

УДК 681.35

С.В. Ленков¹, П.А. Шкуліпа²¹Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ²Одеська державна академія технічного регулювання та якості, Одеса

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ЗНЯТТЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО МЕТОДУ ДІАГНОСТУВАННЯ РАДІОЕЛЕМЕНТІВ У СКЛАДІ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ

Проводиться обґрунтування способу зняття діагностичної інформації для електромагнітного методу діагностування радіоелементів у складі аналогових і цифрових радіоелектронних пристроїв. Даний метод дозволяє проводити вимір діагностичних параметрів в антені, що накладається на радіоелектронний пристрій при подачі на нього тестового впливу.

Ключові слова: електромагнітний метод, радіоелемент, антена, діагностування

Вступ

Постановка проблеми і аналіз літератури. Сучасні об'єкти радіоелектронної техніки (РЕТ) представляють собою складні технічні системи, що являються об'єднанням модулів різного фізичного виконання й призначення. Однією з основних вимог, які ставляться до об'єктів РЕТ на етапі експлуатації, є забезпечення їх високої надійності [1]. Забезпечити задану надійність можна застосуванням нових ефективних принципів, методів і засобів для розробки сучасних автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів РЕТ.

Проведення якісного діагностування аналогових і цифрових радіоелектронних компонентів радіоелектронних пристроїв (РЕП) залежить від адекватності діагностичної моделі об'єкта контролю, методики проведення діагностування і методу діагностування. Також ефективність діагностування залежить від способу зняття інформації та алгоритмів її обробки.

Розглянемо існуючі методи, що використовуються для проведення контролю технічного стану радіоелементів у складі аналогових і цифрових радіоелектронних пристроїв. До цих методів можна віднести методи параметричного, функціонального контролю, контролю по характеристиках вихідних сигналів і по показниках якості для аналогових радіоелектронних пристроїв і методи тестового контролю для цифрових радіоелектронних пристроїв [1]. Проте дані методи мають наступні недоліки:

- при проведенні діагностування використовуються велика кількість контрольних точок в яких вимірюються велика кількість діагностичних параметрів, що впливає на об'єм апаратної частини системи технічного діагностування (СТД) та тривалість і достовірність проведення контролю;

- темпи розвитку радіоелементів об'єктів РЕТ набагато випереджають методи і засоби діагностування;

- збільшення ступеня інтеграції радіоелементів, кількості зовнішніх виходів і режимів роботи РЕТ приводить до недопустимого збільшення вартості сучасних систем діагностування;

- існуючі СТД, що побудовані на основі існуючих методів, не забезпечують можливість контролю максимальної кількості різних типів аналогових і цифрових елементів, пристроїв і типових елементів заміни об'єктів РЕТ за умови забезпечення заданої достовірності проведення контролю технічного стану;

- обмежене застосування сучасних інформаційних технологій при побудові систем технічного діагностування;

- відсутність напрацьованих алгоритмів отримання, обробки і управління діагностичною інформацією;

- відсутність можливості обмінюватися інформацією з аналогічними системами;

- відсутність можливості доступу та взаємодії з існуючими пошуковими системами;

- відсутність єдиного методологічного підходу, який би визначив основні принципи розробки нових ефективних методів технічного діагностування з використанням інформаційних технологій.

Проте існує новий електромагнітний метод визначення технічного стану радіоелементів у складі аналогових і цифрових радіоелектронних пристроїв [2]. Тому **метою статті** є вирішення наукової задачі, що полягає в обґрунтуванні та визначенні найбільш ефективного способу зняття та обробки діагностичної інформації.

Основна частина

Розглянемо принципи, на яких ґрунтується електромагнітний метод діагностування. Суть електромагнітного методу діагностування радіоелементів радіоелектронних пристроїв полягає в тому, що в якості діагностичної інформації використовуються параметри сигналів, що наводяться у "антенному" пристрої [2], який накладається на сам радіоелемент радіоелектронного пристрою (РЕП). Робота радіоелемента супроводжується зміною електромагнітного поля навколо нього при подачі на нього тестового впливу. Дану властивість доцільно використовувати для визначення його технічного стану. Для цього «антена», таких же розмірів і форми, як і радіоелемент, розміщується над його корпусом. При спра-

цьовуванні радіоелемента РЕП під час подачі на нього діагностичного тесту у "антені" наводиться електрорушійна сила, яка генерує сигнал з певними параметрами. Наявність сигналу на виході «антени» служить інформацією про факт роботи РЕП. Діагностична інформація, що отримана за допомогою «антени» надходить до блоку її обробки. На основі порівняння параметрів еталонних і наведених у антенному пристрої сигналів, приймається рішення про ТС даного радіоелемента РЕП.

Запропонований електромагнітний метод діагностування, в порівнянні з існуючими, має наступні переваги:

- виключення необхідності використання вихідних контактів та контрольних точок для визначення несправного радіоелемента РЕП;
- незначний вплив пристрою діагностування на "власну" надійність РЕП, так як до нього не додаються нові елементи та не змінюється принципова схема;
- можливість застосування методу як до існуючих, так і до перспективних радіоелементів РЕП;
- скорочення часу діагностування радіоелемента РЕП в 2...3 рази в порівнянні з відомими методами.

Наукова новизна методу полягає у тому, що вперше, в якості ДП радіоелементів аналогових і цифрових пристроїв використовуються параметри сигналів, що наводяться у «антені». Ефективність електромагнітного методу діагностування залежить від способу зняття інформації та алгоритмів її обробки [3]. Вираз, що визначає ефективність обробки діагностичної інформації, має наступний вигляд

$$E_{ді}(t, \tau) = F(P_0, P, \mu, C, G). \quad (1)$$

де P_0 – імовірність безвідмовної роботи радіоелектронних компонентів радіоелектронних пристроїв; P – імовірність безвідмовної роботи "антенного" пристрою у момент початку діагностування; μ – інтенсивність проведення діагностування; C – вартість пристрою діагностування; G – продуктивність (швидкодія).

Визначимо працездатність радіоелектронних пристроїв, що складаються із L загальної кількості радіоелектронних компонентів

$$L = L_{п} + L_{нп} + L_{нн} + L_{пн}, \quad (2)$$

де $L_{п}$ – кількість працездатних радіоелектронних компонентів, прийнятих за працездатні; $L_{нп}$ – кількість непрацездатних радіоелектронних компонентів, прийнятих за працездатні; $L_{нн}$ – кількість непрацездатних радіоелектронних компонентів, прийнятих як непрацездатні; $L_{пн}$ – кількість працездатних радіоелектронних компонентів, прийнятих як непрацездатні.

Ймовірність того що радіоелектронні компоненти, що перевіряються, будуть працездатними

$$P_{бп}(t, \tau) = \frac{L_{п}}{L_{п} + L_{нп}}, \quad (3)$$

де $L_{п}(t, \tau) = LP_0(t, \tau)P_{п}(t, \tau), \quad (4)$

$$L_{нп}(t, \tau) = L[1 - P_0(t, \tau)P_{п}(t, \tau)]. \quad (5)$$

Підставляючи (4) та (5) в (3), отримаємо

$$P_{бп}(t, \tau) = \frac{P_0(t, \tau)P_{п}(t, \tau)}{P_0(t, \tau)P_{п}(t, \tau) + [1 - P_0(t, \tau)P_{п}(t, \tau)]}. \quad (6)$$

Ймовірність помилки при оцінюванні працездатності радіоелектронного компонента

$$Q_{пб}(t, \tau) = 1 - P_{пб}(t, \tau). \quad (7)$$

Ця ймовірність залежить від помилок при виконанні операцій контролю працездатності і може бути визначена як

$$Q_{пб}(t, \tau) = 1 - [1 - Q_{пн}(t, \tau)]^\gamma, \quad (8)$$

де $Q_{пн}(t, \tau) = \frac{v(t, \tau)}{\gamma(t, \tau)}$ – середня ймовірність помилки операції при виконанні даної кількості операцій γ ; γ – кількість операцій, що виконуються при перевірці працездатності радіоелектронного компонента; v – математичне очікування кількості операцій з помилками.

З достатньою для практики точністю можна припустити

$$Q_{бп}(t, \tau) \approx Q_{пн}(t, \tau). \quad (9)$$

Надійність контролю працездатності радіоелектронного компонента у цьому випадку оцінюється як

$$P_{бп}(t, \tau) = 1 - Q_{пн}(t, \tau). \quad (10)$$

Визначати працездатність радіоелектронного пристрою, що складається з радіоелектронних компонентів, можна двома шляхами.

1. Проводити діагностування кожного радіоелектронного компонента за умовним алгоритмом. Якщо радіоелектронний компонент непрацездатний, то приймається рішення про непрацездатності радіоелектронного пристрою, в іншому випадку перевіряють працездатність наступного радіоелектронного компонента. Номер наступного радіоелектронного компонента, що підлягає діагностуванню, визначається за допомогою умовних алгоритмів. Використання даних алгоритмів дозволяє зменшити кількість операцій для локалізації дефектних аналогових і цифрових радіоелектронних компонентів і, тим самим суттєво скоротити середній час відновлення.

2. Проводити діагностування кожного радіоелектронного компонента і запам'ятовувати діагностичну інформацію. Сам аналіз діагностичної інформації про технічний стан радіоелектронних пристроїв проводити після перевірки всіх радіоелектронних компонентів.

Визначимо ефективність першого способу діагностування.

Ймовірність того, що після діагностування першого радіоелектронного компонента у радіоелектронного пристрою буде визначено несправний стан являється наступною

$$Q_{рекл}(t, \tau) = Q_{рекл}(t, \tau)Q_{пом1}(t, \tau), \quad (11)$$

де $Q_{рекл}(t, \tau)$ – ймовірність визначення непрацездатного технічного стану радіоелектронного пристрою після перевірки першого радіоелектронного компонента;

$Q_{пом1}(t, \tau)$ – ймовірність пропуску несправного технічного стану радіоелектронного пристрою після проведення перевірки першого радіоелектронного компонента через помилку пристрою діагностування.

Ймовірність того, що після перевірки працездатності другого радіоелектронного компонента радіоелектронний пристрій виявиться несправним при першому способі діагностування

$$Q_{рек2}^I(t, \tau) = Q_{пом2}(t, \tau) \times [Q_{рек1}(t, \tau) Q_{пом1}(t, \tau) + Q_{рек2}(t, \tau)], \quad (12)$$

де $Q_{рек2}(t, \tau)$ – ймовірність визначення непрацездатного технічного стану радіоелектронного пристрою після перевірки другого радіоелектронного компонента; $Q_{рек2}(t, \tau)$ $Q_{пом2}(t, \tau)$ – ймовірність пропущеного несправного технічного стану радіоелектронного пристрою після перевірки другого радіоелектронного компонента через помилку пристрою діагностування. Ймовірність визначення непрацездатного технічного стану радіоелектронного пристрою після проведення перевірки третього та четвертого радіоелектронних компонентів буде визначатись відповідно

$$Q_{рек3}^I(t, \tau) = \left\{ [Q_{рек1}(t, \tau) Q_{пом1}(t, \tau) + Q_{рек2}(t, \tau)] \times Q_{пом2}(t, \tau) + Q_{рек3}(t, \tau) Q_{пом3}(t, \tau) \right\}; \quad (13)$$

$$Q_{рек4}^I(t, \tau) = \left\{ \left\{ [Q_{рек1}(t, \tau) Q_{пом1}(t, \tau) + Q_{рек2}(t, \tau)] \times Q_{пом2}(t, \tau) + Q_{рек3}(t, \tau) \right\} \times Q_{пом3}(t, \tau) + Q_{рек4}(t, \tau) \right\} \times Q_{пом4}(t, \tau). \quad (14)$$

Для другого способу проведення діагностування радіоелектронних пристроїв

$$Q_{рек4}^{II}(t, \tau) = Q_{пом1}(t, \tau) \times [Q_{рек1}(t, \tau) + Q_{рек2}(t, \tau) + Q_{рек3}(t, \tau) + Q_{рек4}(t, \tau)]. \quad (15)$$

Для порівняння ефективності способів діагностування радіоелектронних пристроїв за надійністю припустимо

$$Q_{пом1} = Q_{пом2} = Q_{пом3} = Q_{пом4} = Q_{пом}, \quad (16)$$

$$Q_{рек1} = Q_{рек2} = Q_{рек3} = Q_{рек4} = Q_{рек}. \quad (17)$$

Тоді для перевірки L інтегральних радіоелектронних компонентів радіоелектронних пристроїв

$$Q_{рекL}^I(t, \tau) = (1 + Q_{рек1} + Q_{рек2} + Q_{рек3} \dots + Q_{рекL}) \times Q_{пом} Q_{рек} \approx Q_{рек} Q_{пом} (1 + Q_{рек}), \quad (18)$$

$$Q_{рекL}^{II}(t, \tau) = Q_{рек} Q_{пом} L. \quad (19)$$

Відношення ймовірностей непрацездатності радіоелектронних пристроїв, припускаючи, що $L Q_{рек} \ll 1$, буде дорівнювати

$$\frac{Q_{рекL}^I(t, \tau)}{Q_{рекL}^{II}(t, \tau)} = \frac{1 + L Q_{рек}}{L} \approx \frac{1}{L}. \quad (20)$$

З формули (20) видно, що перший спосіб зняття діагностичної інформації аналогових і цифрових радіоелектронних компонентів радіоелектронних пристроїв в порівнянні з другим є більш надійним і виявляється більш ефективнішим при використанні електромагнітного методу діагностування.

Висновок

Таким чином, в статті вирішена наукова задача, що полягає в обґрунтуванні та визначенні найбільш ефективного способу зняття та обробки діагностичної інформації для електромагнітного методу діагностування. Спосіб зняття діагностичної, що використовує умовні алгоритми пошуку несправного радіоелектронного компонента радіоелектронного пристрою в порівнянні з способом, що ґрунтується на використанні безумовних алгоритмів є більш надійним і виявляється більш ефективнішим при застосуванні електромагнітного методу діагностування.

Список літератури

1. Діагностика цифрових та аналогових пристроїв радіоелектронної техніки радіоелектронних пристроїв: моногр. / В.В. Вишнівський, М.К. Жердев, С.В. Ленков, В.О. Проценко. – К.: Знання України, 2009. – 220 с.
2. Шкуліна П.А. Діагностична модель радіоелектронного пристрою об'єкта радіоелектронної техніки для електромагнітного методу діагностування / П.А. Шкуліна, С.В. Ленков, О.В. Карпенко // Мат. НПК "Інформаційні управляючі системи та технології" Одеський національний морський університет. – Одеса, 2012. – С. 137 – 139.
3. Шкуліна П.А. Перевірка адекватності діагностичної моделі радіоелектронного компонента для електромагнітного методу діагностування / П.А. Шкуліна, С.В. Ленков, С.І. Глухов // Вестник научных трудов Востокукраинского национального университета им. В. Даля. – Луганск, 2012. – № 8(179). – Ч. 1. – С. 106 – 110.

Надійшла до редколегії 5.11.2009

Рецензент: д-р техн. наук доц. І.В. Шостак, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», Харків.

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА СНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

С.В. Ленков, П.А. Шкуліна

Проводиться обоснование способа съема диагностической информации для электромагнитного метода диагностирования радиоэлементов в составе аналоговых и цифровых радиоэлектронных устройств. Данный метод позволяет проводить измерение диагностических параметров в антенне, которая накладывается на радиоэлектронное устройство при подаче на него тестового воздействия.

Ключевые слова: электромагнитный метод, радиоэлемент, антенна, диагностирование.

GROUND OF METHOD OF REMOVAL OF DIAGNOSTIC INFORMATION FOR ELECTROMAGNETIC METHOD OF DIAGNOSTICATING OF RADIOELEMENTOV IN COMPOSITION RADIO ELECTRONIC DEVICES

S.V. Lenkov, P.A. Shkulipa

Conducted ground of method of output of diagnostic information for the electromagnetic method of diagnosticating of radioelementov in composition an analog³ digital radio electronic devices. This method allows to conduct measuring of diagnostic parameters in aerial which is laid on a radio electronic device at a serve on him of test influence.

Keywords: electromagnetic method, radioelement, aerial, diagnosticating.