

УДК 621.396

## **МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗРАЗКІВ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

Іохов О. Ю., Манько А. В. (iohov@ukr.net)

Національна академія Національної гвардії України (Україна)

Кухтін М. О. (gsvnr@ukr.net)

Національний технічний університет —Харківський політехнічний інститут<sup>1</sup> (Україна)

*Обґрунтовано вплив точності оцінювання коефіцієнта готовності засобів вимірювання на достовірність контролю технічного стану зразків складних систем. З метою підвищення ефективності контролю технічного стану зразків складних систем запропоновано оцінювати якість (надійність, точність) оцінки коефіцієнта готовності засобів вимірювання. Для побудови моделі запропоновано використовувати імовірнісно-статистичний метод, змістом якого є оцінка ефективності контролю за технічним станом зразків складних систем під час експлуатації.*

За результатами проведеного аналізу контрольно-діагностичних робіт при контролі технічного стану зразків складних систем виділено наступні недоліки [1, 2]:

розробники (виробники) складних систем створюють, як правило, контрольно-діагностичні засоби для контролю технічного стану зразків власного виробництва, універсальні системи моніторингу для зразків інших моделей не розробляються;

контроль (моніторинг) технічного стану зразків складних систем із залученням спеціалізованих контрольно-діагностичних стендів (комплексів) здійснюється як правило на підприємствах або спеціалізованих центрах.

У доповіді запропоновано модель оцінювання достовірності контролю технічного стану зразків складних систем із застосуванням методів імовірісно-статистичного та спектрального аналізу [3]. Для цього використано набір сигналів завідомо справних зразків (еталонні сигнали) та сигнали вібродіагностування та складові спектру вібросигналів зразків, які тестуються (контролюються). Особливістю моделі є розроблений метод оцінювання спектральної щільності потужності при спектральному аналізі випадкових сигналів, які пропонується використовувати при контролі технічного стану рухомих елементів зразків складних систем (двигунів, ходової частини тощо) [4, 5].

Наведено результати імовірісно-статистичного аналізу відомих методів спектрального аналізу, які запропоновано об'єднати у наступні чотири взаємопов'язані групи:

метод часового усереднення квадрата фільтрованої реалізації випадкового вимірювального сигналу ("фільтровий метод");

метод усіченого перетворення Фур'є оцінки кореляційної функції реалізації випадкового вимірювального сигналу;

метод усереднення коефіцієнтів Фур'є реалізації випадкового вимірювального сигналу за частотами;

метод часового усереднення квадратів коефіцієнтів Фур'є реалізації випадкового вимірювального сигналу.

Запропоновано метод оптимізації функції спектрального вікна (спектральної або частотної характеристики) вузько-смугового фільтра для спектрального аналізу випадкових вимірювальних сигналів за середньоквадратичним критерієм, тобто мінімуму середньоквадратичної похибки апроксимації ідеальної (прямокутної) функції фільтра. Наведено отримані вихідні співвідношення для імпульсної перехідної характеристики фільтра при використанні методу множення оцінювання характеристик спектральної щільності потужності у вимірювальному сигналі.

Показано, що для методу безпосередньої фільтрації оцінювання характеристик спектральної щільності потужності оптимальна імпульсна характеристика в загальному вигляді не може бути отримана при використанні відносно простих вимірювальних приладів (засобів спектрального аналізу із функцією накопичення та обробки результатів вимірювання). Тому розроблено метод оптимізації функції спектрального вікна вузько-смугових фільтрів для спектрального аналізу випадкових сигналів за розрахунками мінімумів впливу бічних пелюсток функції спектрального вікна на похибку оцінювання характеристик спектральної щільності потужності.

Обґрунтовано вплив точності оцінки коефіцієнту готовності засобів спектрального аналізу на достовірність контролю технічного стану зразків складних систем. Це дозволило сформулювати пропозиції щодо підвищення коефіцієнту готовності достовірності контролю технічного стану зразків складних систем. Для підвищення ефективності контролю технічного стану зразків складних систем пропонується оцінювати якість (достовірність, точність) оцінки коефіцієнту готовності засобів вимірювання (вимірювальних приладів). При цьому рішення завдання оцінювання технічного стану зразків складних систем експериментальними і статистичними методами у силу часових обмежень є надто складним. Тому оцінювання коефіцієнту готовності засобів вимірювання як для існуючих, так і для перспективних зразків, пропонується здійснити за допомогою математичного моделювання процесів вимірювального контролю зразків складних систем при використанні засобів спектрального аналізу, які застосовуються при контролі.

Запропонована модель вимірювального контролю технічного стану зразків складних систем дозволяє також оцінювати коефіцієнт готовності засобів вимірювання (вимірювальних приладів) і розраховувати його вплив на достовірність контролю технічного стану зразків складних систем. Для побудови моделі пропонується використати імовірісно-статистичний метод, зміст якого полягає у оцінюванні ефективності контролю технічного стану зразків складних систем при експлуатації.

### Список використаної літератури

[1]. *Dzhus V., Roshchupkin Y., Kukobko S. et al.* Estimation of Noise Radiance Point Sources Multichannel Direction Finding Systems Resolution by Linear Prediction Method, *Information Processing Systems*, 2021, Issue 4 (167), P.p. 19-26, DOI: <https://doi.org/10.30748/soi.2021.167.02>.

[2]. *Herasymov S., Soroka V., Milevskiy S. et al.* Development of a Method for Digital Synthesis of Electrical Signals with a Normalized Harmonic Coefficient, 5th International Congress on Human-

Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Turkiye, 2023, pp. 1-5, DOI: <https://doi.org/10.1109/HORA58378.2023.10156678>.

[3]. *Герасимов С. В., Гаценко Л. В.* Моделювання генерації сигналів спеціальної форми для контролю технічного стану радіоелектронного обладнання, Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2022): матеріали тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції, 2022, Т. 2, С. 176.

[4]. *Herasimov S., Roshchupkin E.* Parameters of monitoring the technical condition of airspace radio engineering monitoring systems, Міжнародна науково-практична конференція «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку», 2022, С. 31-32.

[5]. *Бойко В. М., Ноженко О. М., Меркулов О. А.* Дослідження аспектів нормативно-правового забезпечення організації та проведення метрологічної експертизи документації на виробі озброєння та військової техніки, Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2021, 4(70), С. 95-104, DOI: <https://doi.org/10.30748/zhups.2021.70.14>.