

Аналіз виконаних досліджень засвідчив, що дисперсії шуканих оцінок удосконаленого методу максимізації полінома в загальному випадку не перевищують, але можуть бути значно меншими за дисперсії відомих оцінок, віднайдених класичними методами.

Четвертий розділ присвячено комп'ютерній реалізації запропонованих моделей, методів та відповідних обчислювальних алгоритмів. Також виконано комп'ютерне моделювання, що засвідчило прикладну спроможність алгоритмічного методичного та алгоритмічного забезпечення процедур оцінювання параметрів негаусових корельованих випадкових процесів.

В ході експерименту було підтверджено достовірність теоретичних результатів та виконано оцінку ефективності отриманих результатів.

Список використаних джерел складається із 118 наукових праць.

У додатку А дисертаційної роботи представлені одновимірні закони розподілу ймовірностей неперервних і дискретних випадкових процесів.

У додатку Б розглянуто поширені кореляційні функції випадкових процесів.

У додатку В представлено моментні функції для двохмоментних моделей негаусових стаціонарних процесів.

У додатку Г приведено список публікацій, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації.

Додаток Д наведено документи про впровадження результатів дисертаційної роботи.

6. Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, та опублікованих в роботах автора

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 12 роботах. Серед них: 1 монографія за профілем дисертації, 2 наукові статті — у виданнях, що входять до переліку наукових фахових видань України для публікації основних результатів дисертаційних робіт; 1 стаття у зарубіжному науковому періодичному виданні з напрямку, з якого підготовлено дисертацію. Результати дисертаційної роботи представлено у 8-ми тезах Міжнародних наукових конференцій, в тому числі проіндексованих в наукометричній базі Scopus, що характеризує високий фаховий рівень результатів дисертаційної роботи.

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи відображено в публікаціях рівномірно по розділах. Одночасно, вони відбивають пріоритети автора дисертації у розв'язанні наукових і прикладних задач обраного ним наукового напрямку досліджень.

Повнота відображення результатів дисертаційного дослідження і вимоги щодо кількості публікацій відповідає вимогам, які пред'являються до дисертацій присудження наукового ступеня доктора філософії з обраної спеціальності.

7. Рекомендації щодо використання результатів

Результати дисертаційного дослідження доцільно спрямувати в організації, які займаються проектуванням і виготовленням сучасних інформаційно-вимірювальних систем, систем діагностики, моніторингу, контролю, розвиток яких характеризується підвищеними вимогами до точності та якості обробки інформації, зокрема отримання оцінок невідомого параметра

корисного сигналу при впливі негаусових корельованих завад, що дозволить підвищити ефективність їх функціонування.

8. Відсутність порушення академічної доброчесності

Дисертація містить результати власних досліджень здобувача. Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях не виявлено. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Інші запозичення, виявлені в роботі, є загальноновживаними і не є плагіатом.

9. Ідентичність змісту анотації основним положенням дисертації

Аналіз дисертації ВЄДЕРНІКОВА Дмитра Андрійовича на предмет ідентичності змісту опублікованої анотації засвідчує відповідність її основним положенням. Анотацію та текст дисертації оформлено відповідно до вимог, передбачених Наказом МОНУ від 12.01.2017 р. №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

10. Зауваження до дисертаційної роботи

В якості зауважень до дисертаційної роботи слід вказати наступне.

1. При проведенні досліджень ефективності запропонованих поліноміальних алгоритмів оцінювання параметра постійного сигналу не достатньо обґрунтовано: за рахунок чого дисперсія оцінки шуканого параметра зменшується при збільшенні степені оціночного поліному?
2. При розгляді функціональних перетворень вибіркового значення досліджуваного процесу розглядаються степеневі перетворення. В роботі не достатньо обґрунтовано: чому використано саме такий вид перетворення, а не, наприклад, тригонометричний чи який інший?
3. Для кількісного визначення ефективності шуканих оцінок вводиться поняття «кількості добутої інформації про оцінюваний параметр θ » (3.15) і досліджується залежність цієї величини від значень параметрів процесу. Але не зазначено: за яких умов запропоновані алгоритми дають найбільшу ефективність, і від чого вона залежить?
4. В третьому розділі наведено структурну схему поліноміальної системи обробки досліджуваного корельованого негаусового процесу (рис.3.5). Але при цьому не зазначається обчислювальна алгоритмічна складність запропонованих рішень.
5. Бажано було б розширити коло практичних задач, де може бути використано запропоновані алгоритми обробки.
6. В тексті дисертації наявні стилістичні та синтаксичні помилки, проте кількість яких цілком природна для друкованих робіт такого обсягу.

Слід вказати, що наведені зауваження не знижують позитивного враження від дисертації і, частково, є побажаннями, які варто враховувати у подальшій роботі.

Висновок

Зміст дисертаційної роботи ВЕДЕРНІКОВА Дмитра Андрійовича «Математичні моделі, методи та засоби оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад» є завершеною науковою працею, у якій отримано нові наукові обґрунтовані результати. У дисертаційній роботі розв'язано актуальну науково-практичну задачу використання і розвитку методів математичного та комп'ютерного моделювання процесів оцінювання параметру постійного сигналу при адитивній взаємодії з корельованими негаусовими завадами різних типів і видів на основі розробки моментно-кумулянтних моделей досліджуваних процесів і поліноміальних методів оцінювання при застосуванні модифікованого методу максимізації полінома, що дозволило підвищити точність процесів оцінювання в системах прийому і обробки даних.

Отже, дисертаційна робота за ступенем актуальності обраної теми, обґрунтованості основних наукових положень, висновків і рекомендацій, що були сформульовані в роботі, їх новизни, повноти викладу в наукових публікаціях, відсутності порушень академічної доброчесності цілком відповідає всім вимогам (зокрема, п.п. 10, 11) «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167, а її автор — ВЕДЕРНІКОВ Дмитро Андрійович — заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 — Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри «Комп'ютеризовані системи управління» Одеського національного політехнічного університету,
доктор технічних наук, професор

С. А. ПОЛОЖАЄНКО

Підпис професора ПОЛОЖАЄНКА С. А. посвідчую.
Вчений секретар Ради ОНПУ к.т.н., доц.

В. І. ШЕВЧУК

