

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Ведернікова Дмитра Андрійовича

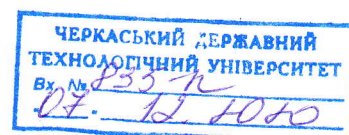
«Математичні моделі, методи та засоби оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 – комп'ютерні науки

Ступінь актуальності обраної теми.

Вдосконалення статистичних методів обробки інформації, методів математичного моделювання та їх алгоритмічної і апаратної реалізації відіграють важливу роль в проектуванні, функціонуванні та підвищенні ефективності сучасних технічних систем по обробці випадкових процесів, де розв'язуються задачі оцінювання невідомих параметрів сигналів на фоні завад. Розробка таких систем безпосередньо пов'язана з використанням теорії оцінювання, яка дозволяє розв'язувати широке коло практичних задач. В переважній більшості робіт, присвячених обробці сигналів, набула широкого поширення модель досліджуваного процесу у вигляді адитивної суміші корисного сигналу і гаусових некорельованих завад. Проте така модель не завжди відображає реальні природні процеси, що призводить до необхідності застосування моделей негаусових корельованих випадкових процесів.

Знаходження законів розподілу негаусівських випадкових процесів часто є складною задачею, яка має точні розв'язки лише в окремих випадках. Тому для ефективного використання негаусівських моделей необхідно використовувати інші методи, найбільш перспективними серед яких є кумулянтні методи, пов'язані з використанням кумулянтних функцій вищих порядків.

Таким чином, тему дисертаційної роботи Д.А. Ведернікова, у якій розглянуто задачі розширення класу математичних моделей, створення методів і засобів математичного та комп'ютерного моделювання процесів оцінювання параметрів постійного сигналу на фоні негаусових стаціонарних корельованих випадкових



процесів, що створює можливості підвищення точності обробки сигналів в умовах апріорної невизначеності, слід вважати **актуальною**.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає 118 найменувань, і п'яти додатків.

У першому розділі проведено аналіз публікацій, які стосуються обробки випадкових процесів і зокрема оцінювання параметрів сигналів на фоні завад, Розглянуто основні способи опису негаусових випадкових величин, проведено аналіз методів оцінювання параметрів випадкових процесів. Зроблено висновок про те, що для побудови алгоритмів оцінювання параметра випадкового процесу доцільно використовувати метод максимізації полінома з його модифікацією для поставленої задачі.

У другому розділі дисертаційної роботи запропоновано математичні моделі адитивної взаємодії постійних сигналів та корельованих негаусових завад різних видів і типів на основі застосування багатомоментних кумулянтних функцій вищих порядків, що надало можливість врахувати характеристики негаусового розподілу досліджуваного випадкового процесу та його кореляційні зв'язки для синтезу алгоритмів оцінювання невідомих параметрів. Представлено модифікацію методу максимізації полінома (методу Ю.П. Кунченка) для оцінювання параметрів корисних сигналів на фоні корельованих негаусових завад, що дозволило зменшити дисперсію оцінки шуканого параметра.

У третьому розділі проведено аналіз поліноміальних алгоритмів оцінювання параметра корисного сигналу при адитивній взаємодії з корельованими негаусовими асиметричними, ексцесними, асиметрично-ексцесними завадами. Показано, що врахування статистичних характеристик завад дозволяє підвищити ефективність оцінювання шуканого параметра постійного сигналу у порівнянні з лінійною моделлю. Продемонстровано, що в загальному випадку отримані дисперсії оцінок не перевищують, але можуть бути меншими за дисперсії традиційних оцінок. Розроблено структурну схему поліноміального оцінювання невідомого

параметра постійного сигналу, що дозволяє покращити функціонування існуючих технічних систем обробки сигналів.

У четвертому розділі представлено розробку програмних засобів комп'ютерного моделювання процесів оцінювання. Показано їх застосування для реалізації процесів оцінювання постійного сигналу на фоні корельованих негаусових завад. Отримані результати моделювання підтверджують достовірність теоретичних висновків про ефективність поліноміальної обробки досліджуваних процесів на основі запропонованих моментно-кумулянтних моделей вищих порядків та модифікованого методу максимізації полінома для синтезу алгоритмів оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад.

У висновках сформульовані основні результати дисертаційної роботи.

У додатках представлено довідкову інформацію щодо імовірнісного опису випадкових процесів, типових кореляційних функцій, значення моментних функцій двокомпонентних моделей, список публікацій здобувача за темою дисертації, акти впровадження результатів роботи.

Головні наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи достатньою мірою обґрунтовані, базуються на аналізі сучасних та загальноновизнаних літературних джерел в області математичного та комп'ютерного моделювання процесів оцінювання параметрів сигналів на фоні завад.

Обґрунтованість отриманих теоретичних результатів базується на коректному застосуванні апарату теорії ймовірностей, теорії випадкових процесів, математичної статистики, методів математичного кореляційного аналізу і статистичного оцінювання, методів побудови комп'ютерних засобів моделювання.

Достовірність отриманих результатів додатково підтверджується даними експериментів, які узгоджуються з відомими науковими результатами в напрямку обробки негаусових випадкових процесів на основі застосування моментно-кумулянтних моделей для опису випадкових процесів та методу максимізації полінома для отримання оцінок невідомих параметрів сигналів, що приймаються на фоні негаусових завад.

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Основними науковими результатами дисертаційної роботи є розробка методів математичного моделювання процесів оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад при застосуванні моментно-кумулянтних моделей опису випадкових процесів та модифікованого методу максимізації полінома, що дозволило підвищити ефективність оцінювання невідомого параметра сигналу і забезпечити високу якість статистичної обробки.

В дисертаційній роботі уперше запропоновано імовірнісні моделі адитивної взаємодії постійного сигналу і негаусових стаціонарних корельованих завад, що базуються на застосуванні кумулянтних функцій вищих порядків; методи синтезу поліноміальних обчислювальних алгоритмів визначення параметра постійного сигналу на фоні асиметричних, ексцесних та асиметрично-ексцесних корельованих негаусових завад; удосконалено застосування методу максимізації полінома для оцінювання шуканого параметра досліджуваного стаціонарного негаусового корельованого процесу, який ґрунтується на застосуванні стохастичних поліномів і моментно-кумулянтному описі при врахуванні кореляційних зв'язків вибіркового значень випадкових процесів.

Запропоновані ідеї, моделі та методи дозволили синтезувати ефективні обчислювальні алгоритми оцінювання при залежних вибірках досліджуваного процесу, зменшити дисперсії оцінок невідомого параметра постійного сигналу у порівнянні з відомими результатами, забезпечити ефективні рішення прикладних задач при проектуванні і дослідженні комп'ютеризованих технічних систем.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації.

Основні результати і наукові положення, висновки та рекомендації, що наведені в дисертації, висвітлені в 12 наукових публікаціях, в тому числі в 1 монографії, в 2 статтях, які опубліковані у наукових фахових виданнях України з технічних наук, 1 статті у зарубіжному науковому періодичному виданні з напрямку, з якого підготовлено дисертацію, у 8 публікаціях апробаційного характеру – працях і матеріалах наукових конференцій, в тому числі проіндексованих в наукометрич-

ній базі Scopus, що вказує на достатній рівень апробації результатів дисертаційної роботи.

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.

Зауваження до роботи.

1. В дисертаційній роботі не наведено параметрів корисних сигналів, які використовувались при дослідженнях. Також відсутні значення параметрів завод та не вказано яким чином вони отримані.

2. В роботі відсутні приклади побудови стохастичних поліномів та приклади побудованих на їх основі оцінок параметрів корисних сигналів.

3. Не розглянуто питання знаходження необхідного об'єму вибірки для побудови оцінок.

4. З результатів роботи не зрозуміло наскільки ефективним є використання стохастичного полінома третього степеня в порівнянні з поліномом другого степеня.

5. У формулах для моментних і кумулянтних функцій на С. 43 пропущено знаки мінус перед комплексною одиницею та не вказано, що функції обчислюються при нульових значеннях аргументів $u_k = 0, k = \overline{1, s}$.

6. У знаменнику формули для коефіцієнта кореляції на С. 51 пропущено символ суми, який відноситься до моменту часу t_2 .

7. На С. 57 не пояснено як утворено функцію $K_s(\vartheta)$, а на С. 78 – Z та Z_{ij} .

8. На С. 122 параметри σ_1 та σ_2 є середніми квадратичними відхиленнями, а не дисперсіями.

9. Робота містить орфографічні помилки, слова російською мовою; деякі характеристики називаються і позначаються по різному.

Висновки

Дисертаційна робота Ведернікова Дмитра Андрійовича «Математичні моделі, методи та засоби оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад» є завершеною науково-дослідною роботою, в якій містяться нові наукові положення, нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати проведених здобувачем досліджень, що мають істотне значення в області математичного і комп'ютерного моделювання алгоритмів оцінювання параметрів сигналів на фоні негаусових корельованих завад.

Виконана робота відповідає необхідним кваліфікаційним ознакам наукового дослідження відповідно до вимог пп. 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167, а її автор, Д.А. Ведерніков, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – комп'ютерні науки.

Офіційний опонент
доцент кафедри акустичних
та мультимедійних електронних систем
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
кандидат технічних наук, доцент



Берегун В.С.

Підпис Берегуна В.С. засвідчує
Вчений секретар

Халевко В.В.

