

ВІДГУК

офіційного опонента – завідувача кафедри біофізики, інформатики та медапаратури Вінницького національного медичного університету

ім. М.І. Пирогова, доктора технічних наук, професора

Кулика Анатолія Ярославовича

на дисертаційну роботу **Єгорова СЕРГІЯ ВІКТОРОВИЧА**

«Комп'ютеризована система діагностування та контролю параметрів електронної апаратури»,

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації.

При виробництві та експлуатації, електронної техніки виникає проблема діагностики та контролю, що охоплює задачі по створенню інтелектуалізованих систем аналізу і синтезу апаратних та програмних засобів комп'ютерних та інформаційно-вимірювальних систем, мереж та їх компонентів. Вирішити цю задачу можливо на основі створення і вдосконалення високоефективних технічних і програмних компонентів комп'ютерних систем та мереж загального та спеціального призначення.

Однією із задач по визначенню придатності електронної апаратури є розробка комп'ютеризованих систем діагностування для отримання достовірної інформації необхідної для оцінки технічного стану.

При існуючих методах діагностування електронної апаратури витрати робочого часу на пошук несправностей складає від 20 до 40% загальної трудомісткості всіх робіт.

Однією з невід'ємних якісних характеристик складних електронних, комп'ютерних систем та мереж є їхня надійність, придатність до контролю і діагностування. Підвищення ефективності функціонування електронного обладнання, комп'ютерних систем та їх компонентів безпосередньо пов'язано з оперативними оцінками стану об'єкта, а також виробничих ситуацій.

Дисертаційна робота виконувалася на кафедрі комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 3715–VI «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», зокрема за напрямом «Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки», тематичних планів і науково-дослідних робіт Національного авіаційного університету, а також держбюджетної тематики Міністерства освіти і науки України у науково – дослідних роботах № 864–ДБ13 «Теорія та принципи побудови інтелектуальних вимірювальних систем для контролю геометричних параметрів високоточних деталей» (номер держ. реєстрації 0113U000083, 2014 р.) та «Методологія побудови сучасних дистанційних інформаційно-вимірювальних систем» 125–ДБ17 (номер держ. реєстрації 0117U002367, 2017 р.), де автор був виконавцем.

В зв'язку з вищевикладеним тема даної роботи, спрямованої на створення вискоефективних комп'ютеризованих засобів діагностування електронної апаратури з використанням методу статистичного аналізу, безперечно є актуальною.

Загальна оцінка змісту дисертаційної роботи.

У вступі в повній мірі здобувачем аргументовано вибір теми дисертаційного дослідження, розкрито актуальність, сформульовано мету, для реалізації якої коректно поставлені відповідні завдання, визначено об'єкт, предмет, методи, наукову новизну та практичне значення досліджень.

Перший розділ присвячено аналізу літературних джерел, які пов'язані з комп'ютеризованими системами у сфері контролю та надійності радіоелектронних систем. Автором досліджено прогнозування залишкового терміну служби системи. У дисертації показано, що прогнозування залишкового терміну служби системи включає в себе методи, математичні моделі та алгоритми: алгоритм моніторингу використання строку служби та невизначене скоректоване прогнозування.

У дисертаційному дослідженні автором показано, що методики, засновані на даних в прогнозування залишкового терміну служби системи, тісно пов'язані зі статистичним контролем якості та плануванням експериментів.

На основі результатів аналітичних досліджень сформульовано загальний підхід до створення нових засобів контролю стану електронної апаратури з використанням методів вимірювання електричних величин та статистичного аналізу.

У *другому розділі* на основі розробленого алгоритму вибору моделі відмов та байєсової теорії статистичного виводу було розроблено підхід до пошуку оптимального розв'язку в системі технічної діагностики.

Автором запропоновано метод діагностики електронних систем на засадах математичної моделі об'єкту контролю і діагностики з визначенням статистики відмов що дає можливість синтезувати оптимальну програму контролю їх елементів.

Дисертант розробив алгоритм вибору теоретичної моделі розподілу статистики для оцінки параметрів надійності електронних систем, яка відрізняється від відомих тим, що використовує критерії вибору моделей відмов.

У дисертаційному дослідженні розроблено процедуру пошуку оптимальної дії при діагностуванні технічного стану електронної системи, яка на відміну від відомих відрізняється тим, що використовує процедуру зворотного зв'язку, що призводить до рішення щодо діагностування та обслуговування електронної системи.

Удосконалено метод діагностування апаратури, який відрізняється від раніше відомих тим, що враховує кількість інформації і дає можливість визначити зміну ентропії процесу деградації.

Третій розділ висвітлює питання розроблення комп'ютеризованої системи для дослідження нелінійних об'єктів електронної апаратури.

Дисертант обґрунтував, що статистика відмов електронних компонентів та систем, яка використовувалась при дослідженнях, є незсуненою, спроможною й ефективною, завдяки чому може бути використана для оцінки імо-

вірності безвідмовної роботи електронних систем.

Автор удосконалив комп'ютеризований метод випробувань радіоелектронних систем на засадах моделі процесу випробувань, який базується на методі Монте–Карло.

У дисертаційному дослідженні автор вдосконалив комп'ютеризований метод діагностування електронної апаратури на засадах моделі контрольно–вимірювальної апаратури із структурою і набором модулів, які забезпечують оперативне обчислення параметрів електронних систем та їх компонентів на основі фігур Ліссажу.

Удосконалено метод планування випробувань на безвідмовність на основі DN–розподілу з урахуванням припущення, що в будь–якому випадку статистика відмов системи, яка містить електронні компоненти має DN–розподіл, що значно спрощує планування випробувань.

Четвертий розділ присвячений розгляду питань, в яких на основі методів теорії прийняття рішень, розроблено метод, який дозволяє обирати таку стратегію сторони, що оперує краще в умовах природних невизначеностей.

Автором розроблено метод прийняття рішень, на основі аналізу різних ступенів ймовірностей можливих станів природи, який дозволяє ухвалювати рішення які дозволяють досягти результату під час обробки діагностичних ознак та визначення показників надійності.

У дисертації розроблено метод визначення параметрів надійності у випадку обмеженості статистичних даних, яка на відміну від відомих відновлює функціональну залежність зібраної статистики відмов, що дозволяє підвищити точність визначення ймовірності безвідмовної роботи, за рахунок більш точної апроксимації даних.

У дисертаційному дослідженні показано, що кусково–лінійний метод точніше апроксимує дослідні данні порівняно з кусково–постійним та добором емпіричних функцій.

Обґрунтованість висновків і одержаних результатів дисертаційної роботи базується на коректному використанні вихідних посилань і матема-

тичного апарату теорій: ймовірностей для визначення середніх показників, математичної статистики для оброблювання результатів експериментів; надійності для визначення ймовірності безвідмовної роботи, а також статистичного аналізу для розробки моделей випробувань.

Вірогідність результатів дисертаційної роботи підтверджується імітаційним комп'ютерним моделюванням, яке показало коректність теоретичних досліджень та ефективність розроблених методів і засобів, їх експериментальною перевіркою, що підтверджуються відповідними актами впровадження.

Найбільш вагомими науковими результатами, отриманими в дисертації є:

- набув подальшого розвитку комп'ютеризований метод імітації випробувань електронних систем та компонентів на основі методу Монте-Карло, який відрізняється від відомих функціональною декомпозицією процесу імітації випробувань на такі задачі: імітація статистики відмов електронних систем; перевірка правдоподібності гіпотез, що дає можливість покращення для імітації процесу проведення випробувань електронних систем та дає можливість підвищити точність визначення величини ймовірності безвідмовної роботи (ІБР), завдяки використанню відновлення функціональних залежностей у випадку недостатності статистичних даних;
- подальшого розвитку отримав комп'ютерний метод діагностування електронних систем та компонентів, який відрізняється від раніше відомих тим, що враховує кількість інформації і дає можливість визначати початок ентропії процесу деградації електронних компонентів.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що отримані наукові результати доведено здобувачем до конкретних структурних і конструктивних рішень спеціалізованих дискретних пристроїв.

На підставі проведених досліджень одержано такі практичні результати:

- у випадку використання перевірки правдоподібності гіпотез, планування випробувань електронних систем та компонентів зводиться до збору статистики відмов устаткування, яке перебуває в експлуатації, що призводить до значного спрощення метода імітації випробувань, зниження похибки першого роду;
- на основі байєсової теорії статистичного виводу було розроблено алгоритм пошуку оптимального розв'язку в системі технічної діагностики;

Безперечною перевагою роботи є використання стандартних технічних засобів з адаптацією їх під конкретні задачі. Це дозволяє суттєво скоротити ресурсні витрати.

Результати дисертаційної роботи впроваджені і пройшли перевірку на державному підприємстві «Завод 410 цивільної авіації» та у навчальному процесі Національного авіаційного університету у курсах лекцій з дисципліни «Фізичні основи сучасної метрології», «Основи наукових досліджень» та в процесі дипломного та курсового проектування «Інформаційні вимірювальні системи».

Рекомендації щодо використання наукових результатів.

Теоретичні положення, отримані в роботі, можуть бути розповсюджені на комп'ютерні системи для діагностування інших типів пристроїв, які застосовуються в різних галузях.

Але, при цьому додаткового дослідження вимагають ефекти, які відбуваються не лише при підвищенні, але й при зниженні температури, причому особливо скачкоподібному (розгерметизація кабіни).

Завершеність, стиль виконання, публікації.

Аналіз сукупності наукових результатів, поданих в роботі Єгорова С.В. дозволяє зробити висновок про їх цілісність і засвідчує особистий внесок автора в науку щодо розроблення комплексу комп'ютерних засобів для оцінки

надійності електронного обладнання.

Всього за тематикою дисертації опубліковано 15 робіт, в тому числі 7 статей в спеціалізованих фахових наукових журналах, з яких три, що входять до міжнародних наукометричних баз і 8 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Головні наукові результати дисертації повністю опубліковано і відображено у зазначених працях.

Матеріали досліджень обговорювались на 8 науково-технічних конференціях різного рівня.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням і висновкам, зробленим в дисертації.

Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – Комп'ютерні системи і компоненти.

Недоліки та зауваження по роботі:

1. З наведеного переліку публікацій 1 стаття в м. Рівне, 2 тез доповідей у Варшаві, 1 тези у Алмати, всі інші у Києві. Це не можна вважати всебічною і об'єктивною апробацією отриманих результатів.
2. У науковій новизні (п.3) вказано «... початок ентропії процесу...». Ентропія є чисельним показником і початок може бути лише у її зміні.
3. В роботі розглядаються лише нормальні умови роботи обладнання або деяке підвищення температури, в той час як не приділяється увага охолодженню, а тим більше швидким перепадам температури, які можуть мати місце в реальних умовах. Також не розглядаються вібрація, агресивні середовища тощо.
4. На стор.2 та на стор.19 автор стверджує, що якщо пристрої та системи є «невід'ємною частиною конструкції», то їх в принципі не можна зняти і замінити. У такому випадку при відмові електронного компоненту блоки не ремонтуються, а повністю замінюються.
5. Рис. 2.1 і рис. 2.2 зображені блок-схеми. Вони є некоректними, оскільки

блок-схема передбачає структуру, а не сигнали, блоки і процедури.

6. Передбачити причину відмови при дотриманні паспортних умов експлуатації обладнання практично неможливо, тому доцільно розглядати результат в цілому. Це може бути відтермінований результат виготовлення виробу на заводі, пошкодження при перевезенні тощо. Тому встановити причину можна лише при демонтажі обладнання і детальному його обстеженні. Не приділена увага відмовам, що перемежуються, хоча вони спричиняють найбільшу складність при діагностуванні.
7. На сьогоднішній день використовуються в абсолютній переважності цифрові системи, тому аналізувати аналогові, на мій погляд, недоцільно. Для цього використовується секвентний та вейвлет-аналіз, а не ряди Фур'є.
8. В другому розділі розглядаються питання керування і побудови систем, але не використовується математичний апарат ТАУ, який дозволив би чітко визначити межі стійкості системи, вибрати закон регулювання тощо. Також не показано на якому рівні ієрархії відкритих систем розглядається дана комп'ютерна.
9. Існує теорія планування експерименту, яка не згадується у підрозділі 2.5. При цьому здобувач пропонує власні здобутки, що вимагає додаткових пояснень, обґрунтувань та порівняння.
10. Назва розділу 3 «Розробка архітектури програмних засобів визначення параметрів надійності електронної апаратури» на відповідає тому, що було зроблено насправді, а саме був удосконалений метод обробки статистичних даних та комп'ютеризований метод діагностування електронної апаратури.
11. У розділі 3 не наведений аналіз похибок та методика метрологічної атестації. Враховуючи, що похибка осцилограми сягає 10%, це потребує певних обмежень та обґрунтувань. Відсутність схем вимірювальних каналів, рівнянь перетворення тощо ускладнює докладну оцінку проведених автором досліджень.
12. Рис. 3.11 показує кількість зразків, які потрібно перевірити, але перевіря-

ється лише один конкретний екземпляр.

13. В роботі всюди декларується оптимізація, але цьому уваги приділено недостатньо.
14. Незрозуміло автором розглядається апроксимація чи інтерполяція. При цьому розділ 4 має описовий характер і містить загальновідомі дані без їх конкретного застосування у дослідженнях. Замість цього доцільно було б докладніше описати експеримент та його планування.

Висновок.

Незважаючи на вказані зауваження загальна оцінка дисертаційної роботи позитивна. Вони не знижують цінності отриманих наукових та практичних результатів. Дисертаційна робота Єгорова С.В. виконана на високому науково-технічному рівні, є завершеною науковою працею, яка має суттєве практичне значення та спрямована на розв'язання актуального науково-технічного завдання. Дисертаційна робота «Комп'ютеризована система діагностування та контролю параметрів електронної апаратури» відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. та паспорту спеціальності. Автор дисертації Єгоров Сергій Вікторович заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – Комп'ютерні системи і компоненти.

Зав. кафедри біофізики, інформатики
та медапаратури Вінницького національного
медичного університету ім. М.І. Пирогова,
д.т.н., професор



Кулик А.Я.



Підпис Кулика А.Я.
завіряю
ст.інса відділу кадрів
Вінницького національного
медичного університету
ім. М. І. Пирогова
С.Є. Маркова
« 11 » 11 2019 р.