

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ

Tolubko V.B., Vyshnivskiy V.V., Hlukhov S.I. Forecasting residual operation time of the defence communications engineering using Intelligent Diagnosis System.

Service life extension of radio-electronics, in particular, information systems is one of the challenging issues under the difficult economic circumstances. This is intrinsically linked to the quality diagnosis of radio-electronics and forecasting of its residual operation time that are functions of technical diagnosis. Their implementation is complicated by the use of functional or test diagnosis, which does not always allow to determine the real technical state of digital devices being elements of radio-electronic blocks, which results in failures. The developed physical diagnosis methods along with the results of conducted extreme reliability tests of radio-electronic components made it possible to conduct diagnosis of digital devices with a high probability as well as to determine their residual operation time. The processing of diagnostic information obtained using physical diagnosis methods shall be conducted by the intelligent system being a part of a new Technical Diagnosis Automated System of radio-electronics.

The prevention of failures and timely replacement of blocks' elements shall increase the availability factor of samples of information systems as a key reliability performance. Implementation of results obtained when establishing a new Technical Diagnosis Automated System will allow to improve key reliability indicators of radio-electronics and to save public funds.

Keywords: radio-electronic components, defence communications engineering, radio-electronics, physical diagnosis methods, technical state, forecasting, Intelligent Diagnosis System, Technical Diagnosis Automated System.

Толубко В.Б., Вишнівський В.В., Глухов С.І. Прогнозування залишкового ресурсу інформаційних систем з використанням інтелектуальної системи діагностування.

Однією з актуальних проблем в скрутних економічних умовах України є продовження ресурсу радіоелектронної техніки (РЕТ), і зокрема, інформаційних систем. Це нерозривно пов'язано з якісним проведенням діагностування РЕТ та прогнозування її остаточного ресурсу, що є функціями технічної діагностики. Їх досягання ускладнюється використанням функціонального або тестового діагностування, яке не завжди дозволяє визначати реальний технічний стан цифрових пристроїв як складових блоків інформаційних систем, що і призводить до відмов. Розроблені методи фізичного діагностування та результати проведених форсованих випробувань радіоелектронних компонентів на надійність дозволили не тільки проводити діагностування цифрових пристроїв з високою достовірністю, а і визначати залишковий їх ресурс. Обробка діагностичної інформації, отриманої за допомогою методів фізичного діагностування буде проводитись інтелектуальною системою як елементом нової автоматизованої системи технічного діагностування інформаційних систем.

Упередження відмов та своєчасна заміна складових блоків призведе до збільшення коефіцієнту готовності інформаційних систем як основної характеристики надійності. Впровадження отриманих результатів при побудові нової автоматизованої системи технічного діагностування дозволить покращити основні показники надійності інформаційних систем та заощадити державні кошти.

Ключові слова: радіоелектронні компоненти, інформаційні системи, радіоелектронна техніка, методи фізичного діагностування, технічний стан, прогнозування, інтелектуальна система діагностики, автоматизована система технічного діагностування.

Толубко В.Б., Вишневский В.В., Глухов С.И. Прогнозирование остаточного ресурса средств связи с использованием интеллектуальной системы диагностирования.

Одной из актуальных проблем в сложных экономических условиях Украины является продление ресурса радиоэлектронной техники (РЕТ), и в частности, информационных систем. Это неразрывно связано с качественным проведением диагностики РЕТ и прогнозирования ее остаточного ресурса, которые являются функциями диагностики. Их достижения осложняется использованием функционального или тестового диагностирования, не всегда позволяет определять реальное техническое состояние цифровых устройств как составляющих блоков информационных систем, что и приводит к отказам. Разработанные методы физического диагностирования и результаты проведенных форсированных испытаний радиоэлектронных

компонентов на надежность позволили не только проводить диагностирование цифровых устройств с высокой достоверностью, а и определять остаточный их ресурс. Обработка диагностической информации, которая получена с помощью методов физического диагностирования будет проводиться интеллектуальной системой как элементом новой автоматизированной системы технического диагностирования информационных систем.

Предупреждение отказов и своевременная замена составляющих блоков приведет к увеличению коэффициента готовности информационных систем как основной характеристики надежности. Внедрение полученных результатов при построении новой автоматизированной системы технического диагностирования позволит улучшить основные показатели надежности информационных систем и сэкономить государственные средства.

Ключевые слова: радиоэлектронные компоненты, средства связи, радиоэлектронная техника, методы физического диагностирования, техническое состояние, прогнозирование, интеллектуальная система диагностики, автоматизированная система технического диагностирования.

Вступ

Надійність інформаційних систем визначається рядом факторів, одним з яких є діагностичне забезпечення [1], яке являє собою сукупність методів, засобів діагностування, а також технічної документації. Недостатнє фінансування з боку держави не дозволяє своєчасно оновлювати цифрові пристрої, що зумовлює підвищення вимог до надійності діючих зразків радіоелектронної техніки (РЕТ), які відпрацювали десятки років. Це, в свою чергу, утруднено тим, що діагностування методами функціонального та тестового діагностування [2,3] не дозволяє здійснювати визначення реального технічного стану. Причина полягає в тому, що на виході цифрових пристроїв тестові послідовності являють собою двійкові комбінації. Навіть при критичному стані напівпровідника, що зумовлено виродженням кристалу, вихідні реакції будуть відповідати справному стану цифрових пристроїв.

Сьогодні при застосуванні відомих пристроїв діагностування використовуються логічні пробники [1], які дозволяють перевірити наявність сигналу в колі синхроімпульсу, на лініях шини, в колах вибору мікросхем пам'яті, керуючих імпульсах. При відсутності зміни сигналів у цифрових вузлах приймається рішення про наявність несправності. За допомогою пробника – зонду можна визначити рівень контрольованого сигналу – “одиниці” або “нуля”. Використовують одно або багатоконтактні пробники, останні застосовують для перевірки логіки роботи інтегральних мікросхем. Для формування імпульсних сигналів в колах цифрового пристрою використовують стимулюючі генератори, які застосовують у комплекті з логічними пробниками і безконтактними індикаторами імпульсних струмів. Вони виконуються як одноконтактні логічні пробники і можуть виробляти одиночні імпульси, послідовності імпульсів і пачки імпульсів різної частоти. При цьому діагностування інтегральних схем потребує додаткових засобів діагностування, крім того часові витрати на його проведення несуттєво зменшилися в порівнянні з перевіркою за допомогою зондів з омичним та ємнісним контактами. Статистичні дані свідчать, що тривалість перевірки технічного стану одного цифрового пристрою з 40 радіоелектронних компонентів з підключенням до кожного з них, складає від 25 до 75 хвилин [1]. Суттєвим недоліком є і те, що провести прогнозування залишкового ресурсу за допомогою зазначених методів та засобів діагностування практично неможливо – через непередбачуваний час після проведення діагностування цифровий пристрій може вийти зі строю. Крім того, пробники часто застосовують при локалізації несправності, тобто коли цифровий пристрій вже вийшов зі строю.

Також застосовуються методи випадкового і псевдовипадкового тестувань, які не мають властивих детермінованим методам недоліків. Однак, одним з найважливіших завдань при діагностуванні об'єкта контролю з використанням псевдовипадкового тестування є визначення повноти перебору входних комбінацій [2], так як невідомо, скільки псевдовипадкових чисел необхідно подати на об'єкт діагностування, для перевірки його з заданою імовірністю. При цьому не гарантується подача перевіряючого тесту на входи всіх логічних елементів, а також відсутня можливість заздалегідь визначити, які логічні елементи при даній довжині тестової послідовності не перевіряються з заданою імовірністю.

Тому наслідком зазначених причин є зменшення значень характеристик надійності, що суперечить сучасним вимогам надійності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз останніх робіт [2-7] свідчить про те, що питанням продовження ресурсу зразків РЕТ в економічних умовах сьогодення присвячується багато уваги. Зокрема, у роботах [2, 5-7] запропоновано шлях підвищення надійності, який полягає в удосконаленні вмонтованих систем діагностування об'єктів РЕТ. Незважаючи на це, суттєвими недоліками є те, що при застосуванні даних систем контролю рівень глибини діагностування залишається незмінним. З огляду на це, можна зробити висновок, що напрямок подальшого удосконалення діагностичного забезпечення має бути спрямований на розвиток та застосування методів і засобів, які дозволяють проводити діагностування на рівні цифрового пристрою та радіоелектронних компонентів та визначати їх реальний технічний стан.

У роботах [8, 9] запропоновано вирішення задач прогнозування та визначення залишкового ресурсу на основі результатів прискорених випробувань радіоелектронних компонентів в рамках теорії дефектоутворення у напівпровідникових матеріалах. Незважаючи на це, достовірність діагностування обмежується можливостями запропонованого методу діагностування, що не завжди прийнятно для об'єктів критичної інфраструктури, в яких для підвищення надійності використовується багатократне резервування, на що держава витрачає великі кошти.

Враховуючи переваги методів фізичного діагностування [4,10-11] (енергостатичного, енергодинамічного, електромагнітного), а також результати форсованих випробувань радіоелектронних компонентів на надійність [8,9], зважаючи на вимоги до показників надійності, які постійно зростають пропонується проводити обробку діагностичної інформації, отриманої з різних джерел (контрольних точок цифрового пристрою), з використанням інтелектуальної системи як елемента нової автоматизованої системи технічного діагностування, що дозволить визначати з високою достовірністю технічний стан цифрових пристроїв об'єктів РЕТ та проводити прогнозування їх залишкового ресурсу. Отже, метою статті є представлення особливостей отримання та обробки діагностичної інформації та результатів форсованих випробувань радіоелектронних компонентів на надійність для визначення технічного стану цифрових пристроїв та прогнозування їх залишкового ресурсу при побудові інтелектуальної системи діагностики РЕТ.

Виклад основного матеріалу дослідження

Значення діагностичних параметрів, отриманих за допомогою методів фізичного діагностування, є аналоговими. Для визначення технічного стану цифрових пристроїв, виникла необхідність їх порівняння з еталонними. З цією метою були проведені форсовані випробування радіоелектронних компонентів на надійність, в результаті яких були отримані наближені залежності діагностичного параметру від часу [8,9].

На рис. 1 відображені криві, отримані в результаті проведення форсованих випробувань радіоелектронних компонентів на надійність. Пунктирними лініями позначені

графіки мінімальних та максимальних значень діагностичного параметру при різних достовірностях, що забезпечено комплексним застосуванням методів фізичного діагностування. При цьому 0,9991 відповідає комплексному застосуванню енергостатичного та електромагнітного методів, 0,99985 застосуванню енергодинамічного та енергостатичного, або енергодинамічного та електромагнітного. Максимальна достовірність на рівні 0,99995 відповідає застосуванню трьох методів. Розрахунок достовірності для випадків застосування двох та трьох методів був представлений у роботі [12].

Зважаючи на майже експоненціальний її характер, з метою спрощення обробки діагностичної інформації в роботі [13] було запропоновано розділити її на три ланки: пряму, криву, пряму. Технічний стан вважається справним у межах “коридору”, визначеного границями мінімальних та максимальних значень діагностичного параметру. При обробці діагностичної інформації інтелектуальною системою має бути врахований той факт, що з часом збільшується розкид значень діагностичного параметру [14]. Важливим питанням при діагностуванні цифрових пристроїв та прогнозуванні їх залишкового ресурсу є визначення часу проведення наступної перевірки. Якщо діагностичний параметр знаходиться в межах “коридору”, інтервал між перевірками дорівнює попередньому [15], у інших випадках він змінюється в залежності від різниці значень діагностичного параметру, отриманих під час проведення попередніх перевірок.

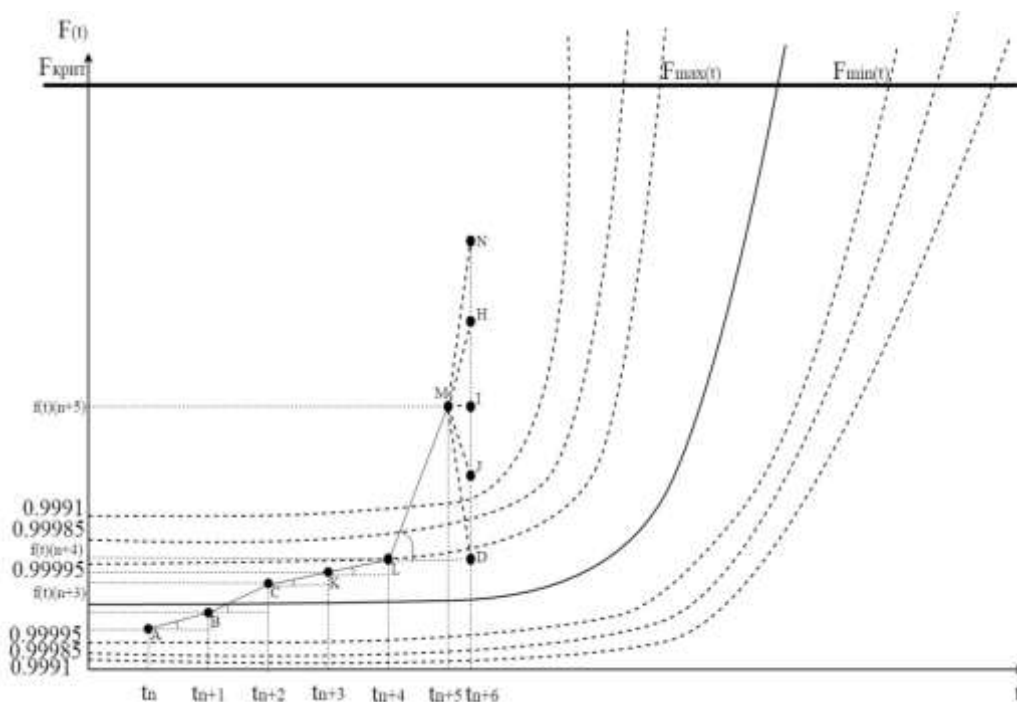


Рис. 1. Графіки мінімальних та максимальних значень діагностичного параметру при різних достовірностях

Загальний алгоритм визначення часу наступної перевірки та формула розрахунку інтервалу часу представлені у роботі [16]. Застосування алгоритму дозволить проводити прогнозування технічного стану цифрових пристроїв та визначати їх залишковий ресурс в роботі нової автоматизованої системи технічного діагностування.

Отримані значення діагностичних параметрів, отриманих завдяки застосуванню методів фізичного діагностування, являють собою апостеріорну інформацію, яка буде накопичуватись у базі знань інтелектуальної системи як елемента автоматизованої системи

технічного діагностування. З часом це дозволить проводити її порівняння з теоретичною (апріорною інформацією), отриманою у ході проведення форсованих випробувань, та корегувати залежності діагностичних параметрів.

Використання залежностей діагностичних параметрів, отриманих у ході експлуатації об'єктів РЕТ, доцільно для заводів радіоелектронної апаратури для внесення змін у технічну документацію з метою отримання більш достовірного діагнозу та прогнозу технічного стану зразків РЕТ у майбутньому. Для цього у структурній схемі запропонованої автоматизованої системи технічного діагностування передбачені зв'язки між ними та центрами обробки діагностичної інформації.

Фрагмент нової автоматизованої системи технічного діагностування РЕТ, представлений на рис. 2, де Рд – достовірність діагнозу, ДІ – діагностична інформація.

З рис. 2 видно, що її елементами є модулі зняття та обробки діагностичної інформації. Вихідними даними для роботи представленої системи є достовірність діагнозу, глибина пошуку, повнота діагностування, середній час діагностування. В залежності від заданої достовірності, система в автоматичному режимі буде обирати метод або сукупність методів діагностування, що забезпечать пристрої вибору методу діагностування та комутації.

Діагностична інформація, в залежності від методу діагностування, буде представлена різними діагностичними параметрами: значенням струму у ланцюзі живлення для енергодинамічного методу, значенням напруги у корпусному ланцюзі живлення для енергостатичного методу, значенням напруги у антенному пристрої для електромагнітного методу.



Рис. 2. Фрагмент нової автоматизованої системи технічного діагностування РЕТ

В результаті обробки діагностичної інформації користувач має отримати відповіді на питання щодо кількісних показників надійності об'єктів діагностування:

1. Визначення реального технічного стану.
2. Визначення часу експлуатації.
3. Визначення часу наступної перевірки технічного стану.
4. Визначення залишкового ресурсу.

Висновки

1. У статті показано, що методи функціонального та тестового діагностування є недостатньо пристосованими для виконання таких задач як визначення реального технічного стану цифрових пристроїв та прогнозування їх залишкового ресурсу.

2. Доведена доцільність використання методів фізичного діагностування (енергодинамічного, енергостатичного, електромагнітного), які на відміну від методів функціонального діагностування, дозволяють визначити реальний технічний стан цифрових пристроїв та з достатньо високою достовірністю проводити прогнозування їх технічного стану.

3. Запропоновано при побудові нової автоматизованої системи технічного діагностування радіоелектронної техніки використання інтелектуальної системи діагностики для обробки діагностичної інформації, отриманої завдяки застосуванню методів фізичного діагностування та результатів форсованих випробувань радіоелектронних компонентів на надійність.

4. Показана доцільність використання залежностей діагностичних параметрів, отриманих у ході експлуатації об'єктів РЕТ, при виробництві радіоелектронної апаратури для внесення змін у технічну документацію з метою отримання більш достовірного діагнозу та прогнозу технічного стану зразків РЕТ у майбутньому.

5. Представлений фрагмент нової автоматизованої системи технічного діагностування, до складу якої входить інтелектуальна система діагностування.

6. Дані відповіді на питання щодо кількісних показників надійності об'єктів діагностування, які має отримати користувач.

Список використаної літератури

1. Васишин В.І., Чечуй О.В., Женжера С.В., Глушко А.П. Основи теорії надійності та експлуатації радіоелектронних систем ХНУПС, 2018.- 268 с.

2. Діагностування аналогових і цифрових пристроїв радіоелектронної техніки. Монографія / Вишнівський В.В., Жердев М.К., Ленков С.В., Проценко В.А. - під ред. Жердева М.К., Ленкова С.В. – К.; ТОВ «Компанія ЛІК», 2009. – 224 с.

3. Жердев М.К., Ленков С.В., Шкуліпа П.А. Побудова функціональних перевіряючих тестів для енергодинамічного та електромагнітного методів діагностування // Журнал Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба «Системи обробки інформації». – Харків, - 2013. - №1(108). – С. 49 – 52.

4. Гахович С.В. Метод діагностування цифрових ТЕЗ // Зб. наук. пр. ВІПІ НТУУ “КПІ”. Вип. №4. – К.: ВІПІ НТУУ “КПІ”, 2004. – С. 24-30.

5. Вишнівський В.В. Проблема побудови автоматизованих систем технічного діагностування інформаційних систем / В.В. Вишнівський // Захиста інформації; збірник наукових трудов. – Київ: НАУ, 2016. – Вып. 23. – С.165-176.

6. Вишнівський В.В. Проблема побудови та впровадження автономних автоматизованих систем діагностування радіоелектронного озброєння / В.В. Вишнівський, В.В. Кузавков, Г.І. Гайдур // Науковий журнал Інформаційна безпека Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. - Луганськ: 2014. – Вип. №4(16). – С. 151-157.

7. Вишнівський В.В. Проблема побудови автоматизованих систем технічного діагностування інформаційних систем / В.В. Вишнівський // Захиста інформації; збірник наукових трудов. – Київ: НАУ, 2016. – Вып. 23. – С.165-176.

8. Жердев М.К., Кузавков В.В., Глухов С.І. Узагальнення результатів форсованих випробувань радіоелектронних компонентів // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2015. – № 49. – С.40 – 48.

9. Прогнозування технічного стану однотипних програмно-апаратних засобів / В.В. Кузавков, П.В. Хусаїнов // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2018. – Т. 8, №1. – С. 57-68.
10. Глухов С.І. Діагностування цифрових радіоелектронних компонентів типових елементів заміни радіоелектронної техніки з використанням електромагнітного методу у військових ремонтних органах. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2009. – № 21. – С. 42 – 45.
11. Методика розробки діагностичного забезпечення РЕТ на основі енергостатичного методу діагностування з використанням інформаційних технологій / Ленков С.В., Жердєв М.К., Толок І.В., Глухов С.І., Жиров Г.Б. // Системи озброєння і військова техніка. – Харків: Вид.-во ХНУПС імені Івана Кожедуба, 2017. – Вип. №4(52). – С.46 – 51.
12. Глухов С.І. Методика обробки діагностичної інформації на основі методів фізичного діагностування та результатів форсованих випробувань радіоелектронних компонентів цифрових пристроїв об'єктів радіоелектронної техніки / Глухов С.І. // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – Харків, 2019. – Вип. № 1 (59). – С. 81 – 86.
13. Глухов С.І. Прогнозування технічного стану радіоелектронної техніки на основі результатів форсованих випробувань з використанням методів фізичного діагностування // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2018. – № 62. – С. 27 – 33.
14. Острейковский В.А. Теория надежности: Учеб. для вузов / В.А Острейковский. – М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.: ил.
15. Глухов С.І. Обґрунтування вибору інтервалу прогнозування при використанні методів фізичного діагностування для цифрових пристроїв радіоелектронної техніки // Новітні технології. – Збірник наукових праць приватного вищого навчального закладу “Університет новітніх технологій”. – Київ, 2019. – Вип. № 1(8). – С. 151 – 157.
16. Глухов С.І. Побудова алгоритму розрахунку часу прогнозування технічного стану цифрових пристроїв радіоелектронної техніки при використанні методів фізичного діагностування / Глухов С.І. // Системи озброєння і військова техніка. – Харків, 2019. – Вип. №1(57). – С. 69 – 76.

Автори статті

Толубко Володимир Борисович – доктор технічних наук, професор, ректор Державного університету телекомунікацій, Київ, Україна.

Вишнівський Віктор Вікторович - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Комп'ютерних наук, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Глухов Сергій Іванович - кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна.

Authors of the article

Tolubko Volodymyr Borysovych – doctor of Science (technic), professor, rector of the State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Vyshnivskiy Victor Viktorovich – doctor of Science (technic), professor, Head of Department of Computer Science, State university of telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Hlukhov Serhiy Ivanovich – candidate of Sciences (technical), associate professor, Head of Department, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.

Дата надходження в редакцію: 15.06.2019 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Л.Н. Беркман