

УДК 681.35

Павло Альфредович Шкуліна
Микола Костянтинівич Жердєв
Сергій Васильович Ленков

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРОБКИ УЗАГАЛЬНЕНОЇ МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ БЛОКІВ РЕТ АВТОНОМНОЮ АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

Вступ

Сучасні об'єкти радіоелектронної техніки (РЕТ) являють собою складні технічні системи, які являється об'єднанням блоків різного фізичного виконання й призначення. Своєчасне виявлення й усунення причин відмов радіоелектронних блоків на місці експлуатації об'єктів РЕТ приводить до підвищення кількісних характеристик надійності й зниженню витрат на експлуатацію. Це визначає необхідність проведення якісного діагностування цих об'єктів.

До складу об'єктів радіоелектронної техніки входять аналогові та цифрові радіоелектронні блоки. Проведення їх якісного діагностування покладається на вбудовані системи технічного діагностування. Проведення якісного діагностування аналогових та цифрових радіоелектронних блоків залежить від методів діагностування, адекватності діагностичної моделі об'єкта контролю, методики проведення діагностування на основі використання спеціальних програмно-апаратних систем [1, 2].

Аналіз стану проблеми

Стрімкий розвиток мікроелектроніки та інформаційних технологій потребує від конструкторів і виробників сучасних автономних автоматизованих систем технічного діагностування (АА СТД) розробки нових методів отримання та обробки діагностичної інформації для визначення технічного стану та локалізації несправного радіоелектронного компонента аналогових і цифрових блоків [1]. Автономна автоматизована система технічного діагностування блоків РЕТ є складовою частиною системи технічного діагностування і представляє сукупність засобів, об'єкта діагностування та виконавців, які необхідні для проведення діагностування за правилами, встановленими технічною документацією. Системи технічного діагностування повинні розроблятися на стадії проектування, забезпечуватися на стадії виробництва і підтримуватися на стадії експлуатації об'єктів РЕТ. Однак ці вимоги далеко

не завжди виконуються. Аналіз існуючих систем технічного діагностування показав, що це обумовлено рядом суттєвих недоліків, які властиві існуючим АА СТД. Тому автономні автоматизовані системи технічного діагностування блоків РЕТ, що побудовані на основі існуючих методів й методик, є малоефективними, та не відповідають сучасним вимогам.

Тому при експлуатації існуючих та створених нових перспективних об'єктів РЕТ достатньо чітко визначилися наступні протиріччя:

між реальними технічними можливостями об'єктів РЕТ та низьким рівнем їх реалізації через низький рівень АА СТД;

між рівнем вимог, які пред'являються до АА СТД і неможливістю їх задовольнити існуючим методологічним апаратом отримання, обробки та управління діагностичною інформацією;

між обмеженою ціною АА СТД та високими вимогами до її технічних характеристик.

Таким чином, основне протиріччя існуючої системи технічного діагностування блоків РЕТ визначається принциповою можливістю побудови високоєфективних автономних автоматизованих систем технічного діагностування на основі використання передових досягнень в області інформаційних технологій при отриманні та обробці діагностичної інформації. А також недостатньою ефективністю автоматизованих систем технічного діагностування в існуючих об'єктах РЕТ, що не забезпечує локалізацію несправності з точністю до радіоелектронного компонента (РЕК).

Це протиріччя обумовлено наведеними недоліками існуючої системи технічного діагностування, яка не забезпечує локалізацію несправності з точністю до радіоелектронного компонента. Як наслідок, це призвело до створення й функціонування на сучасному етапі експлуатації об'єктів РЕТ складної, не економічної, багатоконтурної системи технічного обслуговування і ремонту, що обумовлює втрату часу на контроль технічного стану й локалізацію можливих несправностей в блоках РЕТ.

Для усунення даного протиріччя необхідно використовувати інформаційні технології при побудові й впровадженні автономних автоматизованих систем технічного діагностування радіоелектронних блоків на основі отримання та обробки діагностичної інформації.

Постановка завдання

Зазначене діалектичне протиріччя визначило актуальну наукову проблему, що полягає в розробленні інформаційних технологій для побудови і впровадження автономних автоматизованих систем технічного діагностування блоків РЕТ на основі отримання та обробки діагностичної інформації. Проведені наукові дослідження в області застосування інформаційних технологій при діагностуванні аналогових і цифрових радіоелектронних блоків дозволили розробити нові динамічний, енергодинамічний і електромагнітний методи отримання і обробки діагностичної інформації [1,2]. В статті вирішується наукове завдання розробки узагальненої методики діагностування автономною автоматизованою системою технічного діагностування блоків РЕТ, що побудована на основі даних методів.

Виклад основного матеріалу

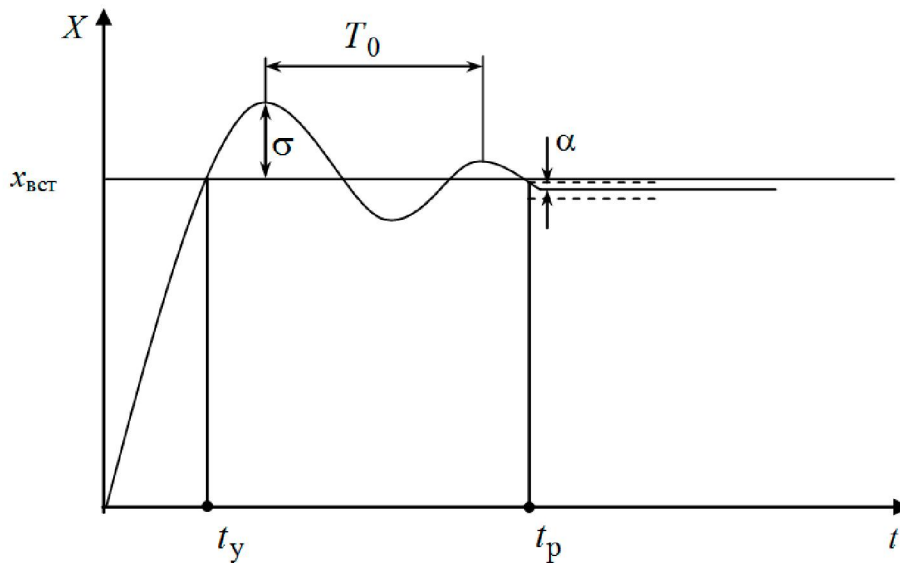


Рис. 1. Показники якості перехідного процесу

Дослідження зв'язку між зміною параметрів R, L і C послідовного коливального контуру й показниками якості перехідного процесу показали, що:

1. Кожен з показників якості перехідного процесу окремо не задовольняє вимоги, що пред'являються до діагностичних параметрів.

2. Найбільшу кількість інформації про внутрішній стан аналогових блоків несе період коливань, а час встановлення перехідного процесу має найбільш стійку лінійну залежність від параметрів динамічних пристроїв.

3. У випадку використання цих двох показників якості перехідного процесу його форма чітко визначена.

Діагностична інформація знімається з виходу

Перспективними методами технічного діагностування являються динамічний, енергодинамічний і електромагнітний. Розглянемо їх більш детально.

Динамічний метод отримання і обробки діагностичної інформації призначений для проведення діагностування аналогових блоків й систем автоматичного управління. В загальному випадку, коли на виході аналогового блоку необхідно отримати перехідний процес проводиться синтез динамічного пристрою по методиці, що приведена в [3].

В якості діагностичних параметрів використовуються значення показників якості перехідного процесу, що приведені на рис. 1. Перехідний процес, що викликаний типовим впливом у вигляді одиначної функції стосовно систем автоматичного управління, визначається показником якості. Основними показниками якості перехідного процесу (рис. 1) є наступні: час перехідного процесу t_p , відхилення $\alpha=0,05x_{вст}$; величина перерегулювання $\sigma^\circ = (\Delta X / X_{вст}) 100\%$; число коливань протягом часу перехідного процесу m , час устанавлення t_y , період коливань T_0 .

діагностуємого блоку.

Енергодинамічний метод отримання й обробки діагностичної інформації призначений для проведення діагностування аналогових й цифрових блоків використовуючи значення напруги на пристрої контролю технічного стану, що включений в шину живлення [4]. Проведені дослідження показали, що:

1. Між параметрами сигналів на виході аналогового й цифрового блоків та на пристрої діагностування (контрольний опір R_k) існує сильний лінійний кореляційний зв'язок. Коефіцієнт кореляції $r_{xy}=0,99$.

2. Дефект в РЕК приводить до зміни значень параметрів сигналу на виході блоку та на пристрої

діагностування, тобто виконується умова прояву та транспортування дефекту на пристрій діагностування.

При використанні даного метода повинні виконуватись наступні вимоги:

контрольний опір R_k не повинен істотно впливати на роботу РЕК;

значення контрольного опору не перевершувало значення динамічного опору РЕК більш ніж на 10%;

відношення рівнів сигнал-шум на пристрої діагностування було не менше 3.

Електромагнітний метод діагностування отримання й обробки діагностичної інформації призначений для проведення діагностування аналогових і цифрових блоків. Його суть полягає в тому, що в якості діагностичних параметрів використовується параметри сигналів, що наводяться у «антенному» пристрої [5], який накладається на сам радіоелектронний блок або на радіоелектронний компонент блоку. Робота РЕК блоку супроводжується зміною електромагнітного поля навколо нього при подачі на нього діагностичного тесту. Дану властивість доцільно використовувати для визначення його технічного стану. Для цього «антена», таких же розмірів та

форми, як і РЕК, розміщується над його корпусом. При спрацьовуванні РЕК блоку при подачі на нього діагностичного тесту у «антени» наводиться електрорушійна сила, яка генерує сигнал з певними параметрами. Наявність сигналу на виході «антени» служить інформацією про факт роботи РЕК блоку або радіоелектронного блоку в цілому. Діагностична інформація, що отримана за допомогою «антени» надходить до датчика виділення діагностичної інформації для її обробки. На основі порівняння параметрів еталонних і наведених у антенному пристрої сигналів, приймається рішення про ТС радіоелектронного блоку або радіоелектронного компонента блоку, що діагностується.

Проведені експериментальні дослідження показали, що потужність випромінювання РЕК являється достатнім, щоб згенерувати у «антенному» пристрої сигнали, параметри яких можна використовувати у якості діагностичних параметрів. Діагностична інформація знімається з датчика діагностичної інформації R_k , що включений в шину живлення радіоелектронного блоку для енергодинамічного методу (рис. 2) і з «антени» для електромагнітного методу діагностування (рис. 3).



Рис. 2.

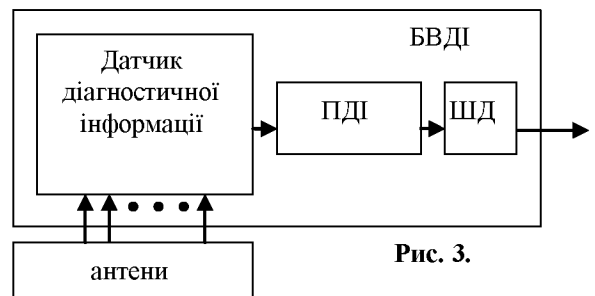


Рис. 3.

В блоці виділення діагностичної інформації (БВДІ) знята напруга підсилюється підсилювачем діагностичної інформації (ПДІ), подається на швидкодіючий детектор й перетворюється в аналогову функцію. Аналогова функція подається на АЦП й визначається цифровий код, що порівнюється з нижнім та верхнім допусками й приймається рішення про технічний стан діагностичного модуля.

Складовими частинами даних методів є визначені:

області працездатності аналогових і цифрових блоків в просторі діагностичних параметрів;

критерії оцінки працездатності аналогових і цифрових блоків.

Для розглянутих методів діагностування розроблені алгоритми побудови діагностичних тестів аналогових й цифрових блоків та алгоритми проведення діагностування аналогових і цифрових блоків.

Використання даних методів діагностування, алгоритмів виділення та обробки діагностичної інформації, прийняття рішення про технічний стан (ТС) радіоелектронного блоку і місця локалізації несправного РЕК дало змогу розробити

функціональну схему автономної автоматизованої системи технічного діагностування (рис. 4).

До її складу належать:

1. Блок живлення (БЖ), що призначений для живлення АА СТД та радіоелектронних блоків, що діагностуються.

2. Блок виділення діагностичної інформації та її перетворення.

3. Блок управління (БУ) призначений для управління сигнальним процесором.

4. Блок інтерфейсу 1 (ІФ1), що призначений для обміну інформацією між комутатором та сигнальним процесором.

5. Блок інтерфейсу 2 (ІФ2), що призначений для обміну інформацією між датчиками діагностичної інформації, блоком виділення діагностичної інформації, комутатором та сигнальним процесором.

6. Комутатор (КОМ), що призначений для переключення сигнальних та силових каналів по командам сигнального процесора.

7. Блок індикації (БІ), що призначений для реєстрації та індикації результатів «контролю ТС» і «локалізації» несправного радіоелектронного компонента.

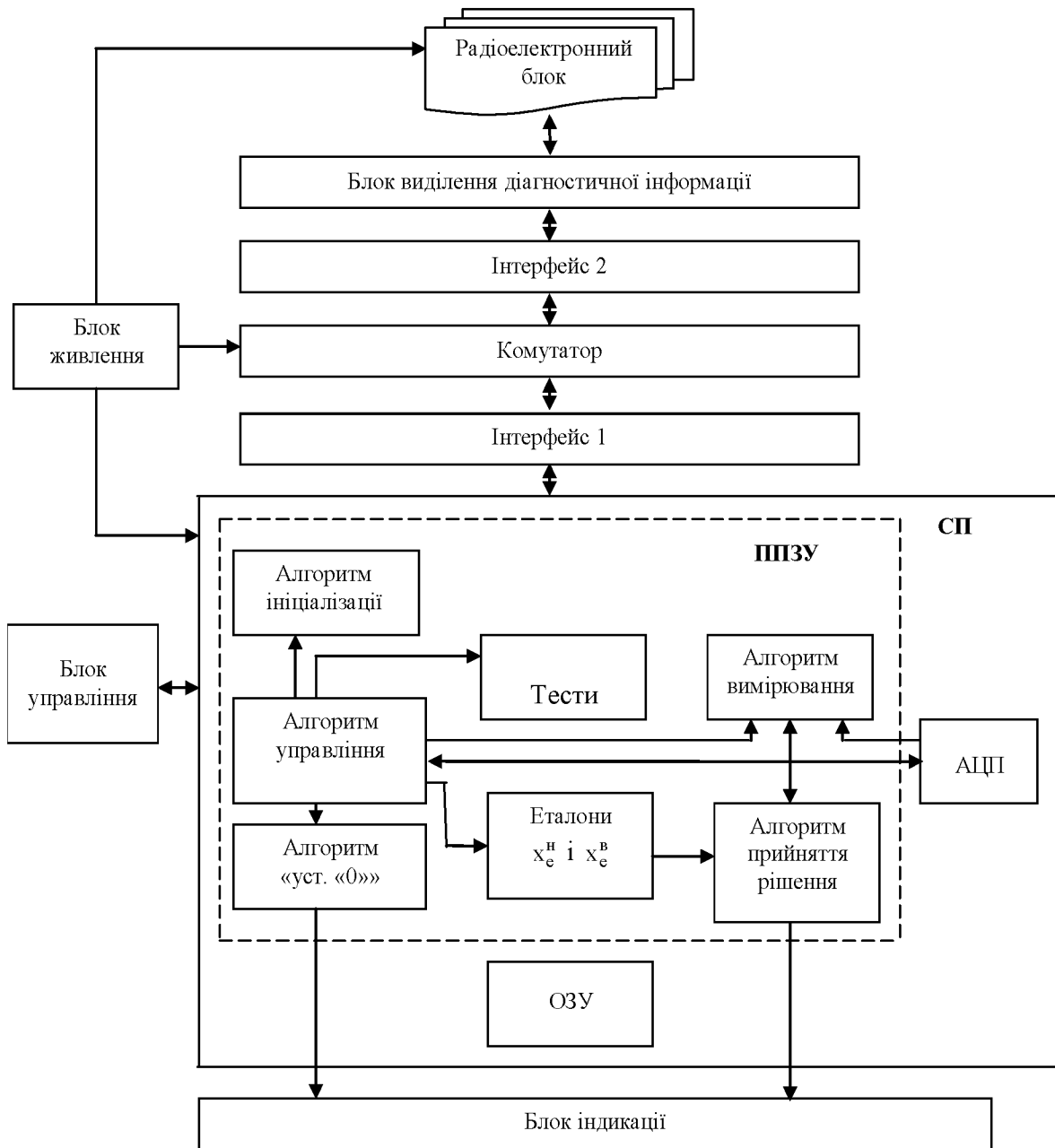


Рис. 4. Функціональна схема автономної автоматизованої системи технічного діагностування

8. Сигнальний процесор (СП), що призначений для управління процесом діагностування. В ППЗУ сигнального процесора записується.

Отримані наукові результати дозволили розробити узагальнену методику діагностування аналогових та цифрових пристроїв блоків РЕТ автономною автоматизованою системою технічного діагностування. Ця методика направлена на забезпечення об'єктів РЕТ високоефективним автономними автоматизованими системами технічного діагностування [2, 3, 4, 5].

Методика призначена для розробки автономної автоматизованої систем технічного діагностування

аналогових й цифрових блоків об'єктів РЕТ динамічним, енергодинамічним та електромагнітним методами за критерієм мінімуму часу діагностування при заданій вірогідності.

Вихідні дані:

припустиме значення вірогідності контролю;
кількість діагностичних параметрів;
кількість входів та виходів всіх аналогових й цифрових блоків РЕТ.

Вихідні дані одержують із технічного опису об'єкта РЕТ, завдання на розробку автономної автоматизованої систем технічного діагностування, досвіду експлуатації аналогічних об'єктів РЕТ.

Методика складається з двох етапів. На першому етапі (етапі проєктування радіоелектронного блока) виконуються наступне:

1. Аналіз функціональних особливостей аналогових й цифрових блоків.
2. Розробка алгоритмів для побудови діагностичних моделей аналогових й цифрових блоків.
3. Побудова діагностичних моделей аналогових й цифрових блоків.
4. Розробка алгоритмів для побудови діагностичних тестів аналогових й цифрових блоків.
5. Розробка алгоритмів визначення діагностичних параметрів.
6. Визначення верхніх і нижніх границь діагностичних параметрів $U_{\text{етв}}$ і $U_{\text{етн}}$.

Результатом першого етапу являється діагностичний паспорт радіоелектронного блока, до якого входять:

- а) діагностичний номер блока;
- б) верхні і нижні границі діагностичних параметрів $U_{\text{етв}}$ і $U_{\text{етн}}$;
- в) алгоритм підключення блока до АА СТД;
- г) алгоритм контролю технічного стану;
- д) алгоритм локалізації несправного РЕК блока.

Діагностичний паспорт записується в ППЗУ АА СТД.

Другий етап проводиться під час діагностування блока радіоелектронного блока. Він виконується в наступній послідовності:

1. Установка радіоелектронного блока в АА СТД і його ініціалізація.
2. Установка АА СТД в робочий стан.
3. Подача діагностичного тесту на блок.
4. Зняття діагностичних параметрів $U_{\text{вим}}$.
5. Порівняння значень діагностичних параметрів $U_{\text{вим}}$ з верхньою і нижньою границями $U_{\text{етв}}$ і $U_{\text{етн}}$.

6. Прийняття рішення про технічний стан блока.

7. Подача тесту локалізації несправного РЕК у випадку несправного ТС блока.

8. Визначення несправного РЕК.

Результатом другого етапу та всієї методики в цілому являється визначення технічного стану блока. У випадку несправного ТС блока - локалізація несправного РЕК.

Ефект від впровадження методики полягає в скороченні числа діагностичних параметрів, зменшення часу діагностування, скороченні апаратної частини АА СТД та зменшенні вартості діагностування при виконанні вимог до його вірогідності.

Наукова новизна методики полягає в тому, що в її основу покладено нові науково обґрунтовані динамічний, енергодинамічний та електромагнітний методи отримання та обробки діагностичної інформації, алгоритми побудови діагностичних моделей аналогових й цифрових блоків, нові алгоритми побудови діагностичних тестів. Це відрізняє запропоновану методику від відомих та дозволяє автоматизувати процес діагностування аналогових й цифрових блоків.

Висновки

Розроблена узагальнена методика діагностування аналогових й цифрових пристроїв блоків РЕТ автономною автоматизованою системою технічного діагностування дає можливість автоматизувати процес побудови діагностичних моделей та діагностичних тестів. Дана методика дозволяє автоматизувати процес діагностування блоків РЕТ, значно зменшує (в 4,0...4,5 рази) середній час відновлення об'єктів РЕТ та підвищує коефіцієнт готовності об'єктів РЕТ на 6...10%. Також зменшується ціна відновлення блоків РЕТ в 5-6 раз і дозволяє використовувати при експлуатації РЕТ обслуговуючий персонал низької кваліфікації.

Література

1. Шкуліпа П.А. Проблема розробки інформаційних технологій для побудови автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів радіоелектронної техніки // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України імені Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2012. – № 58, ч.ІІ – С.165 – 166.
2. Шкуліпа П.А. Основні напрямки розвитку автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів радіоелектроніки // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький, 2012. – № 6.– С.192 – 194.
3. Шкуліпа П.А. Методика проведення діагностування аналогових пристроїв динамічним методом // Збірник наукових праць Військового інституту Київського

- національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2012. – № 38. – С.106 – 110.
4. Шкуліпа П.А. Алгоритм побудови діагностичної моделі транзистора в режимі відсічки для енергодинамічного методу діагностування // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2013. – № 39. – 229.
5. Ленков С.В. Обґрунтування способу зняття діагностичної інформації для електромагнітного методу діагностування радіоелементів у складі радіоелектронних пристроїв / С.В. Ленков, П.А. Шкуліпа // «Наука і техніка Повітряних сил Збройних Сил України. Системний аналіз. - Харків, – 2012. – Вип.3(9) – С.137 – 139.

Рассматривается применение информационных технологий для построения автономной автоматизированной системы технического диагностирования радиоэлектронных блоков. Разработана обобщенная методика диагностирования автономной автоматизированной системой технического диагностирования. В основу методики положены новые научно-обоснованные динамический, энергодинамический и электромагнитный методы получения и обработки диагностической информации, алгоритмы построения диагностических моделей аналоговых и цифровых блоков, алгоритмы построения диагностических тестов. Полученные результаты дают возможность автоматизировать процесс построения диагностических моделей и диагностических тестов.

Ключевые слова: диагностическая модель, тест, алгоритм.

Considers the application of the information technology to building of the technical diagnostics autonomous automated system of the electronic blocks. The generalized method of diagnosing by the autonomous automated system of technical diagnosis was developed. The method is based on the new science-based dynamic, energodynamic and electromagnetic methods of obtaining and processing of the diagnostic information, algorithms to building of the diagnostic models of analog and digital blocks, algorithms to building of the diagnostic tests. The results make it possible to automate the process of building diagnostic models and diagnostic tests.

Key words: a diagnostic model, a test, an algorithm.