

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи Вєдєрнікова Дмитра Андрійовича на тему: «Математичні моделі, методи та засоби оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

ПРИСУТНІ: головуючий на засіданні – д.т.н., професор, професор кафедри радіотехніки, телекомунікаційних та робототехнічних систем Ю.Г.Лега; гарант освітньо-наукової програми «Математичне та комп'ютерне моделювання» - д.т.н., доцент С.В.Заболотній; рецензент – д.т.н., професор, професор кафедри приладобудування, мехатроніки та комп'ютеризованих технологій В.Я.Гальченко; рецензент - д.т.н., професор, завідувач кафедри електротехнічних систем О.О.Ситник; керівник дисертаційної роботи - д.т.н., професор, завідувач кафедри радіотехніки, телекомунікаційних і робототехнічних систем В.В.Палагін; члени кафедри радіотехніки, телекомунікаційних і робототехнічних систем – к.т.н., доцент А.М.Чорній, к.т.н., доцент Т.В.Воробкало, к.ф.-м.н., доцент О.С.Гавриш, к.ф.-м.н., доцент С.С.Мартиненко, к.т.н., доцент В.В.Філіпов, к.т.н., доцент С.А.Лелеко, к.т.н., доцент О.В.Івченко, старший викладач П.А.Клопотовський, старший викладач В.О.Даник.

Тема дисертаційної роботи та керівник затверджена Вченою радою ЧДТУ, протокол №6 від 15.12.2016р.

Актуальність теми та її зв'язок з планами наукових робіт установи.

Розвиток багатьох технічних систем характеризується постійно зростаючими вимогами до якості їх функціонування, що пов'язано з обробкою даних та випадкових процесів. Підвищення ефективності цих систем залежить від розробки і впровадження нових і ефективних моделей, методів і засобів їх реалізації, в тому числі для оцінювання параметрів сигналів, які приймаються на фоні завад.

Аналіз багатьох випадкових природних процесів та явищ доводить, що для опису їх представлення необхідно використовувати негаусові моделі досліджуваних випадкових процесів для їх більш адекватного представлення. Традиційний підхід для розробки систем статистичної обробки сигналів, в тому числі оцінювання параметрів сигналів при впливі негаусових завад, характеризується суттєвими труднощами, які пов'язані зі складністю алгоритмічної реалізації та зростанням обчислювальних ресурсів, що унеможливорює синтез якісних програмно-алгоритмічних та апаратних засобів статистичної обробки сигналів. Аналіз наукових досліджень останніх

років засвідчив, що для розв'язання задач оцінювання невідомих параметрів сигналів на фоні негаусових завад існує інший підхід, який базується на застосуванні чисельних характеристик для опису випадкових процесів, а саме моментних і кумулянтних функцій вищих порядків, що дозволяє з необхідним наближенням описати статистичні властивості досліджуваних негаусових процесів. Такий підхід може підвищити точність оцінювання невідомих параметрів сигналу у порівнянні з відомими результатами при заданих обмеженнях на їх складність.

Таким чином, представляється актуальною науково-технічна задача створення нових математичних моделей, методів і засобів математичного і комп'ютерного моделювання процесів оцінювання параметрів сигналів на фоні негаусових корельованих завад, що спостерігаються в інформаційно-вимірювальних системах, вирішення якої підвищує якісні характеристики систем статистичного оцінювання параметрів сигналів.

Напрямок дисертаційної роботи відповідає планам науково-дослідних робіт Черкаського державного технологічного університету. Дисертаційна робота проводилася на кафедрі радіотехніки, телекомунікаційних і робототехнічних систем відповідно до основних наукових напрямів та найважливіших проблем фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних, суспільних і гуманітарних наук Національної академії наук України на 2019–2023 роки, зокрема «Розроблення математичних методів та систем моделювання об'єктів та процесів», «Дослідження математичних моделей, проблем комп'ютерної математики, оптимізації, оцінювання, ідентифікації». Дисертаційна робота виконана відповідно до планів науково-дослідної роботи на тему: «Поліноміальні моделі та методи адаптивного опрацювання негаусових статистичних даних», номер державної реєстрації 0118U004994.

Формулювання наукової задачі, нове вирішення якої одержано в дисертації.

Метою дисертаційної роботи є створення 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.

Для досягнення поставленої мети дослідження в дисертації розв'язані такі задачі:

- проведено аналіз особливостей побудови і застосування моделей і методів статистичного оцінювання параметрів сигналів на фоні негаусових корельованих завад для обґрунтування застосування моментно-кумулянтного підходу до опису випадкових процесів і методів їх опрацювання з метою підвищення точності оцінювання в інформаційно-вимірювальних системах;

- розроблені нові математичні моделі адитивної взаємодії постійного сигналу і негаусових корельованих завад різних типів і видів, заснованих на використанні одномірних і багатомірних кумулянтних функцій вищих порядків;

- розроблені нові поліноміальні методи оцінювання параметрів сигналу на фоні негаусових корельованих завад при застосуванні модифікованого методу максимізації полінома для статистичного оцінювання невідомих параметрів;

- проведено аналіз запропонованих моментно-кумулянтних моделей досліджуваних випадкових процесів та їх властивості при реалізації поліноміальних алгоритмів оцінювання;

- запропоновані програмні засоби комп'ютерного моделювання для оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад та проведено дослідження ефективності нових алгоритмів.

Об'єктом дослідження є процеси оцінювання параметрів сигналів на фоні негаусових корельованих завад в інформаційно-вимірювальних системах.

Предметом дослідження є математичні моделі адитивної взаємодії постійного сигналу і негаусових стаціонарних корельованих завад різних типів і видів, що засновані на застосуванні моментно-кумулянтних функцій вищих порядків, методи і засоби моделювання процесів оцінювання параметрів постійних сигналів, що орієнтовані на створення засобів їх комп'ютерної реалізації.

Наукові положення, розроблені особисто дисертантом та їх новизна.

- *Уперше розроблено імовірнісні моделі адитивної взаємодії постійного сигналу і негаусових стаціонарних корельованих завад, що базуються на застосуванні одномоментних і багатомоментних кумулянтних функцій вищих порядків, що дозволило синтезувати ефективні обчислювальні алгоритми оцінювання при залежних вибірках досліджуваного процесу; 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.*

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 вибірових значень випадкових процесів, що дозволяє синтезувати нелінійні алгоритми оцінювання параметра випадкових процесів

з меншими значеннями дисперсій оцінок у порівнянні з класичними результатами.

Отримали подальший розвиток елементи теорії оцінювання невідомих параметрів сигналів при взаємодії з негаусовими корельованими завадами на основі одномоментного та багатомоментного представлення випадкових процесів і модифікованого методу максимізації поліному, що дозволяє забезпечити ефективні рішення прикладних задач при проектуванні і дослідженні комп'ютеризованих технічних систем.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються. Дисертаційні дослідження базуються на застосуванні апарату математичної статистики, теорії ймовірності та теорії опису випадкових процесів (для побудови і дослідження випадкових процесів та їх математичних моделей), методів математичного кореляційного аналізу і статистичного оцінювання (для побудови методів оцінювання параметрів сигналу на фоні корельованих негаусових завад при застосуванні моментно-кумулянтних функцій вищих порядків), методів побудови комп'ютерних засобів моделювання (для розробки та аналізу програмних засобів моделювання). Достовірність отриманих наукових результатів і висновків перевірена порівнянням теоретичних положень з експериментальними даними, отриманими за допомогою комп'ютерного моделювання.

Наукове та практичне значення роботи. У дисертаційній роботі теоретично узагальнено, а також подано нове вирішення науково-прикладного завдання щодо розроблення моментно-кумулянтних моделей негаусових корельованих випадкових процесів, методів і комп'ютерних засобів моделювання, що дозволило синтезувати обчислювальні алгоритми оцінювання невідомого параметра постійного сигналу з меншими дисперсіями шуканих оцінок у порівнянні з відомими результатами; точність оцінювання запропонованих нелінійних алгоритмів може перевищувати точність відомих обчислювальних алгоритмів в припущенні про гаусову модель досліджуваного випадкового процесу; запропонована комп'ютерна модель процесу оцінювання шуканого параметра сигналу на фоні корельованих негаусових завад різних типів і видів дозволяє провести аналіз характеристик оцінювання, що призводить до скорочення часу дослідження при проектуванні систем оцінювання в комп'ютеризованих та інформаційно-вимірjuвальних технічних системах.

Використання результатів роботи. Результати досліджень упроваджено на ДП НВК «Фотоприлад» при проектуванні спеціальної апаратури керування; використовуються в учбовому процесі в Черкаському державному технологічному університеті при викладанні спецкурсів.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок автора. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 12 наукових працях, у тому числі 1 монографія, 2 статті у

фахових виданнях України, 1 стаття у зарубіжному періодичному наукометричному виданні (Index Copernicus), 8 публікацій у матеріалах конференцій, в тому числі у наукометричному виданні (*Scopus*):

1. Палагін В. В. Статистичне оцінювання параметрів негаусових корельованих випадкових процесів: [монографія] / В. В. Палагін, О. В. Івченко, Д. А. Ведерніков ; Черкаський державний технологічний університет, 2018. – 199 с.
2. В.В. Палагин. Полиномиальные методы оценивания параметров сигнала на фоне негауссовских коррелированных помех/ В.В. Палагин, А.В. Ивченко, Е.А. Палагина, Д.А. Ведерников. // Информатика и математические методы в моделировании. Том. 9 (2019), № 4, с. 266 - 279.
3. В.В. Палагин. Нелинейные методы оценивания параметров сигнала на фоне асимметрично-экспоненциальных негауссовских коррелированных помех / В.В. Палагин, Д.А. Ведерников. // Вісник ЧДТУ, 2020, №2, стор.77-86
4. Д.А. Ведерников. Модели и методы оценивания параметров сигнала на фоне экспоненциальных негауссовских коррелированных помех / Д.А. Ведерников. // Slovak International Scientific Journal, №41 (2020), VOL.1, pp. 47-53.

Список публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Ведерніков Д.А. Математичне моделювання оцінювання параметрів сигналів на фоні негаусових корельованих завад / Ведерніков Д.А., Палагіна О.А., Палагін В.В. // 9-та Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації», Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 14-15 травня 2020 р. , С. 30-31.
6. Ведерніков Д.А. Статистичне оцінювання параметрів сигналів на фоні негаусових корельованих завад адаптованим методом максимізації поліному / Ведерніков Д.А. // Матеріали Десятої Міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених «Сучасні інформаційні технології - 2020» «Modern Information Technology - 2020» (14-15 травня 2020 р., м.Одеса), Одеський національний політехнічний університет, Інститут комп'ютерних систем, 2020., С.95.
7. Палагін В.В. Знаходження оцінок параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад / Палагін В.В., Івченко О.В., Ведерніков Д.А. // Праці VII Міжнародної науково-практичної конференції «Обработка сигналов и негауссовских процессов», присвяченої пам'яті професора Ю.П.Кунченка: Тези доповідей. – Черкаси: ЧДТУ, 2019. – с.103-106.
8. Ведерніков Д.А. Оцінювання параметра постійного сигналу на фоні корельованих негаусових завад методом максимізації поліному / Ведерніков Д.А. // 22-й Міжнародний молодіжний форум «Радіoeлектроніка і молодь у ХХІ столітті», 2018.

9. Палагін В.В. Поліноміальний метод оцінювання параметрів сигналів при впливі адитивних корельованих негаусових завад / Палагін В.В., Івченко О.В., Ведерников Д.А., Онищенко С.О., Овчінников П.А. // VII Міжнародна науково-практична конференція Фізико-технічні проблеми передавання, оброблення та зберігання інформації в інфокомунікаційних системах 8-10 листопада 2018 р., Чернівці, Україна
10. V.Palahin. Computer Modeling of Noise Signals Proccesing System in non-Gaussian Noise / V.Palahin, J.Juhár, O. Zorin, D.Viediernikov, E. Palahina // IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO-2018), April 24-26, 2018, pp.658-662. (**Scopus**)
11. В.В.Палагин. Алгоритмы оценивания параметров постоянный сигналов на фоне аддитивных коррелированных негауссовых помех / В.В.Палагин, А.В. Ивченко, Д.А. Ведерников. // I Международная научно-практическая конференция «Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации» (ИКТ-2018), 14-15 июня 2018, С. 62-64.
12. В.В. Палагин. Построение моделей аддитивного взаимодействия постоянного сигнала и коррелированной негауссовой помехи с использованием статистических характеристик высших порядков / В.В.Палагин, А.В. Ивченко, Д.А. Ведерников // Праці VI Міжнародної науково-практичної конференції «Обробка сигналів і негауссівських процесів», присвяченої пам'яті професора Ю.П.Кунченка: Тези доповідей. – Черкаси: ЧДТУ, 2017. – с.35-37.

Наукові та практичні положення дослідження, представлені в дисертаційній роботі, отримані автором особисто або при його особистій участі та підтверджені в індивідуальній публікації та у співавторстві. У роботі [1] проведено аналіз задач математичного моделювання обробки випадкових процесів і обґрунтування застосування одномоментних і багатомоментних кумулянтних функцій вищих порядків для опису негаусових корельованих процесів. У роботах [2, 5, 7] запропоновані нові моделі адитивної взаємодії постійного сигналу і асиметричних негаусових корельованих завад, [3, 9, 12] – асиметрично-ексцесних негаусових корельованих завад, що ґрунтуються на застосуванні моментно-кумулянтного підходу до опису випадкових процесів, представлені нові поліноміальні методи оцінювання невідомого параметра при застосуванні модифікованого методу максимізації поліному та проведений аналіз асимптотичних властивостей оцінок. У роботі [10] представлений підхід щодо моделювання обробки негаусових процесів при застосуванні моментно-кумулянтних моделей. У роботі [11] проведений аналіз кореляційних функцій та особливості їх застосування при моделюванні процесів оцінювання.

Результати дисертації опубліковано в повному обсязі.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на 8 науково-технічних міжнародних

конференціях: 9-та Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації» (Кам'янець-Подільськ, 2020); 10-та Міжнародна наукова конференція студентів та молодих вчених «Сучасні інформаційні технології - 2020» «Modern Information Technology - 2020» (м.Одеса, 2020); VII міжнародна науково-практична конференція «Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвячена пам'яті професора Ю. П. Кунченка (Черкаси, 2019); 22-й Міжнародний молодіжний форум «Радіoeлектроніка і молодь у ХХІ столітті», (Харків, 2018); VII Міжнародна науково-практична конференція *Фізико-технічні проблеми передавання, оброблення та зберігання інформації в інфокомунікаційних системах* (Чернівці, 2018); IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO-2018), (Kyiv, 2018, - **Scopus**); I Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційно-комунікаційні технології: досягнення, проблеми, іновачії» (ІКТ-2018, Київ); VI міжнародна науково-практична конференція «Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвячена пам'яті професора Ю. П. Кунченка (Черкаси, 2017).

Відповідність пункту 10 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167. Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленої кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису та виконано здобувачем особисто. Дисертація містить наукові положення, нові науково обґрунтовані теоретичні результати проведених здобувачем досліджень, що мають істотне значення для галузі комп'ютерних наук та інформаційних технологій, що підтверджуються документами, які засвідчують проведення таких досліджень, а також свідчать про особистий внесок здобувача в науку та характеризуватися єдністю змісту.

Дисертацію оформлено відповідно до вимог, передбачених Наказом МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації». Дисертаційна робота Ведернікова Д.А. «Математичні моделі, методи та засоби оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад» за змістом відповідає освітньо-науковій програмі «Математичне та комп'ютерне моделювання», за якою вона подається до захисту, і є закінченим науковим дослідженням, виконана на високому рівні, містить вирішення актуальної науково-прикладної задачі. Поставлені в дисертаційній роботі задачі, одержані наукові результати, сформульовані висновки і рекомендації є достатньо обґрунтованими. Подана робота повністю відповідає вимогам п. 10 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167.

Дисертаційна робота була перевірена на антиплагіат 02 липня 2020р. Вченим секретарем університету в системі Unicheck (Similarity Report

1004212745), про що є відповідний документ. Наявний висновок рецензентів про відсутність у роботі ознак плагіату, що підтверджує відповідність даної дисертаційної роботи принципам академічної доброчесності.

УХВАЛИЛИ.

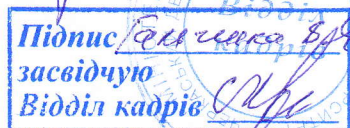
Дисертаційну роботу Ведернікова Д.А. «Математичні моделі, методи та засоби оцінювання параметра постійного сигналу на фоні негаусових корельованих завад» можна рекомендувати до захисту у спеціалізованій вченій раді.

На фаховому семінарі були присутні 14 осіб.

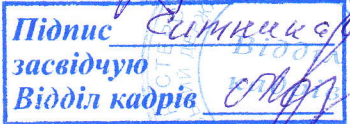
Результати голосування:

„ЗА”	<u>14</u>
„ПРОТИ”	<u>немає</u>
„УТРИМАЛИСЯ”	<u>немає</u>

**Рецензент,
д.т.н., професор, професор кафедри
приладобудування, мехатроніки та
комп'ютеризованих технологій
Черкаського державного технологічного
університету**


В.Я.Гальченко

Підпис Гальченка В.Я.
засвідчую
Відділ кадрів

**Рецензент,
д.т.н., професор, завідувач кафедри
електротехнічних систем
Черкаського державного технологічного
університету**


О.О.Ситник

Підпис Ситника О.О.
засвідчую
Відділ кадрів

«21» 08 2020 р.