

УДК 681.518.5

**Віктор Вікторович Вишнівський,
Юлія Василівна Кожедуб**

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ І ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ОБ'ЄКТІВ РЕЗО

Вступ. Головним завданням командування Збройних Сил України є зміцнення обороноздатності країни за рахунок підтримання високої бойової готовності усіх видів і родів військ. У сучасних умовах це може бути досягнуто, з одного боку, шляхом раціонального використання виділених державою коштів, а з іншого — забезпеченням високої ефективності експлуатації об'єктів радіоелектронних засобів озброєння (РЕЗО).

Об'єкти РЕЗО — поєднання модулів різного фізичного виконання й призначення. Технічні системи, які з'явилися спочатку в авіабудуванні й космонавтиці, знаходять в них своє застосування, тому сучасні об'єкти РЕЗО є складними технічними системами, які поєднують модулі і механізми різного призначення й виконання (електронні схеми, двигуни, датчики, програмне забезпечення і т. ін.).

Однією з основних вимог, які висувають до об'єктів РЕЗО на етапі експлуатації, є забезпечення їх високої надійності [1]. Надійність об'єктів РЕЗО оцінюють коефіцієнтом готовності, який визначають не тільки нарбітком на відмову, а й тривалістю відновлення. Складовою частиною тривалості відновлення є час контролю за технічним станом об'єктів радіоелектронних засобів озброєння. Зниження тривалості контролю за технічним станом при мінімальних затратах, а також підвищення його достовірності можливі через удосконалення засобів контролю технічного стану цих об'єктів з використанням інформаційних технологій, тому необхідно проводити дослідження з метою розроблення нових ефективних принципів, методів і засобів для створення сучасних систем контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО.

Постановка завдання. Завдання дослідження нових принципів і методів на основі використання останніх досягнень у сфері мікроелектроніки та інформаційних технологій, грунтуючись на яких можна удосконалити існуючі і створити нові ефективні засоби контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО з метою забезпечення заданого рівня надійності при

мінімальних економічних затратах є актуальними. Щоб визначити нові підходи до рішення вище наведених наукових завдань, проаналізуємо існуючі та перспективні системи контролю за технічним станом об'єктів радіоелектронних засобів озброєння. Сучасні системи контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО, крім вимог фіксації функціонування основних трактів, мають значно важливіші функції: перевірка працездатності за основними технічними параметрами, пошук і локалізація елементів РЕЗО, які відмовили, з індикацією відмови й автоматичним перемиканням на резервний комплект.

До систем контролю технічного стану існуючих об'єктів РЕЗО належать автономні вбудовані прилади із власними індикаторними пристроями для контролю за узагальненими параметрами або параметрами апаратури, які вимагають періодичного підстроювання. Часто використовують звичайні прилади загального застосування, які жорстко пов'язані з контролівною апаратурою (вимірювачами потужності, частотомірами, осцилографами та ін.), а також уніфіковані ремонтні модулі.

Викладення основного матеріалу. Проаналізуємо існуючі методи, які використовуються для контролю за об'єктами радіоелектронних засобів озброєння. До цих методів належать: методи параметричного, функціонального контролю, контролю за характеристиками вихідних сигналів і за показниками якості для аналогової частини і методи тестового контролю для цифрової частини об'єкта РЕЗО [1].

Ці методи мають такі недоліки.

У параметричному методі контролю у випадку, коли хоча б один параметр перебуває поза полями свого допуску, приймається рішення про непрацездатність системи. Параметричний метод оцінює працездатність системи вимірювання параметрів і порівнянням їх із допусками. Метод простий у технічній реалізації, але потребує використання великої кількості контрольних точок.

Для функціонального контролю характерні прості методики перевірки параметрів, неви-

сокі вимоги, які висувають до точності апаратури контролю, відносно малий час контролю системи. Однак у цьому разі не можна одержати кількісні оцінки, які б характеризували технічний стан системи. Під час контролю системи за характеристиками вихідних сигналів на вхід необхідно подавати стимулюючі сигнали, які потребують застосування додаткових генераторів.

Практичне застосування методу контролю за показниками якості не завжди можливе через труднощі встановлення для деяких типів систем аналітичних залежностей показника якості від параметрів, а також через складність технічної реалізації цього методу. У разі використання детермінованих методів діагностування цифрових ТЕЗ формується обмежений клас константних несправностей, характерних для інтегральних мікросхем. Проте для ТЕЗ із великою кількістю інтегральних мікросхем з високим ступенем інтеграції і функціональних зв'язків визначення всіх несправних станів і їх опис суттєво ускладнюється.

При використанні випадкового і псевдовипадкового тестування одним із найважливіших завдань під час перевірки працездатності об'єкта контролю є визначення повноти перебору вхідних комбінацій, через те, що невідомо, скільки псевдовипадкових чисел необхідно подати на об'єкт діагностування для перевірки його із заданою імовірністю. При цьому не гарантується подання перевірного тесту на входи всіх логічних елементів, а також відсутність можливості заздалегідь визначити, які логічні елементи при даній довжині тестової послідовності не перевіряються із заданою імовірністю.

Методи контролю, засновані на порівнянні з еталоном [2], мають практично такі ж самі недоліки, що і методи випадкового і псевдовипадкового тестувань.

Одним із сучасних методів контролю ТС цифрових ТЕЗ є периферійне сканування [3] (Boundary Scan). Сутність методу периферійного сканування полягає в обладнанні кожної IMC спеціалізованим тестовим портом. Порт включає чотири канали, які призначені для таких операцій: подання тесту, визначення режиму тестування, визначення тактової частоти тестування, одержання реакцій на тест. Периферійне сканування дозволяє контролювати ТС практично будь-якого ЕРК об'єкта діагностування. Недоліком методу є необхідність використання модернізованих IMC, що призводить до додаткових матеріальних витрат і збільшення вартості електронного устаткування на 30—40 %.

Наведені недоліки існуючих методів контролю за технічногім станом об'єктів РЕЗО обумовлені наступними причинами:

1. Суттєво підвищилася складність об'єктів РЕЗО, що спричиняє зменшення їх надійності.
2. Збільшились кількість і складність завдань, вирішуваних об'єктами РЕЗО.
3. Використовується велика кількість діагностичних параметрів для визначення технічного стану об'єктів РЕЗО.
4. Використовується велика кількість контролючих точок, в яких вимірюють різні діагностичні параметри під час контролю технічним станом об'єктів РЕЗО.
5. Підвищились вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу, що обумовлено як все більшою складністю об'єктів РЕЗО, так і швидкістю, з якою з'являються нові технічні рішення, і їх різноманітністю.
6. Темпи розвитку елементної бази випереджають темпи розроблення нових методів і засобів діагностування.
7. Недопустимо збільшилась вартість систем контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО.
8. Зросли вимоги до безпеки функціонування об'єктів РЕЗО.

Таким чином, проведений аналіз систем контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО дозволяє зробити висновок про те, що існуючі підходи до їх реалізації не відповідають сучасним вимогам до цього класу систем. Системи контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО, які побудовані на основі існуючих методів і методик, є малоекективними і не відповідають сучасним вимогам, визначаючи технічний стан об'єкта РЕЗО з точністю до системи, блока, групи ТЕЗ. Вимоги до обслуговуючого персоналу, який контролює технічний стан, досягли рівня, задовільняти який може дуже обмежена кількість спеціалістів. Всі ці чинники особливо важливі у Збройних Силах внаслідок того, що вона напряму пов'язана з безпекою для людей.

На сьогодні основними вимогами до таких систем є повне забезпечення об'єктивного контролю за технічним станом і можливість виявляти несправності до рівня неремонтованого елемента об'єкта РЕЗО.

Щоб забезпечити висунуті вимоги, дослідження систем контролю за технічним станом необхідно проводити за такими напрямами:

1. Забезпечення універсальності систем контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО за рахунок можливості вимірювання певних характеристик систем, що забезпечується наявністю універсальних інтерфейсів та наявністю універсальних алгоритмів управління.
2. Розроблення адаптивних математичних моделей, умовних алгоритмів діагностики для засобів контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО.
3. Розроблення інтуїтивних інтерфейсів взаємодії з обслуговуючим персоналом на основі штучного інтелекту [4].
4. Стандартизація та уніфікація складових частин об'єктів РЕЗО та самих систем контролю за технічним станом.
5. Створення банку даних про технічний стан об'єктів РЕЗО в цілому і їх складових частин, про внутрішню будову об'єктів РЕЗО і їх складових частин, а також про несправ-

- ності об'єктів РЕЗО і їх складових частин на основі статичних даних.
6. Прогнозування технічного стану об'єктів РЕЗО.
 7. Використання пошукових систем комп'ютерних мереж для знаходження існуючих математичних моделей, алгоритмів діагностики та засобів контролю за технічним станом для типових складових частин об'єктів РЕЗО.

Таким чином, необхідно створити єдину теорію, яка б поєднала в собі наведені напрями розвитку систем контролю за технічним станом і визначила нові ефективні принципи, методи і засоби автоматизованого й автоматичного контролю та пошуку елементів об'єкта РЕЗО, які відмовили.

Вирішення визначеного завдання можливе на основі використання нових принципів і методів фізики відмов, матеріалознавства, технічного діагностування, останніх досягнень у галузі мікроелектроніки та інформаційних технологій.

Висновки. На основі проведеного аналізу систем контролю за технічним станом сучасних об'єктів РЕЗО визначено основні напрями їх розвитку.

На сучасному етапі розвитку науки і техніки є можливість створення нової теорії,

яка б поєднала в собі напрями розвитку систем контролю за технічним станом і визначила основні принципи для розроблення методів контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО, тому необхідно дослідити і розробити основи теорії (принципи і методи) побудови ієрархічних, універсальних, автоматизованих систем контролю за технічним станом об'єктів РЕЗО, які дозволяють визначати технічний стан з точністю до невідновлюваного елемента (ТЕЗ) при відносно невеликих економічних затратах із заданими показниками якості.

Література

1. Вишнівський В. В. Проблема забезпечення необхідного рівня ефективності існуючих вбудованих систем контролю об'єктів РЕЗО / В. В. Вишнівський // Вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки. — К., 2007. — № 18. — С. 6—8.
2. Клец Ю. П. Бессловарный поиск неисправностей — новый подход к диагностированию цифровых устройств / Ю. П. Клец, Ю. Г. Савченко, В. Н. Чешун // Управляющие системы и машины. — 2001. — № 3. — С. 36—41.
3. Приходько И. Б. Современные методы тестирования и испытаний в системе качества ISO 9000 / И. Б. Приходько // Электронные компоненты. — 2002. — № 8. — С. 31—35.
4. Жердев М. К. Напрями розвитку систем контролю технічного стану і діагностування складних технічних систем / М. К. Жердев, В. В. Вишнівський, І. В. Пампуха, О. Ю. Скуйбіда // Зб. наук. праць Військ. ін-ту Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. — К., 2006. — № 3. — С. 22—25.

В статье исследуется проблема обеспечения заданного уровня эффективности систем контроля технического состояния объектов радиоэлектронных средств вооружения (РЭСВ). Проводится анализ современных методов технического диагностирования РЭСВ. Определяются основные направления усовершенствования существующих автоматизированных систем контроля технического состояния.

Ключевые слова: контроль, техническое состояние, интерфейс, искусственный интеллект, надежность.

The article investigates the problem of maintenance of the set level of efficiency of monitoring systems of technical state of objects of radio-electronic armament system (REAS). The analysis of modern methods of technical diagnostics of REAS is carried out. The basic directions of improvement of the existing automated verification systems of technical state are defined.

Key words: control, technical state, interface, artificial intellect, reliability.