

ВІДГУК

на дисертаційну роботу Кропачек Ольги Юріївни "Теоретичні основи аналізу і синтезу комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем діагностування динамічних нестационарних об'єктів",представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації. Світовий досвід розробки та впровадження розподілених комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем свідчить, що найбільш проблемні питання виникають на їх низових рівнях. При цьому умови забезпечення ефективності засобів формування та опрацювання даних безпосередньо пов'язані з проблемною орієнтацією та спеціалізацією програмно-апаратних засобів.

Дисертаційна робота Кропачек О.Ю.. є актуальною, тому що направлена на розвиток методів та засобів підвищення ефективності та вдосконалення інформаційних технологій комп'ютеризованої ідентифікації, контролю і діагностування об'єктів з динамічними нестационарними властивостями. Такі об'єкти мають різноманітну фізичну природу, але характеризуються непереборною невизначеністю локальних, перехідних випадкових процесів, які супроводжують динаміку їх функціонування (механічні транспортні системи, термодинамічні процеси в технологічних агрегатах та енергетичних установках, біоелектричні системи живих організмів і т.п.).

Вимірювальні випадкові сигнали, які відображають такі локальні процеси, несуть важливу контрольню-діагностичну інформацію про параметричні закономірності випадкових спектральних змін не тільки за частотою, але і у часі. Проте, виявити таку інформацію в спектрально-нестационарних сигналах досить складно. Фактично відсутні інформаційні технології діагностування динамічних об'єктів, що базуються на використанні інформативних ознак, пов'язаних із закономірностями частотно часових спектральних випадкових змін.

У дисертаційній роботі поставлена науково-практична проблема недосконалості та обмеженості теоретичного обґрунтування для створення комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем діагностування динамічних об'єктів, локально і глобально нестационарних за своїми спектральними властивостями. Її можливе вирішення – створення теоретичних основ аналізу і синтезу комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем на основі інформаційних технологій первинних і вторинних системних перетворень для вдосконалення контрольню-діагностичного забезпечення комп'ютеризованих систем.

Актуальність роботи також підтверджується тим, що вона пов'язана з виконанням держбюджетних науково-дослідних робіт кафедри теоретичних основ електротехніки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХП»). Здобувач, як виконавець, брала участь у науково-дослідних держбюджетних роботах: «Дослідження наукових проблем метрологічного забезпечення динамічного бездемонтажного самоконтролю інтелектуальних інформаційно-керуючих систем»; «Підвищення точності інформаційно-вимірювальних та управляючих систем засобами безде-монтажного тестового контролю»; «Підвищення точності вимірювальних перетворювачів засобами вбудованого тестового контролю» (ДР №0109U002421); «Дослідження можливості створення прототипів приладів неруйнівного контролю нового покоління з використанням енерго- та ресурсо-зберігаючих технологій» (ДР №0111U002280); «Розробка методів та макетів приладів для неруйнівного контролю якості виробів із зменшеними втратами енергії і матеріалів» (ДР №0113U000444). Здобувач, як виконавець, брала участь договорах про наукове співробітництво між НТУ «ХП» та Державним підприємством «Харківський бронетанковий завод» (2013 – 2014 рр.), НТУ «ХП» та Державною установою «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т. Зайцева НАМН України», Харків, (2014 – 2017 рр.), НТУ «ХП» та Державною установою «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування», Харків, (2014 – 2016 рр.).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій.

Наукові положення дисертаційної роботи достатньо обґрунтовані, тому що при створенні наукових положень, висновків та рекомендацій автором використана інформація, яка одержана з результатів аналізу сучасного стану та перспектив підвищення ефективності формування, передачі та цифрового опрацювання числових даних, а також власних досліджень.

Методи дослідження базуються на теорії ймовірності, випадкових процесів, багатомірного статистичного аналізу (регресійного, дисперсійного, коваріаційного, спектрального) при первинному системному перетворенні інформації; дискримінантному та кумулянтному аналізах при вторинному системному перетворенні інформації; послідовному мінімаксному (максимінному) аналізі при проведенні процедури оптимізації; методах математичного, фізичного та комп'ютерного моделювання при створенні комп'ютеризованих систем контролю та діагностування і їх компонентів.

В основу експериментальних досліджень покладені методи планування наукового експерименту, які враховують обмеженість вимірювальної інформації та статистичну неоднорідність початкових умов і рівнів впливових факторів.

В роботі використані сучасні математичні та експериментальні методи, що також підтвердженням обґрунтованості виконаних досліджень.

Новизна наукових положень, висновків та рекомендацій.

У результаті виконання теоретичних та експериментальних досліджень автором дисертаційної роботи розроблено та удосконалено низка оригінальних методів:

- вперше застосовані диференційні перетворення для одномодельних статистик накопичених сум, що дозволило одержати додаткову інформацію щодо змін швидкості математичного очікування потужності вібросигналів;

- вперше застосовані частотно-часові моменти взаємносектральної ко-реляції між одномодельною та продиференційованою статистиками накопичених сум, що дозволило виявити параметричні зміни в періодично нестаціонарних вібросигналах.

- вперше розроблені методи математичного аналізу коваріаційного розкладання двомірних частотно-часових моментів взаємносектральної кореляції вібросигналів, що дозволило збільшити число первинних статистично незалежних кореляційно-сектральних параметрів, які несуть додаткову інформацію щодо сектральної нестаціонарності вібросигналів;

- вперше розроблені методи частотно-часового аналізу складових первинного інформативного параметру автокогерентності, які реалізують кореляцію за зсувом квадратично перетворених вейвлет-сектрів і підвищують чутливість до порушень сектральної нестаціонарності термодинамічних процесів;

- вперше розроблено метод кореляційно-сектральної оптимізації кількості складових вектору вимірювальних динамічно-нестационарних сигналів з використанням, в якості цільової функції, середнього ризику прийняття статистичних рішень, що дозволяє усувати зміщення глобального екстремуму функції;

- удосконалені методи ймовірнісного аналізу функцій автокогерентності для інфранизькочастотних термодинамічних процесів, які дозволяють підвищити вірогідність контролю параметричної стабільності станів багатомірних термодинамічних систем;

- удосконалено метод кумулянтного аналізу для інформаційних перетворень квадратичних дискримінантних функцій з невизначеними параметрами для незміщеної та спроможної оцінки ризиків прийняття рішень в умовах обмежень на обсяги навчальних вибірок;

- отримала розвиток екстраполяційна теорія багатомірного прогнозування для статистичного планування обчислювальних процедур багатомірної екстраполяції параметрів термодинамічних процесів.

Аналіз сукупності новизни наукових положень, висновків та рекомендацій наукових результатів Кропачек О.Ю. підтверджує їх новизну, цілісність і засвідчує вагомий внесок автора у науку в аспекті розроблення теоретичних основ аналізу і синтезу комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем.

Повнота викладення в опублікованих працях наукових положень.

Основні наукові і практичні результати досліджень опубліковані в 44 роботах виданнях, 3 – патенти України, 12– у матеріалах конференцій , серед яких: 2 – монографії, 22 статті у наукових фахових виданнях України (7 – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз), 4 – у закордонних періодичних фахових

Практичне значення одержаних результатів дисертації для сучасних комп'ютерних систем полягає в наступному.

1. Розроблені та впроваджені апаратурні, алгоритмічні та програмні засоби, які забезпечили структурну оптимізацію комп'ютеризованої системи функціонального ситуаційного моделювання та інформаційного забезпечення в складі тренажерних комплексів бронетанкової техніки (тренажери танків Т-80UD, Т-64Б, Т-55МВ та ін.), що забезпечило підвищення точності оцінювання рівнів керуючих сигналів.

2. Розроблені та апробовані п'єзоелектричні вимірювальні перетворювачі та кореляційно-спектральні методи обробки їх сигналів для підвищення ефективності метрологічного забезпечення процедур державних сертифікаційних випробувань складних механічних систем Харківської філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого за рахунок зменшення систематичних похибок вимірювання параметрів нестационарності.

3. Випробувані та впроваджені на ДП «Завод ім. Малишева» методики експрес-контролю та прогнозування станів форсунок дизельних агрегатів, що дозволило знизити енергетичні затрати при експлуатації технологічного устаткування.

4. Впроваджені інформаційно-вимірювальні технології діагностування термодинамічних багатомірних процесів у Харківському конструкторському бюро з машинобудування ім. О.О. Морозова (КП ХКБМ) при структурному проектуванні інформаційно-вимірювальних систем управління та ідентифікації динамічних станів військової броньованої техніки.

Особистий внесок здобувача.

Основні наукові результати отримано здобувачем самостійно, що підтверджується публікаціями з ключових аспектів проблеми. Серед них: проведено аналіз джерел інформаційної невизначеності нестационарних вимірювальних сигналів, що використовують у сучасних інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих системах технічного контролю, функціонального діагностування та ідентифікації станів динамічно неоднорідних об'єктів; проведена класифікація джерел спектральної невизначеності локально обмежених випадкових процесів; розроблено математичні основи процедур параметризації нестационарних змін випадкових вимірювальних віб-росигналів для формування простору

інформативних спектрально-кореляційних параметрів; проаналізовано та вдосконалено методи синтезу коефіцієнтів автокогерентності термодинамічних сигналів та розроблено методи екстраполяційного багатомірного прогнозування термодинамічних станів; вдосконалено метод оцінювання ризиків діагностування при використанні квадра-тичних дискримінантних функцій для оптимізації, за мінімумом середнього ризику, простору інформаційних параметрів та структур комп'ютеризованої системи контролю та діагностування; виконана розробка комп'ютерних компонент первинного системного інформаційного перетворення; розроблені та випробувані комп'ютерні компоненти оптимізаційних процедур при обчисленні коефіцієнтів міжспектральної кореляції; здійснені впровадження інженерних розробок дисертаційної роботи на провідних промислових підприємствах та вищих навчальних закладах Харкова.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які одержані автором дисертації, можна рекомендувати для включення в учбові плани та програми навчальних закладів вищої освіти України, які готують фахівців з комп'ютерної інженерії.

Оцінка змісту дисертаційної роботи її завершеності у цілому/

Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 421 сторінки, з них: 109 рисунків по тексту; 8 рисунків на 6 окремих сторінках; 31 таблиця по тексту; 3 таблиці на 3 окремих сторінках; список використаних джерел з 266 найменувань на 28 сторінках; 7 додатків на 115 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми дослідження, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, наведено характеристики наукової новизни та практичного значення отриманих результатів і їх впровадження.

У першому розділі проаналізовані останні науково-практичні досягнення області ідентифікації, контролю, діагностування складних промислових об'єктів і їх комп'ютеризованих ІВС, які реалізують такі процедури для вхідних випадкових вимірювальних сигналів. Проведено ймовірнісний аналіз таких сигналів та вибрано класифікаційні ознаки для типових видів їх нестаціонарності. Обрані напрями досліджень, поставлені основні задачі дисертаційної роботи.

У другому розділі розглянуті теоретичні основи синтезу простору інформативних параметрів у вигляді коефіцієнтів міжспектральної кореляції, які характеризують закономірності спектральної нестаціонарності високочастотних вібросигналів. Показана ефективність первинних вимірювальних перетворень у вигляді статистик накопичених сум, адекватно описуючих локалізовані миттєві швидкості та прискорення вібросигналів.

У третьому розділі представлені математичні моделі коефіцієнтів корисної дії, як цільових функцій, які використовуються для управління

багатозонними технологічними агрегатами. Особливістю таких функцій є їх багатомірна залежність від теплових процесів в елементах агрегатів. Розглянуті процедури побудови простору інформативних параметрів таких, як коефіцієнтів автокогерентності термодинамічних процесів і показана можливість використання цих параметрів для прогнозування функціональних термодинамічних станів.

Дослідження даного розділу дозволили отримати функціональні вирази впливу теплових і фізико-хімічних параметрів на коефіцієнт корисної дії технологічного агрегату. Проаналізовані функціональні властивості такого впливу при систематичних і випадкових параметричних порушеннях та визначені можливості цільового використання моделей впливу, як базису спостерігача, для задач управління і контролю.

Удосконалена математична модель коефіцієнту автокогерентності для вияву частотної і часової нестаціонарності перехідних випадкових теплових процесів. Показана можливість використання коефіцієнта частотної нестаціонарності за зсувом вейвлет-зображення для контролю екстремальних значень багатомірних теплових процесів при суттєвих обмеженнях інтервалу часу спостереження (до третини нормативного інтервалу).

У четвертому розділі розглянутий метод багатомірного статистичного аналізу квадратичної дискримінантної функції, коефіцієнти якої є випадковими оцінками первинних інформативних параметрів. Досліджені можливості методу для оптимізації простору інформативних параметрів при обмеженні обсягів вимірювальної інформації за діагностованими функціональними станами.

Досліджені процедури формування вектору вхідних інформативних параметрів для динамічно нестаціонарних вібросигналів і багатомірних термодинамічних процесів. Показана можливість побудови структури комп'ютеризованої ІВС діагностування і контролю за мінімізованою математичною моделлю квадратичної дискримінантної функції.

У п'ятому розділі наведені результати експериментальних досліджень процедур оптимізації, за мінімумом незміщених оцінок середнього ризику, структур інформаційно-вимірювальних систем контролю та діагностування об'єктів з неусувною динамікою нестаціонарності вимірювальних сигналів. Середній ризик обчислювався для процедур, що використовують квадратичну дискримінантну функцію, яка враховує зміни як середніх значень, так і дисперсій складових вектора вхідних сигналів ІВС при зміні стану об'єкта діагностування.

В шостому розділі представлені інженерні додатки для комп'ютеризованих систем ідентифікації, контролю і діагностування складних промислових агрегатів.

Наведені дослідження при виборі структури вимірювальних каналів первинних перетворювачів, розробці і створення електронних блоків вторинного перетворення інформації, створення фрагментів програмного забезпечення на мовах програмування асемблер, С та С#.

Зміст дисертації відповідає основним положенням і висновкам.

Автореферат адекватно відображає основні наукові положення змісту дисертації. Автореферат дисертації написано грамотно, він у необхідній мірі ідентичний роботі, містить основні положення, висновки та рекомендації, наведені в дисертації.

Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертаційна робота написана грамотно, на достатньо високому науковому та теоретичному рівні. Мова і стиль викладення автором дисертаційної роботи відповідають стандартам, забезпечують доступність їх сприймання і відповідають вимогам до сучасних наукових робіт. За кожним розділом і роботою в цілому зроблені чіткі висновки.

Недоліки та зауваження до дисертації.

1 Предмет дослідження дисертаційної роботи сформульовано як „методи аналізу і синтезу інформаційно-вимірювальних технологій контролю і діагностування об’єктів з динамічними властивостями” (стор. 10). Однак, в роботі розглядається аналіз і синтез інформаційно-вимірювальних систем, а не технологій. Зміст дослідження першого розділу фактично можна розуміти таким чином: „підвищення ефективності інформаційно-вимірювальних систем контролю і діагностування.....”.

2. У першому розділі використовується поняття „високочастотні промислові об’єкти”. Однак, без приведення числових даних про діапазон частот важко зрозуміти проблеми діагностування таких об’єктів.

3. При розгляданні процесу контролю технічних об’єктів (розділ1) використовується опис стану об’єктів як „працездатний – непрацездатний”. В технічній діагностиці, є більш загальні поняття „справний - несправний”, які бажано було б враховувати.

4. Використання термінів „неперервний контроль або альтернативне діагностування стану” (стор.76) як синонімів, визиває сумнів, тому що під альтернативним діагностуванням зазвичай розуміють нетрадиційні методи . діагностування порівняно з традиційними методами..

5. При формулюванні мети досліджень (розділ 1.8 стор.89) авторка роботи пише наступне: „дослідження інформаційно-вимірювальних технологій параметризації нестационарних сигналів...”. Фактично, в розглядаються методи, а не технології.

6. Загальний обсяг першого розділу завеликий, має 62 стор. (19-90 стор.) і його можна було б зменшити за рахунок зменшення опису посилань.

7. Назва другого розділу сформульована як „дослідження вимірювально-обчислювальних процедур аналізу і синтезу... ”. Процедури аналізу і синтезу не можуть бути вимірювально-обчислювальними. Ці процедури є етапом загального процесу проектування технічних об’єктів. У другому розділі фактично досліджуються процедури аналізу і синтезу вимірювально-обчислювальних систем.

8. У другому розділі розглянуті теоретичні основи синтезу простору інформативних параметрів у вигляді коефіцієнтів міжспектральної кореляції, які характеризують закономірності спектральної нестационарності високочастотних вібросигналів.

Для систематизації проведених досліджень бажано було б в першу чергу сформулювати словник несправностей діагностуємих об'єктів, з використанням якого потім будувати тести для розпізнавання справних та несправних станів.

9. На рис. 2.2 приведені діаграми про робочій стан S_0 і несправний стан форсунки дизельних двигунів. Але фактично розглядається стан S_0 справної форсунки й її несправні стани. Треба враховувати різницю понять: „працездатна форсунка” і „справна форсунка”, тобто працездатна форсунка може мати несправності, але працювати.

10. У другому розділі вказано, що „є сенс використовувати для його моментного опису математичний апарат кумулянтних функцій”. При такому виборі бажано було б провести порівняльний аналіз пропонованого математичного методу й показати його переваги.

11. У третьому розділі представлені математичні моделі коефіцієнтів корисної дії як цільових функцій, які використовуються для управління багатозонними технологічними агрегатами. Вирази (3.6), (3.7), (3.8) складають базис моделей спостерігача

Введення цільової функції має на увазі використання деяких обмежень для знаходження оптимального значення цільової функції. Однак, такі обмеження в розділі не приведені.

12. В таблиці 3.3 приведені поточні значення температур в кінці інтервалів спостереження. Однак, в розділі 3 відсутні рекомендації по вибору значень періоду спостереження для випадкових функцій досліджувальних технічних об'єктів.

13. У розділі 4.6 приведені результати по проведеному кумулянтному аналізу квадратичної дискримінантної функції та метод ймовірно-статистичного моделювання ризиків альтернативного діагностування (рівняння 4.36) – 4.38). При цьому в якості альтернативного діагностування фактично реалізується розпізнавання двох альтернативних варіантів, тобто вирішується задача контролю, яка послідовно використовується для діагностування кількох станів технічного об'єкта.

14. Крім того, слід зауважити, що в авторефераті та дисертації інколи зустрічаються стилістично невдалі вирази, друкарські та синтаксичні помилки.

Відзначені недоліки та зауваження не впливають на головні теоретичні та практичні результати дисертації. Зауваження носять рекомендаційний характер.

ВИСНОВОК

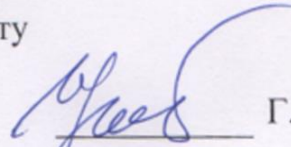
Дисертаційна робота Кропачек О.Ю. є вагомим внеском у розвиток теорії та практики методів аналізу і синтезу інформаційно-вимірювальних технологій об'єктів з динамічними властивостями. Результати роботи забезпечують вирішення цілої низки не лише теоретичних, але і прикладних проблем при розв'язанні задач підвищення ефективності та вдосконалення інформаційних технологій комп'ютеризованої ідентифікації, контролю і діагностування об'єктів з динамічними нестационарними властивостями.

Дисертація є цілісною, закінченою науково-дослідною роботою, за своїм змістом і рівнем наведеного матеріалу відповідає п.п. 9, 10, 13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою КМУ №567 від 24.07.2013, та чинним вимогам Міністерства освіти та науки України щодо докторських дисертацій, а її автор, Кропачек Ольга Юріївна, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент

професор кафедри автоматизації
проективання обчислювальної техніки
Харківського національного університету
радіоелектроніки,
доктор технічних наук, професор

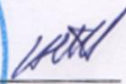
«24 05» 2018р.



Г. Ф. Кривуля

Підпис проф. Кривулі Г. Ф. підтверджую:

Учений секретар ХНУРЕ



І. В. Магдаліна