

УДК 621.396

**МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ НЕСТАБІЛЬНОСТІ  
ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ  
ФУНКЦІОНУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

С.В. Кукобко<sup>1</sup>, О.Г. Ветошкін<sup>1</sup>, С.В. Герасимов<sup>2</sup>; О.В. Гречка<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Україна*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил*

*ім. І. Кожедуба, Україна*

В процесі експлуатації характеристики радіотехнічних систем (РТС) піддаються різним змінам. Ці зміни носять випадковий характер і можуть привести до відмов, тобто до неможливості РТС виконувати свої функції [1].

Крім того, поступова зміна похибок засобів контролю дозволяє ввести декілька станів справності з різними рівнями ефективності функціонування, які обумовлені ступенем наближення похибки засобів вимірювальної техніки до допустимих граничних значень. Це, в свою чергу, призводить до неможливості визначення достовірних параметрів функціонування засобів контролю – РТС. При цьому можливе зниження достовірності контролю технічного стану РТС, яке викликане помилками

першого та другого роду [2]. Така задача особливо актуальна для вбудованих засобів контролю, які експлуатуються в складі РТС. До таких, наприклад, належать радіолокаційні станції різного призначення, комплекси автоматизованого управління та передачі даних тощо. Недостовірні (помилкові) показання засобів контролю можуть привести до прийняття невірних висновків про технічний стан РТС, що може привести до виникнення аварійної (нештатної) ситуації під час функціонування такої системи.

В доповіді показано вирішення актуальної задачі, зв'язаної з дослідженням закону розподілу нестабільності характеристик засобів контролю, які призначені для визначення технічного стану РТС. Визначення основних характеристик закону розподілу нестабільності характеристик засобів контролю дозволяє підвищити ефективності експлуатації РТС за рахунок своєчасного виявлення несправностей і прогнозування їх реального технічного стану.

При оцінюванні стану параметра контролю РТС за його значенням порівнюються абсолютні значення верхньої  $X_в$  і нижньої  $X_н$  границі допусків на параметр контролю  $X$ . Контроль технічного стану РТС проводиться шляхом порівняння абсолютного значення параметра  $X$  з його допусками  $X_в$  і  $X_н$ .

Для простоти розрахунків будемо вважати, що стани параметрів різномовірні та значення всіх величин задаються з абсолютною похибкою. Тоді інформація, що одержана при контролі одного параметра, дорівнює:

$$I_1 = \log_2 \frac{X}{\varepsilon}, \quad (1)$$

де  $A$  – абсолютне значення параметра контролю;  $\varepsilon = X_в - X_н$ .

Інформація, що отримується на кожен параметр контролю, дорівнює відповідно (1):

$$I_{n1} = \log_2 \frac{X_в}{\varepsilon} + \log_2 \frac{X_н}{\varepsilon} = \log_2 \left( \frac{X_в X_н}{\varepsilon^2} \right). \quad (2)$$

Тоді інформація, що отримується за результатами контролю, згідно виразів (1) і (2), дорівнює:

$$I_{p1} = I_1 + I_{n1} = \log_2 \left( X \frac{X_в X_н}{\varepsilon^3} \right). \quad (3)$$

При контролі технічного стану РТС проводиться порівняння абсолютного значення відхилення параметра  $\Delta X$ , яке розраховується в засобі контролю, з абсолютними значеннями верхнього  $X_в$  і

нижнього  $X_n$  допусків на ці відхилення [3]. Відхилення параметра контролю від номіналу дорівнює:

$$\Delta X = X - X_0,$$

де  $X$  – дійсне значення параметра;  $X_0$  – номінальне значення параметра.

Номінальне значення параметра також вводиться в засіб контролю. Далі рееструються відхилення параметра від номіналу та допуски на ці відхилення. Інформація, яка отримана при вимірюванні одного параметра, дорівнює:

$$I_2 = \log_2 \frac{\Delta X}{\varepsilon}$$

Інформація, що отримується на кожен параметр контролю та виводиться для порівняння до засобу контролю, дорівнює:

$$I_{n2} = \log_2 \frac{X_0}{\varepsilon} + \log_2 \frac{X_\varepsilon}{\varepsilon} + \log_2 \frac{X_n}{\varepsilon} = \log_2 \frac{X_0 X_n X_\varepsilon}{\varepsilon^3}$$

Спосіб оцінки за абсолютним значенням відхилення параметра від номіналу буде більш економічним способом оцінки за абсолютним значенням параметра щодо обсягу інформації, що отримується за результатами контролю, якщо  $I_{n2} \leq I_{n1}$ , тобто при:

$$\frac{X_0 X_\varepsilon X_n}{\varepsilon^3} \leq X_\varepsilon X_n \quad (4)$$

Якщо покласти  $|X_\varepsilon| = |X_n| = X_0$ , то нерівність (4) дотримується,

$$X_\varepsilon < \frac{X_0}{\sqrt{\frac{X_0}{\varepsilon} + 1}} \quad \text{якщо:} \quad \text{Так як звичайно} \quad \frac{X_0}{\varepsilon} \geq 1, \quad \text{то:} \quad X_0 \leq \sqrt{\varepsilon X_0}$$

Отриманий при цьому вираз в інформації про технічний стан РТС дорівнює:

$$\Delta I_n = I_{n1} - I_{n2} = \log_2 \left( \frac{\varepsilon X_\varepsilon X_n}{A_0 \Delta X_\varepsilon \Delta X_n} \right) = \log_2 \left[ \frac{\varepsilon X_\varepsilon X_n}{X_0 (\Delta X_0)^2} \right]$$

Розглянемо приклад. Якщо  $X_0 = 10B$ ,  $\Delta X_0 = 0,1B$ , то другий спосіб оцінки економічніший першого за обсягом інформації, що отримується при контролі технічного стану РТС при  $X < 1B$ . Вираз в інформації, яка отримана за результатами контролю параметрів РТС при використанні оцінки за відхиленням параметра від номіналу,

дорівнює:

$$\Delta I_p = I \log_2 \left( \frac{X_0 X_e X_n}{\Delta X \Delta X_e \Delta X_n} \right)$$

При оцінці стану параметра за величиною відношення відхилення параметра від номіналу до його номінального значення спочатку

$$\delta X = \frac{\Delta X}{X_0} = \frac{X - X_0}{X_0}$$

розраховується відношення:

Потім це відношення порівнюється з відносними значеннями верхнього  $\delta X_e$  і нижнього  $\delta X_n$  допусків, які вводяться до засобу контролю. Реєструються відношення відхилення параметрів від номіналу та допуски на це відхилення. Цей спосіб оцінки рівноцінний способу оцінки за абсолютним значенням відхилення параметра від номіналу щодо обсягу введеної та виведеної інформації. Відносна форма реєстрації даних може полегшити їх огляд, однак досягається це введенням у систему контролю операції ділення, що ускладнює засіб контролю [4].

У разі, коли датчики засобу контролю сконструйовані таким чином, що з них видається відхилення параметра від номіналу  $\Delta X$ , оцінку стану параметра можна виконати шляхом порівняння одержуваного відхилення  $\Delta X$  з верхнім  $\Delta X_e$  і нижнім  $\Delta X_n$  допусками на це відхилення, які вводяться до засобу контролю [4].

Очевидно, що цей спосіб найбільш економічний за обсягом інформації, що отримується при контролі технічного стану РТС. Крім того, при використанні цього способу найбільш просто сконструювати засіб контролю. Недолік методу полягає в тому, що потрібно встановлювати спеціальні датчики-перетворювачі [5]

Результати дослідження впливу інтенсивності дрейфу характеристик засобів контролю, виду закону розподілу нестабільності їх характеристик в процесі контролю параметрів роботи РТС дозволять розрахувати математичну залежність ефективності експлуатації таких систем від нестабільності характеристик засобів контролю. Таким чином, маючи закон зміни нестабільності характеристик вбудованих до РТС засобів контролю, можна досить точно визначити час проведення контролю технічного стану РТС з метою своєчасного визначення їх справності або несправності. Це дозволить, при необхідності, оперативно проводити регулювання, ремонт або заміни несправних блоків. Тобто, буде підвищена достовірність контролю параметрів функціонування РТС, що підвищить ефективність їх функціонування та безаварійну експлуатацію.

## Література

1. Герасимов С.В., Баранік О.М. Комплексний метод оцінки ефективності застосування автоматизованої контрольно-діагностичної апаратури для контролю технічного стану авіаційних ракет класу «повітря – поверхня» // Зб. наук. пр. Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – Вип. 5 (54). – С. 150-154.
2. Герасимов С.В., Грідіна В.В. Методика обґрунтування номенклатури параметрів контролю радіотехнічних систем і призначення їх допустимих відхилень // Системи обробки інформації. – Х.: ХНУПС. – 2018. – Вип. 2 (153). – С. 159-164.
3. Герасимов С.В., Рощупкін Є.С. Теоретические основы оценки ошибок значений сигналов с гармонически меняющимися параметрами // Озброєння та військова техніка. – 2018. – Вип. 2 (18). – С. 43-49.
4. Герасимов С.В., Баранік О.М. Вибір показників для оцінювання технічного стану авіаційного ракетного озброєння // Озброєння та військова техніка. – 2017. – Вип. 3 (15). – С. 26-29.
5. Асавалюк А.В., Герасимов С.В., Рощупкін Є.С. Похибки визначення повного вектора швидкості в єдиній прямокутній системі координат системою оглядових станцій радіолокації з різною точністю // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХНУПС. – 2017. – Вип. 2 (50). – С. 53-56.