

ПОБУДОВА ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО БЛОКУ ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО МЕТОДУ

Розглядаються етапи побудови діагностичної моделі радіоелектронного блоку для динамічного методу діагностування. Динамічний метод дозволяє зменшити число діагностичних параметрів і число контрольних точок. Діагностична модель дає можливість визначати діагностичні параметри радіоелектронного блоку на стадії проектування.

Ключові слова: динамічний метод, технічний стан, діагностичний параметр

Вступ. У даний час складність задачі контролю технічного стану й діагностики об'єктів радіоелектронної техніки (РЕТ) обумовлена підходом до їх побудови як децентралізованої системи. Це, з одного боку, дозволяє підвищити їх надійність за рахунок того, що вихід з ладу одного блоку, як правило, не приводить до виходу з ладу решти блоків, але, з другого боку, істотно ускладнює контролю технічного стану системи в цілому. Не дивлячись на те, що цей підхід в більшості випадків себе виправдовує, особливо з точки зору економіки, але з погляду розробки системи контролю технічного стану об'єктів РЕТ він являє собою цілий ряд труднощів.

Широке розповсюдження отримало використання в складі блоків об'єктів РЕТ вбудованих систем контролю й діагностики. Проте їх практичне використання обмежене через відсутність теорії, здатної автоматизувати процес створення діагностичних моделей, алгоритмів побудови тестів, алгоритмів контролю технічного стану і діагностування.

Аналіз стану проблеми. Стрімкий розвиток мікроелектроніки та інформаційних технологій потребує від конструкторів і виробників сучасних автономних автоматизованих систем технічного діагностування розробки нових методів отримання та обробки діагностичної інформації для визначення технічного стану об'єктів радіоелектронної техніки [1, 2]. Існуюче протиріччя між принциповою можливістю побудови високоефективних автономних автоматизованих систем технічного діагностування на основі використання останніх досягнень в області мікроелектроніки і низькою ефективністю існуючих автономних автоматизованих систем технічного діагностування в об'єктах РЕТ пропонується вирішити створенням сучасних АА СТД на основі нових методів отримання та обробки діагностичної інформації. Однією з задач при створенні сучасних АА СТД являється задача автоматизації процесу створення діагностичних моделей, алгоритмів побудови тестів, алгоритмів контролю технічного стану і локалізації несправних радіоелектронних компонентів..

Постановка задачі. Тому в роботі поставлена та розв'язана нова науково-практична задача, яка полягає у впровадженні інформаційних технологій для побудови діагностичної моделі радіоелектронного блоку для динамічного методу, що дає можливість визначати діагностичні параметри радіоелектронного блоку на стадії проектування.

Основна частина. Для отримання достовірної й повної інформацію про якість динамічного блоку доцільно застосувати динамічний метод діагностування, за допомогою якого можна виявити питому вагу окремих діагностичних параметрів і їхній вплив на роботу всієї системи. При цьому істотно скорочується час діагностування при збереженні заданої достовірності [3, 4]. У загальному випадку динамічний контроль системи зводиться до аналізу її реакції на безперервний вхідний вплив $1(t)$. Оптимальним із цього погляду було б використання в якості стимулюючого сигналу реального експлуатаційного сигналу. Проте для уніфікації процесу контролю великої кількості різних систем автоматичного управління доцільно застосувати стандартні (типові) сигнали.

Суть динамічного методу діагностування радіоелектронних блоків об'єктів РЕТ, що працюють як система автоматичного управління, полягає в тому, що в якості діагностичних

параметрів використовується показники якості перехідного процесу, що вимірюються на виході цих блоків [2].

Теоретичні дослідження показали, що по ДМ можна визначити перехідному процесу (ПП) динамічного блоку й по ньому визначити необхідні показники якості (ПЯ). Побудова ПП по ДМ у процесі експлуатації досить складна. Тому для одержання ПП пропонується використати метод простору станів. При діагностуванні динамічного блоку динамічним методом необхідно знайти значення ПЯ перехідного процесу на його виході, коли на вхід динамічного блоку подається одинична функція $1(t)$. Для цього необхідно побудувати таку діагностичну модель, яка дозволяла визначати його реакції в контрольній точці при відомих тестових впливах. Тому необхідно побудувати узагальнену діагностичну модель динамічного блоку. Для рішення цього завдання найбільш доцільно визначити модель в аналітичному вигляді.

Узагальнена структурна схема динамічного блоку може бути представлена у вигляді динамічних ланок. Принцип побудови ДМ розглянемо на прикладі динамічного блоку, функціональна схема якого наведена на рис. 1. Для спрощення введемо обмеження: навантаження всіх елементів активні (R).

На першому етапі динамічний блок представляється функціональною схемою. На основі аналізу функціональної схеми динамічного блоку проводиться його декомпозиція. В основі декомпозиції лежить принцип побудови одномірних шляхів. Кожен одномірний шлях являє собою, як правило, один вхід і один вихід. Елементи в одномірному шляху можуть бути з'єднані довільним способом. Надалі одномірний шлях будемо називати елементарним модулем. У результаті декомпозиції отримаємо функціональні схеми першого (рис. 2) і другого (рис. 3) елементарних модулів.

На другому етапі функціональні схеми елементарних модулів перетворюються функціональні схеми динамічних модулів за допомогою введення зворотних зв'язків для забезпечення формування на їх виходах перехідних процесів. Для цього використовується розроблена методика аналізу динамічного блоку із заданою якістю перехідного процесу рис. 4 і рис. 5.

На третьому етапі функціональні схеми отриманих динамічних модулів представляються алгоритмічною схемою у вигляді з'єднання динамічних ланок. Для кожного динамічного модуля синтезується діагностичний модуль.

Проведемо синтез діагностичного модуля для першого динамічного модуля. Для кожного складового елемента, що входить до складу першого динамічного модуля, визначаються передаточні функції. Після цього за функціональною схемою динамічного модуля будується структурна схема, на якій його складові елементи представляються у вигляді з'єднання динамічних ланок (рис. 6) з від'ємним зворотнім зв'язком. При

$1 \gg \left[K_1 \frac{K_2 K_3 K_4}{p \ 1+T_1 p \ 1+T_2 p} \right]$ отримаємо спрощену структурну схему першого елементарного модуля у вигляді (рис. 7) без від'ємного зворотного зв'язку.

На четвертому етапі за структурною схемою (рис. 7) будується схема в змінних стану структурним методом – рис. 8. Для проведення повної перевірки динамічного модуля необхідно подавати на вхід сигнал у вигляді одиничної функції $1(t)$.

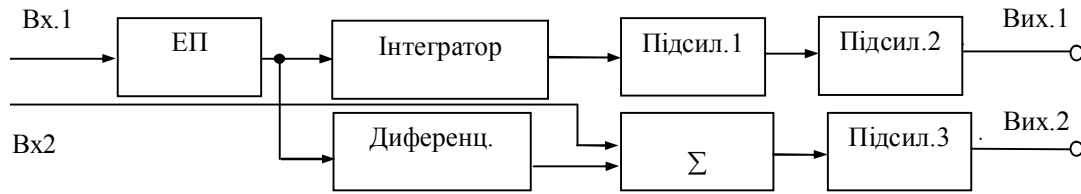


Рис. 1. Функціональна схема динамічного блоку

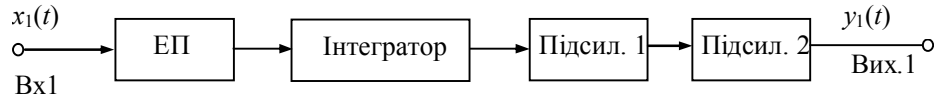


Рис. 2. Функціональна схема першого елементарного модуля

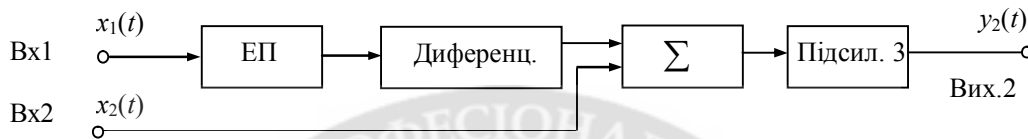


Рис. 3. Функціональна схема другого елементарного модуля



Рис. 4 Функціональна схема першого динамічного модуля



Рис. 5. Функціональна схема другого динамічного модуля

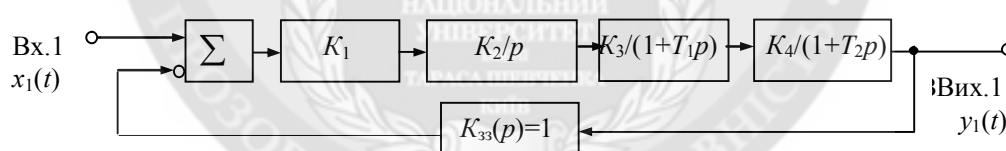


Рис. 6. Структурна схема першого діагностичного модуля в вигляді з'єднання динамічних ланок з від'ємним зворотнім зв'язком

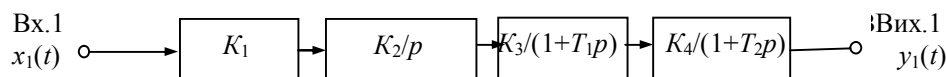


Рис. 7. Спрощена структурна схема першого діагностичного модуля в вигляді з'єднання динамічних ланок без від'ємного зворотного зв'язку

Якщо всі елементи динамічного модуля працюють у лінійному режимі, то достатньо отримати ДМ динамічного модуля для імпульсу однієї полярності, а результат для імпульсу іншої полярності прийняти як інверсне значення для першого. Для рішення завдання визначення ДМ зовнішній вхідний вплив представляється схемою змінних станів.

На *n'ятому етапі* буде створена розширена схема змінних стану першого динамічного модуля, у якій вхідний сигнал і досліджувана система розглядаються спільно рис. 9. При використанні розширеної схеми в змінних стану матриці B і D дорівнюють нулю. Тому необхідно знайти розширені матриці A_p і C_p . Припустимо, що система лінійна й на вхід подаємо тільки позитивний імпульс. За розширеною схемою в змінних стану першого динамічного модуля складемо систему рівнянь стану.

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1 &= -\frac{1}{T_2} x_1 + \frac{1}{T_2} x_2 + 0x_3 + 0x_4 \\ \dot{x}_2 &= -1 x_1 - \frac{1}{T_1} x_2 + \frac{1}{T_1} x_3 + 0x_4 \\ \dot{x}_3 &= 0 x_1 + 0x_2 + 0x_3 + K_1 K_2 K_3 K_4 x_4 \\ \dot{x}_4 &= 0 x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Вихідний вектор $\vec{Y}^T(t) = [y_1(t), y_2(t), \dots, y_p(t)]$ має чотири складові: $y_1(t) = x_1(t)$, $y_2(t) = x_2(t)$, $y_3(t) = x_3(t)$,

$$y_4(t) = x_4(t), \text{ рівняння виходу являє собою систему } \left. \begin{aligned} y_1 &= 1x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 \\ y_2 &= -1x_1 + 1x_2 + 0x_3 + 0x_4 \\ y_3 &= 0x_1 + 0x_2 + 1x_3 + 0x_4 \\ y_4 &= 0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

а розширені матриці A_p і C_p мають вигляд

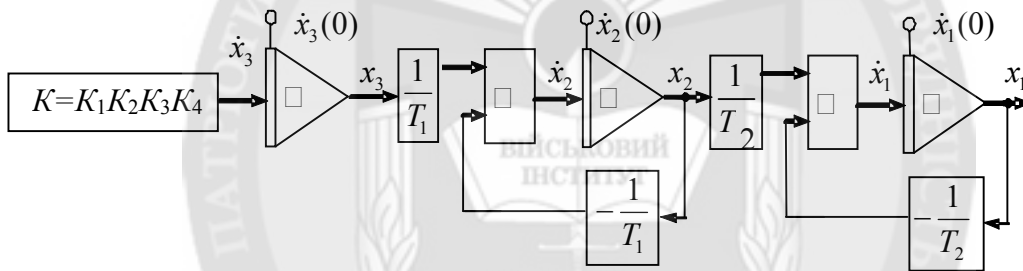


Рис. 8. Структурна схема в змінних стану першого динамічного модуля

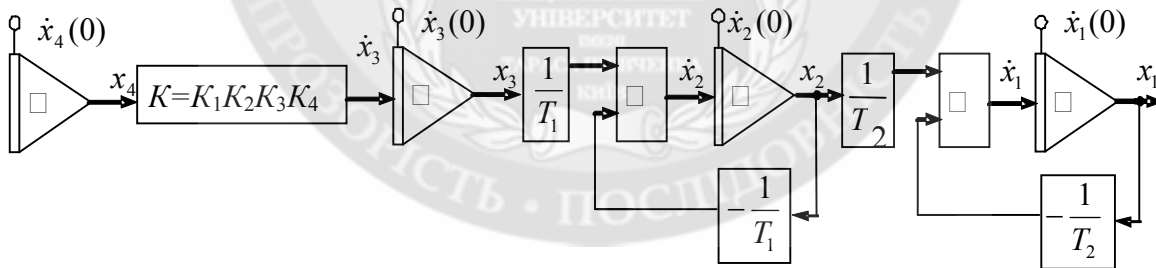


Рис. 9. Розширена структурна схема в змінних стану

$$A_p = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_2} & \frac{1}{T_2} & 0 & 0 \\ -1 & -\frac{1}{T_1} & \frac{1}{T_1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & K_1 K_2 K_3 K_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad C_p = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Рівняння стану першого динамічного модуля являють собою наступну систему

$$\left. \begin{aligned} \vec{X}(t) &= A_p \vec{X}(t) \\ \vec{Y}(t) &= C_p \vec{X}(t) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

На *n'ятому етапі* визначається діагностична модель динамічного блока у вигляді

перехідного процесу на його виході $y(t)$, по якому визначаються показники якості перехідного процесу системи. Для цього вирішується система диференціальних рівнянь (4). У результаті одержимо значення сигналів на виходах складових елементів першого динамічного модуля у вигляді вектора виходу системи

$$y(t) = \bar{Y}^T(t) = [y_1(t), y_2(t), y_3(t), y_4(t)]. \quad (5)$$

Вирази (1) і (5) являються діагностичною моделлю динамічного модуля.

У такий же спосіб отримується ДМ для другого динамічного модуля.

Діагностична модель динамічних модулів для випадку, коли на їхній вхід подається негативний імпульс будується аналогічно шляхом внесення відповідних змін у розширені матриці A_p і C_p . Сукупність діагностичних моделей динамічних модулів являється діагностичною моделлю динамічного блока у цілому. Матриці A_p і C_p являються вихідними для існуючих програм при рішенні рівнянь (1) і (5). Результатом рішення являється перехідна функція. Сукупність діагностичних моделей динамічних модулів є діагностичною моделлю динамічного блока.

Відмінність розробленої діагностичної моделі динамічного блока від існуючих полягає в тому, що вона побудована на основі використання передаточних функцій і дозволяє контролювати динамічний блок по показниках якості перехідного процесу.

Таким чином, розроблено етапи побудови діагностичної моделі динамічного блока для динамічного метода діагностування. Наукова новизна полягає в тому, що вперше на основі алгоритму аналізу динамічного блока побудована його діагностична модель, в якій використані в якості діагностичних параметрів показники якості перехідного процесу. Це дає можливість зменшити кількість діагностичних параметрів, час діагностування і вартість автономних автоматизованих систем технічного діагностування радіоелектронних блоків.

Висновок. Таким чином, розроблено етапи побудови діагностичної моделі динамічного блока для динамічного метода діагностування. Динамічний метод дозволяє: зменшити число діагностичних параметрів; зменшити число контрольних точок до однієї; істотно знизити час діагностування; забезпечити необхідну достовірність діагностування й необхідну чутливість до зміни технічного стану динамічного пристрою; істотно спростити конструкцію автономних автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів РЕТ.

Наукова новизна полягає в тому, що вперше на основі алгоритму аналізу динамічного блока побудована його діагностична модель, в якій використані в якості діагностичних параметрів показники якості перехідного процесу. Це дає можливість зменшити кількість діагностичних параметрів, час діагностування і вартість автономних автоматизованих систем технічного діагностування радіоелектронних блоків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Шкуліпа П.А. Шляхи і методи підвищення ефективності автономних автоматизованих систем технічного діагностування радіоелектронних пристроїв спеціального призначення / Шкуліпа П.А., Жердев М.К., Ленков С.В., Гунченко Ю.О. // Журнал «Сучасна спеціальна техніка», 2012. – № 3(30). – С 69 – 74.
2. Шкуліпа П.А., Жердев М.К., Ленков С.В., Креденцер Б.П. Автономні автоматизовані системи технічного діагностування радіоелектронної техніки: моделі, методи, тести. Монографія. – Одеса, Вид-во ВМВ, 2013. – 253 с.
3. Жердев М.К. Область працездатності аналогового пристрою для динамічного методу діагностування / Жердев М.К., Жиров Г.Б., Шкуліпа П.А. // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки. – К., 2012. – №29. – С. 5 – 8.
4. 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.

Рецензент: д.т.н., проф. Ленков С.В., начальник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка

к.т.н. Шкулипа П.А., д.т.н., проф. Толубко В.Б., к.т.н., с.н.с. Жиров Г.Б.
**ПОСТРОЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО
БЛОКА ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО МЕТОДА**

Рассматриваются этапы построения диагностической модели радиоэлектронного блока для динамического метода диагностирования. Динамический метод позволяет уменьшить число диагностических параметров и число контрольных точек. Диагностическая модель дает возможность определять диагностические параметры радиоэлектронного блока на стадии проектирования.

Ключевые слова: динамический метод, техническое состояние, диагностический параметр.

P. Shkulipa A, V. Tolubko, G. Zhirov.
**BUILDING A DIAGNOSTIC MODEL RADIOELECTRONIC
UNIT FOR DYNAMIC METHOD**

The stages of construction of the diagnostic model for the electronic unit of the dynamic method of diagnosis. Dynamic method can reduce the number of diagnostic parameters and the number of control points. Diagnostic model enables to determine the diagnostic parameters electronic unit at the design stage.

Keywords: dynamic method, the technical condition, the diagnostic parameter

