

МЕТОДИКА ОБРОБКИ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ФІЗИЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ ФОРСОВАНИХ ВИПРОБУВАНЬ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ОБ'ЄКТІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ

У попередніх наукових роботах було запропоновано фізичне діагностування, яке, на відміну від функціонального, що сьогодні широко використовується у цифровій техніці, дозволяє визначати реальний технічний стан радіоелектронних компонентів цифрових пристроїв, з яких складаються блоки зразків радіоелектронної техніки. У рамках вирішення задач забезпечення надійності радіоелектронних компонентів, а також зважаючи на неможливість визначення їх остаточного ресурсу у майбутньому, проведені форсовані випробування, в результаті яких були отримані наближені функції діагностичного параметра від часу. Комплексне використання методів фізичного діагностування (енергодинамічного, енергостатичного, електромагнітного) дозволяє підвищити його вірогідність. Сумісне застосування їх з урахуванням результатів форсованих випробувань дає потужний інструмент не тільки для визначення технічного стану радіоелектронних компонентів з високою точністю, а і для здійснення його прогнозування, яке є дослідженим недостатньо. Застосування такого поєднання для побудови нової автоматизованої системи технічного діагностування можливе за умови створення методики обробки діагностичної інформації, що є метою даної статті. Робота нової автоматизованої системи технічного діагностування, в основу якої будуть покладені методи фізичного діагностування та результати прискорених випробувань, дозволить з високою ймовірністю заздалегідь визначати радіоелектронні компоненти з критичними характеристиками. Своєчасна заміна цифрових пристроїв з такими елементами призведе до зменшення кількості раптових відмов блоків зразків радіоелектронної техніки, що особливо є актуальним для об'єктів критичної інфраструктури (авіації, космічної галузі, ядерної енергетики), оскільки непередбачуваний вихід їх зі строю може призвести до катастрофічних та навіть невилправних наслідків. Впровадження нової автоматизованої системи технічного діагностування призведе до підвищення коефіцієнту готовності як комплексного показника надійності радіоелектронної техніки, а також дозволить при збереженні високого рівня безпеки заощадити значну частину державних коштів, які витрачаються на резервування блоків зазначених об'єктів.

Ключові слова: радіоелектронна техніка, методи фізичного діагностування, радіоелектронні компоненти, технічний стан, діагностична інформація, прогнозування, автоматизована система технічного діагностування.

Вступ

Постановка проблеми. В скрутних економічних умовах України для покращення показників надійності [1] радіоелектронної техніки (РЕТ), від працездатності якої залежить безпека держави, виникла потреба побудови та впровадження нової автоматизованої системи технічного діагностування. Причина цього полягає у тому, що методи функціональної діагностики [2–3], які широко застосовуються при проведенні діагностування зразків РЕТ, визначають технічний стан цифрових пристроїв, з яких складаються її блоки, як справний, навіть у випадках, коли характеристики цифрових радіоелектронних компонентів (РЕК) є критичними або на-

ближаються до них, що стає причиною раптових відмов.

Фізичне діагностування, здійснення якого пропонується в комплексі з обробкою діагностичної інформації на основі значень діагностичного параметра (ДП), отриманих у результаті проведення прискорених випробувань РЕК, дозволять визначати елементи з критичними характеристиками заздалегідь. При цьому новим є не тільки застосування методів фізичного діагностування та обробки діагностичної інформації, а і отримана можливість прогнозування остаточного ресурсу РЕТ, яке є однією з функцій технічної діагностики. Це стало можливим після встановлення наближених залежностей ДП від

часу [4]. Реалізація зазначеного потребує розробки методики обробки діагностичної інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням підвищення надійності та діагностування зразків РЕТ присвячено багато робіт таких вчених як: Ксенз С.П., Жердев М.К., Креденцер Б.П., Ленков С.В., Вишнівський В.В., Шкуліпа П.А., Кузавков В.В., Сакович Л.М. та інші. Аналіз інформації розглянутих сучасних джерел показав, що шляхи підвищення надійності зазначених об'єктів різні [2–3]. Одні з них передбачають розробку нових методів діагностування і на їх основі засобів, впровадження яких призводить до покращення характеристик надійності шляхом зменшення середнього часу відновлення. Інші передбачають удосконалення методів і засобів діагностування, які існують.

Багато уваги приділено розробці нових вбудованих систем контролю об'єктів РЕТ, а також автоматизованих систем контролю технічного стану [5–6]. Не зважаючи на це, визначення реального технічного стану завдяки зазначеним розробкам є ускладненим з декількох причин.

Перша причина полягає в тому, що в більшості випадків розглядається і використовується функціональне діагностування. Через непередбачуваний час після його проведення, не зважаючи на отримання інформації про справний технічний стан, блок об'єкта РЕТ може вийти зі строю, а в багатьох випадках ця подія і відбувається.

З цієї ж причини прийняття рішення про справний технічний стан проводилось на основі приналежності значень ДП довірчому інтервалу значень, що вважалось умовним, тобто без конкретних значень і аналізу "поведінки" ДП.

Друга причина є природною і полягає у відсутності інформації про технічний стан складових блоків РЕТ у майбутньому.

Третя причина полягає в тому, що рівні діагностування [2–3], які досліджувались, відносяться, як правило, до цифрових пристроїв або блоків, а вихід зі строю в більшості випадків відбувається на рівні РЕК, з яких складаються ці пристрої. Саме з цієї ж причини питанням локалізації дефектів на рівні не відновлювального елементу було приділено недостатньо уваги. Усунення зазначених недоліків можливо за умови побудови нової автоматизованої системи технічного діагностування, в основу роботи якої будуть покладені методи фізичного діагностування та результати форсованих випробувань РЕК, з яких складаються цифрові пристрої блоків РЕТ.

Метою статті є розробка методу обробки діагностичної інформації на основі методів фізичного діагностування та результатів форсованих випробувань радіоелектронних компонентів цифрових пристроїв об'єктів радіоелектронної техніки.

Виклад основного матеріалу

Висновок про технічний стан цифрових пристроїв буде ґрунтуватись на порівнянні значень ДП, отриманих за допомогою методів фізичного діагностування, з тими, що отримані в результаті проведення прискорених випробувань РЕК.

Методика обробки діагностичної інформації на основі методів фізичного діагностування та результатів форсованих випробувань РЕК цифрових пристроїв об'єктів РЕТ має містити наступне:

1. Методика призначена для обробки діагностичної інформації на основі методів фізичного діагностування та результатів форсованих випробувань РЕК цифрових пристроїв об'єктів РЕТ.

2. Сутність методики полягає у комплексному використанні методів фізичного діагностування та результатів форсованих випробувань РЕК цифрових пристроїв.

3. Вихідними даними є тип інтегральних схем, методи діагностування (енергодинамічний, енергостатичний, електромагнітний), діагностичні моделі, залежності ДП від часу та значення довірчого інтервалу для кожного цифрового РЕК, отримані в результаті проведених форсованих випробувань РЕК.

4. Обмеженням є використання цифрових пристроїв.

5. Припущення: справні засоби діагностування.

6. Математичний апарат ґрунтується на використанні теорій ймовірностей, надійності РЕТ, прогнозування та математичної статистики.

Відомо, що при проведенні технічного діагностування для підтвердження стану об'єкта вирішується декілька задач, однією з яких є забезпечення отримання достовірної інформації. У роботах [7-11] були представлені методи фізичного діагностування: енергодинамічний, енергостатичний, електромагнітний.

Достовірність енергодинамічного методу складає 0,95, енергостатичного 0,97, електромагнітного 0,97. Зважаючи на те, що в об'єктах критичної інфраструктури вимагається висока достовірність, запропоновано комплексне використання трьох методів фізичного діагностування, що дозволить досягти значення достовірності 0,99995 (рис. 1).

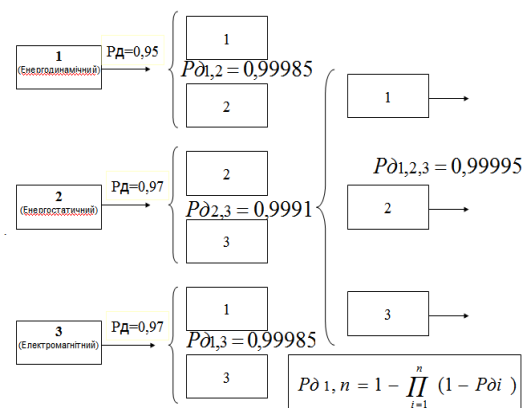


Рис. 1. Розрахунок достовірності діагностування при комплексному використанні методів фізичного діагностування

Значення ДП, отримане з використанням трьох методів, пропонується визначати як математичне сподівання за формулою

$$M[I_{\Delta n.физ.}] = \frac{I_{\Delta c} + I_{\Delta d} + I_{\Delta m}}{3}, \quad (1)$$

де $I_{\Delta c}$ – значення ДП, отримане з використанням енергостатичного методу;

$I_{\Delta d}$ – значення ДП, отримане з використанням енергодинамічного методу;

$I_{\Delta m}$ – значення ДП, отримане з використанням електромагнітного методу.

Потім визначається модуль різниці між розрахованим математичним сподіванням та тим, яке отримане в результаті проведення форсованих випробувань [4] за формулою:

$$|\Delta| = M[I_{\Delta n.физ.}] - M[I_{\Delta n.теор.}]. \quad (2)$$

Розрахунок середньоквадратичного дозволить визначити відхилення значення діагностичного параметра від його математичного сподівання.

При виконанні умови, коли значення ДП для трьох двох або методів діагностування не перевищують критичного, приймається рішення про справний технічний стан. Для першого випадку наступний час діагностування залишається детермінованим, для другого проводиться повторна перевірка технічного стану. У залежності від значень ДП, отриманого під час повторної перевірки, приймається рішення щодо подальшої експлуатації цифрового пристрою. У випадку, коли значення ДП знаходиться в межах критичного тільки для одного методу, а для двох інших на межі або поза межею, приймається рішення про заміну цифрового пристрою.

Відомо [1], що середній час безвідмовної роботи складних систем, до яких відносяться об'єкти РЕТ, підпорядковується експоненціальному розподілу, якому властива постійність інтенсивності відмов $\lambda = \text{const}$, що зручно використовувати для систем та елементів, де можна не враховувати ні початковий період, ні період нормальної експлуатації, ні ділянку старіння та зношування. Крім того, внаслідок цієї причини розрахунок надійності при застосуванні даного розподілу простіший за інші. З цих причин розподіл відмов цифрових пристроїв як систем, елементами яких є радіоелектронні компоненти, наближені характеристики яких отримані в результаті форсованих випробувань, буде експоненціальним, що має бути врахованим при обробці діагностичної інформації в роботі автоматизованої системи технічного діагностування.

Для перевірки гіпотези про приналежність значень ДП експоненціальному розподілу [1] використовується критерій узгодженості Пірсона. Після перевірки гіпотези про закон розподілу проводиться

прогнозування часу напрацювання на відмову зразка РЕТ та визначається остаточний час безвідмовної роботи цифрового пристрою за результатами випробувань.

7. Алгоритм реалізації (обробки діагностичної інформації) представлений на рис. 2.

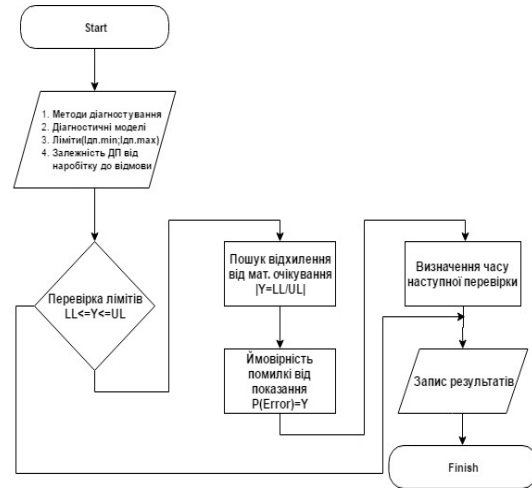


Рис. 2. Алгоритм обробки діагностичної інформації, отриманої з використанням методів фізичного діагностування

Вихідними даними алгоритму є методи фізичного діагностування (енергодинамічного, енергостатичного, електромагнітного), діагностичні моделі, значення лімітів як максимального та мінімального значень залежності діагностичного параметра від часу, отриманого в результаті проведення форсованих випробувань.

8. Ефект полягає у збільшенні коефіцієнту готовності на 10–15% за рахунок збільшення середнього часу наробітку, достовірності до значення 0,99995 за рахунок комплексного використання трьох методів фізичного діагностування та скорочення середнього часу відновлення.

9. Наукова новизна полягає в тому, що вперше запропоновано проводити обробку діагностичної інформації на основі комплексного використання методів фізичного діагностування та значень ДП РЕК цифрових пристроїв, отриманих в результаті прискорених випробувань.

10. Напрямок подальшого дослідження полягає в уточненні закону розподілу значення ДП.

Результати прискорених випробувань зберігаються у базі даних автоматизованої системи технічного діагностування, а значення, отримані у ході розрахунків, надходять для запису і зберігання у її базу знань, що в подальшому забезпечить проведення корегування залежності ДП від часу.

Впровадження методики та алгоритму обробки діагностичної інформації пропонується здійснювати у роботі центрів обробки діагностичної інформації

[10–12], які являють собою другий рівень нової автоматизованої системи технічного діагностування РЕТ. Важливо відмітити те, що прийняття рішення про технічний стан робиться на основі порівняння значення ДП, отриманого при здійсненні фізичного діагностування, з тими, що належать наближеній залежності ДП від часу, яка отримана в результаті форсованих випробувань. Протягом часу при здійсненні діагностування значення ДП для кожного радіоелектронного компоненту будуть накопичуватись у базі знань центрів обробки діагностичної інформації та передаватись на заводи радіоелектронної апаратури. Це дозволить побудувати нові реальні залежності ДП від часу (прогнозуючі функції), що в подальшому призведе до постановки більш точного діагнозу і буде мати велике практичне значення.

Впровадження нової автоматизованої системи технічного діагностування, дозволить при збереженні високого рівня безпеки зменшити кратність резервування блоків об'єктів РЕТ. В сучасних економічних умовах це забезпечить державі заощадження значних сум коштів на етапах проектування, виробництва та експлуатації зразків РЕТ, а також призведе до підвищення коефіцієнту готовності об'єктів РЕТ в середньому на 10–15%.

Висновки

1. У даній статті показано, що методи функціональної діагностики, які широко застосовуються при проведенні діагностування зразків РЕТ, визначають технічний стан цифрових пристроїв, з яких складаються її блоки, як справний, навіть у випадках, коли характеристики цифрових РЕК є критичними або наближуються до них, що стає причиною раптових відмов.

Показані причини, з яких визначення реального технічного стану є утрудненим з декількох причин. Тому запропоновано використання методів діагностування, які, на відміну від методів функціонально-

го діагностування, дозволяють визначати реальний технічний стан РЕК.

2. Представлена методика обробки діагностичної інформації при проведенні форсованих випробувань РЕК з використанням методів фізичного діагностування.

3. Показаний розрахунок достовірності діагностування та визначення значень ДП.

4. Показано, що залежність ДП від часу, отримана в результаті проведення форсованих випробувань РЕК, має експоненціальний закон розподілу середнього часу наробітку на відмову.

5. Представлений алгоритм обробки діагностичної інформації, отриманої з використанням методів фізичного діагностування.

6. Показано, що для побудови нової автоматизованої системи технічного діагностування доцільне комплексне використання методів фізичного діагностування та результатів форсованих випробувань РЕК.

Своєчасне виявлення та заміна цифрових пристроїв, які містять інтегральні схеми з критичними характеристиками, дозволить уникнути раптових відмов блоків РЕТ, що буде мати найбільшу актуальність для електронного обладнання об'єктів критичної інфраструктури, оскільки вихід зі строю їх елементів може привести до катастрофічних наслідків. Впровадження нової автоматизованої системи технічного діагностування дозволить зменшити кратність резервування об'єктів РЕТ, що в скрутних економічних умовах держави дозволить заощадити значні кошти на етапах їх проектування, виробництва, експлуатації та підвищити комплексний показник надійності, яким є коефіцієнт готовності на 10-15%.

7. Для здійснення прогнозування остаточного ресурсу РЕК запропоновано використання залежностей ДП від часу, отриманих в результаті проведення прискорених випробувань.

Список літератури

1. Основи теорії надійності та експлуатації радіоелектронних систем / В.І. Васишин, С.В. Женжера, О.В. Чечуй, А.П. Глушко. – Х.: ХНУПС, 2018. – 268 с.
2. Діагностування аналогових і цифрових пристроїв РЕТ: монографія / В.В. Вишнівський, М.К. Жердев, С.В. Ленков, В.А. Проценко. – К.: ТОВ “Компанія ЛІК”, 2009. – 224 с.
3. Hierarchical fault diagnosis of analog integrated circuits / Kin Ho Chung, P.R. Shepherd, F. Eberhardt, W. Tenten // IEEE Transaction on circuits and system – 1: Fundamental theory and Applications. – 2001. – No. 8(48). – P. 921-929.
4. Вишнівський В.В. Аналіз методів форсованих випробувань для отримання залежності зміни ДП від часу напруження напівпровідникових РЕК / В.В. Вишнівський, В.В. Василенко, В.В. Кузавков // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2015. – № 1(33). – С. 18-21.
5. Шкуліпа П.А. Алгоритм побудови тестів для автономних автоматизованих систем діагностування радіоелектронних пристроїв / П.А. Шкуліпа // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – № 1. – С. 140-144.
6. Вишнівський В.В. Проблема побудови автоматизованих систем технічного діагностування інформаційних систем / В.В. Вишнівський // Захита інформації. – 2016. – № 23. – С. 165-176.
7. Жердев М.К. Побудова функціональних перевіряючих тестів для енергодинамічного та електромагнітного методів діагностування / М.К. Жердев, С.В. Ленков, П.А. Шкуліпа // Системи обробки інформації. – 2013. – № 1(108). – С. 49-52.

8. Алгоритм побудови тестів діагностування об'єктів РЕТ для енергодинамічного і електромагнітного методів / П.А. Шкуліпа, С.В. Ленков, О.В. Селюков, М.М. Охромович // Вестник научных трудов Восточноукраинского национального университета им. В. Даля. – 2012. – № 12(183). – Ч. 2. – С. 201-208.

9. Жердев М.К. Контроль технічного стану цифрових пристроїв енергостатичним методом / М.К. Жердев, В.В. Вишнівський, Г.Б. Жиров // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ “КПІ”. – 2005. – № 1. – С. 51-57.

10. Методика розробки діагностичного забезпечення радіоелектронної техніки на основі енергостатичного методу діагностування з використанням інформаційних технологій / С.В. Ленков, М.К. Жердев, І.В. Толлок, С.І. Глухов, Г.Б. Жиров // Системи озброєння і військова техніка. – 2017. – № 4(52). – С. 46-51.

11. Діагностування радіоелектронної техніки на основі енергодинамічного методу: методика та інформаційне забезпечення / М.К. Жердев, О.В. Селюков, С.І. Глухов, С.В. Гахович, М.М. Нікіфоров // Системи озброєння і військова техніка. – 2018. – № 2(54). – С. 23-30. <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.54.03>.

12. Глухов С.І. Методика діагностування та прогнозування технічного стану об'єктів РЕТ при використанні автоматизованої системи технічного діагностування / С.І. Глухов, В.П. Романенко // Сучасні інформаційні технології та кібербезпека: науково-практична конференція, 15-16 листопада 2018 р.: тези доп. – Київ. – С. 161-164.

References

1. Vasylyshyn, V.I., Zhenzhera, S.V., Chechuj, O.V. and Ghlushko, A.P. (2018), “*Osnovy teorii nadijnosti ta ekspluatacii radioelektronnykh system*” [Fundamentals of the theory of reliability and operation of radio electronic systems], KNAFU, Kharkiv, 268 p.

2. Vyshnivsk'kyj, V.V., Zherdjev, M.K., Ljenkov, S.V. and Prochenko, V.A. (2009), “*Diagnostuvannja analogovyh i cyfrovyyh prystroiv radioelektronnoi tehniky*” [Diagnosis of analog and digital devices of electronic equipment], Kompanija LIK Publ., Kyiv, 224 p.

3. Chung Kin Ho, Shepherd, P.R., Eberhardt, F. and Tenten, W. (2001), Hierarchical fault diagnosis of analog integrated circuits, *IEEE Transaction on circuits and system*, No. 8(48), pp. 921-929.

4. Vyshnivsk'kyj, V.V., Vasylenko, V.V. and Kuzavkov, V.V. (2015), “Analiz metodiv forsovanykh vyprobuvan dla otrymannia zalezhnosti zminy diahnostychnoho parametra vid chasu napratsiuwannia napivprovodnykovykh REK”. [An analysis of methods of the forced tests is for the receipt of dependence of change of diagnostic parameter from time of work of semiconductor REK], *Systems of control, navigation and communication*, No. 1(33), pp. 18-21.

5. Shkulipa, P.A. (2013), “Algorytm pobudovy testiv dlja avtonomnyh avtomatyzovanyh system diagnostuvannja radioelektronnyh prystroiv” [Algorithm for constructing tests for autonomous automated systems for diagnosing radio electronic devices], *Bulletin of the Khmelnytsky National University*, No. 1, pp. 140-144.

6. Vyshnivsk'kyj, V.V. (2016), “Problema pobudovy avtomatyzovanyh system tehchnogo diagnostuvannja informacijnyh system” [The problem of building automated systems for technical diagnostics of information systems], *Zashhyta ynformacyi*, No. 23, pp. 165-176.

7. Zherdiev, M.K., Lienkov, S.V. and Shkulipa, P.A. (2013), “Pobudova funktsionalnykh pereviraiuchykh testiv dla enerhodynamichnoho ta elektromahnitnoho metodiv diahnostuvannia” [Construction of functional checking tests for energy dynamical and electromagnetic methods of diagnostics], *Information Processing Systems*, No. 1(108), pp. 49-52.

8. Shkulipa, P.A., Ljenkov, S.V., Sjeljukov, O.V. and Ohamovych, M.M. (2012), “Algorytm pobudovy testiv diahnostuvannja ob'ektiv radioelektronnoi tehniky dlja energodynamichnoho i elektromahnitnoho metodiv [The algorithm for constructing objects diagnostics tests for radio-electronic equipment and electromagnetic methods], *Bulletin of scientific works of the East Ukrainian National University named after. V. Dahl*, No. 12(183), part 2, pp. 201-208.

9. Zherdjev, M.K., Vyshnivsk'kyj, V.V. and Zhyrov, G.B. (2005), “Kontrol tehchnogo stanu cyfrovyyh prystroiv v energostatychnym metodom” [Control of the technical state of digital devices by the energy-static method], *Collection of scientific works of VITI NTUU “KPI”*, Kyiv, No.1, pp. 51-57.

10. Lienkov, S.V., Zherdiev, M.K., Tolok, I.V., Hlukhov, S.I. and Zhyrov, H.B. (2017), “Metodyka rozrobky diahnostychnoho zabezpechennia radioelektronnoi tekhniki na osnovi enerhostatychnoho metodu diahnostuvannia z vykorystanniam informatsiinykh tekhnolohii” [Development methodology for electronics diagnostics based on energy-static diagnostic method using information technology], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 4(52), pp. 46-51.

11. Zherdiev, M.K., Sieliukov, O.V., Hlukhov, S.I., Hakhovyh, S.V. and Nikiforov, M.M. (2018), “Diahnostuvannia radioelektronnoi tekhniki na osnovi enerhodynamichnoho metodu: metodyka ta informatsiine zabezpechennia” [Diagnosis of radioelectronic techniques on the basis of the energy-technical method: methodology this institution is formed], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 2(54), pp. 23-30. <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.54.03>.

12. Gluhov, S.I. and Romanenko, V.P. (2018), “Metodyka diagnostuvannja ta prognuzuvannja tehchnogo stanu ob'ektiv radioelektronnoi tehniky pry vykorystanni avtomatyzovanoi systemy tehchnogo diagnostuvannja” [Method of diagnostics and prediction of the technical state of the objects of PET using the automated system of technical diagnostics], *Modern Information Technologies and Cybersecurity: Scientific and Practical Conference, November 15-16, 2018, thesis report*, Kyiv, pp. 161-164.

Надійшла до редколегії 23.11.2018

Схвалена до друку 12.12.2018

Відомості про автора:

Глухов Сергій Іванович

кандидат технічних наук доцент

завідувач кафедри

Військового інституту Київського

національного університету ім. Т. Шевченка,

Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-4918-3739>

Information about the author:

Sergey Glukhov

Candidate of Technical Sciences Associate Professor

Head of the Department

of the Military Institute of T. Shevchenko of

Kyiv National University,

Kyiv, Ukraine,

<https://orcid.org/0000-0002-4918-3739>

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ФИЗИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТОВ ФОРСИРОВАННЫХ ИСПЫТАНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ОБЪЕКТОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

С.И. Глухов

В предыдущих научных работах было предложено физическое диагностирование, которое, в отличие от функционального, что сегодня широко используется в цифровой технике, позволяет определять реальное техническое состояние радиоэлектронных компонентов цифровых устройств, из которых состоят блоки образцов радиоэлектронной техники. В рамках решения задач обеспечения надежности радиоэлектронных компонентов, а также ввиду невозможности определения их остаточного ресурса в будущем, проведенные форсированные испытания, в результате которых были получены приближенные функции диагностического параметра по времени. Комплексное использование методов физического диагностирования (энергодинамического, энергостатического, электромагнитного) позволяет повысить его достоверность. Совместное применение с учетом результатов форсированных испытаний дает мощный инструмент не только для определения технического состояния радиоэлектронных компонентов с высокой точностью, но и для осуществления его прогнозирования, которое исследовано недостаточно. Применение такого сочетания для построения новой автоматизированной системы технического диагностирования возможно при условии создания методики обработки диагностической информации, что является целью данной статьи. Работа новой автоматизированной системы технического диагностирования, в основу которой будут положены методы физического диагностирования и результаты ускоренных испытаний, позволит с высокой вероятностью заранее определять радиоэлектронные компоненты с критическими характеристиками. Своевременная замена цифровых устройств с такими элементами приведет к уменьшению количества внезапных отказов блоков образцов радиоэлектронной техники, особенно актуально для объектов критической инфраструктуры (авиации, космической отрасли, ядерной энергетики), поскольку непредсказуемый выход их из строя может привести к катастрофическим последствиям. Внедрение новой автоматизированной системы технического диагностирования приведет к повышению коэффициента готовности как комплексного показателя надежности радиоэлектронной техники, а также позволит при сохранении высокого уровня безопасности сэкономить значительную часть государственных средств, которые тратятся на резервирование блоков указанных объектов.

Ключевые слова: радиоэлектронная техника, методы физического диагностирования, радиоэлектронные компоненты, техническое состояние, диагностическая информация, прогнозирования, автоматизированная система технического диагностирования.

METHODS OF DIAGNOSTIC INFORMATION PROCESSING BASED ON PHYSICAL DIAGNOSIS METHODS AND EXTREME TESTS RESULTS OF DIGITAL DEVICES' RADIO-ELECTRONIC COMPONENTS OF RADIO-ELECTRONICS

S. Gluhov

The previous research articles suggested physical diagnosis which, unlike the functional one which is currently widely used in digital technology, allows to determine the real technical state of digital devices' radio-electronic components making up blocks of radio-electronic equipment units. Extreme tests have been conducted resulting in diagnostic parameter approximate functions of time as part of finding a solution to the issue of ensuring reliability of radio-electronic components and in view of the failure to define their remaining life time in the future. Integrated application of physical diagnosis methods (energy-dynamic, energy-static, electromagnetic) will allow to improve reliability indexes of electronics. Application of these methods given the results of extreme tests provides a powerful tool used to define technical state of radio-electronic components to a high precision as well as to forecast it, although technical state forecasting had not been sufficiently explored. Application of such combination to build a new Technical Diagnosis Automated System is likely provided the development of Diagnostic Information Processing Methods, which is the purpose of this article. Operation of a new Technical Diagnosis Automated System based on physical diagnosis methods and extreme tests' results will allow to predetermine radio-electronic components with critical characteristics with a high probability. Timely replacement of digital devices with the mentioned elements will reduce the number of sudden failures of electronics' blocks. That is particularly relevant for critical infrastructure facilities (aviation, space, nuclear energy) as their unpredictable breakdown could have disastrous and even irreparable consequences. Introduction of a new Technical Diagnosis Automated System would lead to the increase of availability factor as an integrated reliability indicator of radio-electronics and would make it possible to save a substantial share of public funds spent on the reservation of the mentioned facilities' blocks, while maintaining a high level of safety.

Keywords: radio-electronics, physical diagnosis methods, radio-electronic components, technical state, diagnostic information, forecasting, Technical Diagnosis Automated System.