

Л.М. Сакович¹, Є.В. Ришов², П.Л. Аркушенко³, О.В. Ходич¹¹ Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут" імені Ігоря Сікорського, Київ² Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів³ Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Чернігів

ВИМОГИ ДО МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАСОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ В АПАРАТНИХ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

У статті розглянуті варіанти використання групового пошуку дефектів при відновленні засобів спеціального зв'язку з кратними дефектами і їх впливу на метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки. Також запропоновані блок-схеми алгоритмів, які дозволяють визначити мінімально допустимі значення ймовірності правильної оцінки результату виконання перевірки за умовами ремонту засобів спеціального зв'язку агрегатним методом, що мінімізує вартість засобів вимірювальної техніки апаратної технічного забезпечення.

Ключові слова: засоби спеціального зв'язку, апаратна технічного забезпечення, метрологічне обслуговування, засоби вимірювальної техніки, метрологічні характеристики.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Апаратні технічного забезпечення (АТЗ) призначені для технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР), усунення аварійних і бойових пошкоджень засобів спеціального зв'язку (ЗСЗ) в польових умовах. В даний час АТЗ підрозділяється на спеціалізовані, універсальні і модульного типу [1–3], комплектуються універсальними і сервісними засобами вимірювальної техніки (ЗВТ) для діагностування ЗСЗ. При цьому не враховується груповий характер взаємодії фахівців екіпажу АТЗ, що веде до завищення вимог до ЗВТ і, як наслідок, збільшення їх вартості.

Мета статті – на основі аналізу діагностичного забезпечення групової діяльності фахівців обґрунтувати вимоги до метрологічного обслуговування ЗСЗ в АТЗ за критерієм мінімуму вартості при обмеженнях на час визначення технічного стану та віднов-

лення працездатності в найбільш складній ситуації – наявності у ЗСЗ кратних дефектів внаслідок отримання аварійних або бойових пошкоджень.

Виклад основного матеріалу

Відомо, що вартість ЗВТ визначається класом точності аналогових або кількістю розрядів цифрових [4; 5], що, в свою чергу, залежить від мінімально необхідної ймовірності правильної оцінки результату виконання перевірки p за умовним алгоритмом діагностування (УАД). Тому з урахуванням особливостей діагностичного забезпечення ЗСЗ необхідно мінімізувати значення p , після чого вибрати тип ЗВТ і обґрунтувати їх метрологічні характеристики.

У практиці ремонту ЗСЗ групою фахівців використовують незалежний (НГПД), спільний (СПГД) і зонний (ЗГПД) груповий пошук дефектів, показники якості яких зведені в табл. 1 [6–11],

Таблиця 1

Показники якості діагностичного забезпечення

Параметр	Вид групового пошуку		
	Незалежний	Зонний	Спільний
$\{\mu, R, Z, K_z\}$	$\{1, 1, 1, K\}$	$\{1, R, Z, K_z\}$	$\{\mu, \mu, 1, K\}$
K	$\frac{1-S}{2SL(m-1)^2} \left(\frac{m-1}{1-S} - 1 \right) \left(\frac{m-1}{1-S} + m \right) + 2(SL-1) + SL \log_m \frac{1-S}{S(m-1)}$	$Z(1+K_z) + \frac{SL}{Z}$	$SL \left(1 + \log_{\mu+1} \frac{L}{n} \right) + \frac{n-\mu-1}{\mu}$
n	$SL(m-1)/(1-S)$	$SL(m-1)/Z(1-S)$	$\mu SL / (1-S) \ln(\mu+1)$
P	$p^{1+K/SL}$	$p^{1+ZK_z/SL}$	$p^{\mu(1+\log_{\mu+1}(L/n))}$
Tв	$(tK + SLt_y) / P$	$(tK + SLt_y) / PR$	$(\mu tK + SLt_y) / \mu P$

де μ – кількість фахівців в групі; R – штатна чисельність екіпажу; Z – кількість зон пошуку дефектів; K_Z – середня кількість перевірок в зоні

$$K = \frac{1-S}{2SL(m-1)^2} \left(\frac{m-1}{1-S} - 1 \right) \left(\frac{m-1}{1-S} + m \right) + 2 \left(\frac{SL}{Z} - 1 \right) + \frac{SL}{Z} \log_m \frac{1-S}{S(m-1)};$$

K – загальна кількість перевірок; S – ступінь пошкодження ЗСЗ (доля несправних елементів від їх загальної кількості); L – кількість елементів ЗСЗ; m – модуль вибору УАД; n – кількість груп елементів в УАД; P – ймовірність правильної постановки діагнозу; T_v – середній час відновлення; t – середній час виконання перевірки; t_y – середній час усунення несправності.

Ступінь пошкодження визначається в процесі дефектації та залежить від частки несправних елементів ЗСЗ, причому ремонт у польових умовах в АТЗ виконується за умови $0,01 \leq S \leq 0,1$. Наведені результати дозволяють формалізувати у вигляді блок-схеми алгоритму процес визначення мінімально необхідного значення p при будь-якому вигляді ГПД за умови $T_v = T_{vd}$ (рис. 1).

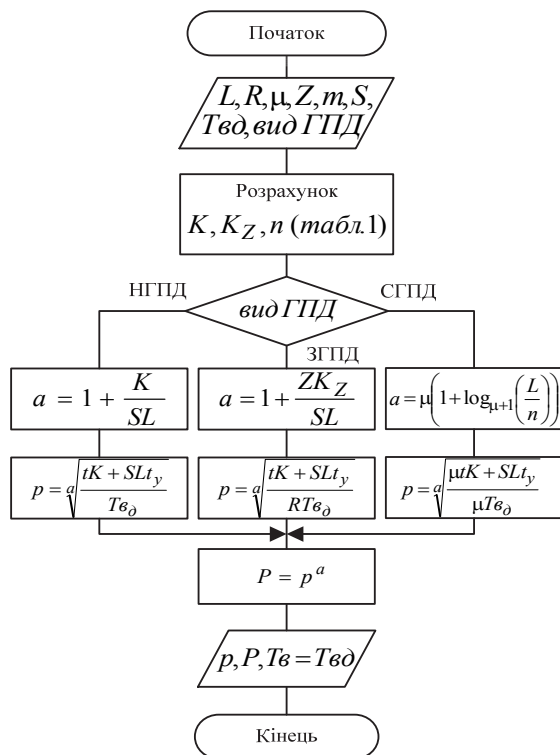


Рис. 1. Блок-схема алгоритму визначення мінімально необхідного значення p при ГПД за умови $T_v = T_{vd}$

При реалізації ремонту ЗСЗ агрегатним методом та припущені одній помилки фахівця в оцінці результату виконання перевірки необхідно виконання умови: математичне сподівання відхилення по-

милкового діагнозу від істинного $\rho \leq 0,5$, так як в цьому випадку навіть при помилковому діагнозі несправний агрегат буде замінений справним.

Згідно [8–11] при СГПД по УАД незавершеної форми

$$\rho = \frac{0,5(1-p)}{\mu p L} \sum_{i=1}^{K_{\max}} l_i \left[(\mu+1)^i + i\mu - 1 \right] p^{i\mu} \leq 0,5, \quad (1)$$

де K_{\max} – максимальна кількість перевірок по УАД; l_i – кількість діагнозів після виконання i перевірок.

При реалізації НГПД і ЗГПД значення математичного сподівання відхилення діагнозу оцінюється виразом [8–11] для бінарних УАД:

$$\rho = \frac{S(1-p)p^{\lfloor k \rfloor}}{2} \left[\left(2^{\lfloor k \rfloor} - \frac{1}{S} \right) \left(\frac{2^{\lfloor k \rfloor} + \lceil k \rceil - 2}{p} \right) + 2 \left(\frac{1}{S} - 2^{\lfloor k \rfloor} \right) \left(2^{\lceil k \rceil} + \lceil k \rceil - 1 \right) \right] \leq 0,5, \quad (2)$$

де $k = \frac{K_Z}{n} - 2$; $\lfloor k \rfloor$ – ціла частина числа k ; $\lceil k \rceil$ – округлене k до цілого числа.

З наведених виразів (1) і (2) за умови $\rho \leq 0,5$ отримати значення p в явному вигляді не представляється можливим, тому мінімально необхідне значення p , яке задовольняє всім необхідним умовам, знаходиться по блок-схемі алгоритму рис. 2.

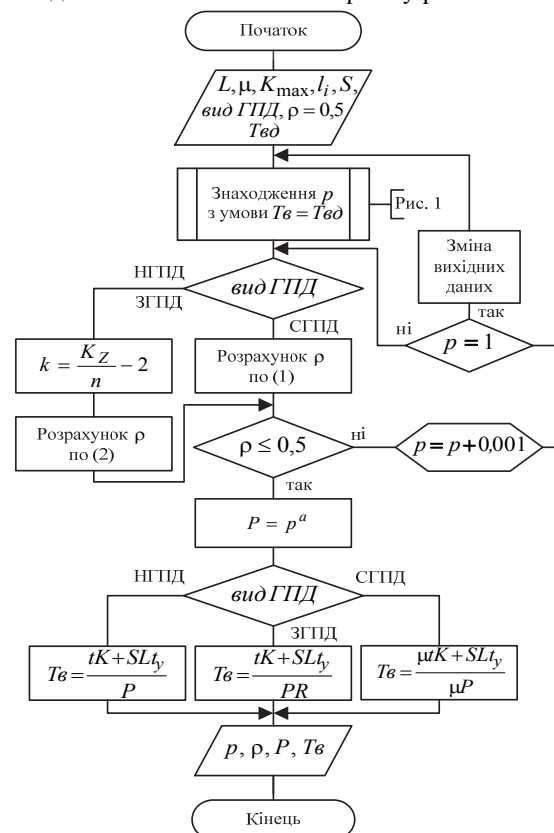


Рис. 2. Блок-схема алгоритму знаходження мінімально необхідного значення p при будь-якому вигляді ГПД

Застосування отриманих результатів показано на прикладі обґрунтування вимог по відновленню тракту передачі тропосферної станції Р-423 за умов [10; 11]: $L = 51$; $S = 0,06$; $p = 0,995$; $T_{вд} \leq 40$ хв.; $t = 3$ хв.; $t_y = 5$ хв.; $m = 2$; $\mu = 2$ (табл. 2).

Таблиця 2

Показники якості діагностичного забезпечення

Показник	Прототип	НГПД	ЗГПД	СГПД
Р	0,931	0,970	0,975	0,971
Тв, хв	70	67	71	40

В цьому випадку НГПД і ЗГПД не відповідають умовам $T_{в} \leq T_{вд}$, крім того, конструкція об'єкта не дозволяє реалізацію ЗГПД. Найкращі результати забезпечують СГПД двома майстрами.

Висновки

1. Розглянуто варіанти використання групового пошуку дефектів при відновленні ЗСЗ з кратними дефектами і їх впливу на метрологічні характеристики ЗВТ.

2. Запропоновано блок-схеми алгоритмів, що дозволяють визначити мінімально допустиме значення ймовірності правильної оцінки результату виконання перевірки за умовами ремонту ЗСЗ агрегатним методом $T_{в} \leq T_{вд}$ і $p \leq 0,5$, що мінімізує вартість ЗВТ АТЗ.

3. Отримані результати доцільно використовувати в методиках обґрунтування вимог до метрологічного обслуговування ЗСЗ за критерієм мінімуму вартості ЗВТ при обмеженнях на час відновлення.

2. Курченко О.А. Методики разработки алгоритмов и программ диагностирования военной техники связи при агрегатном методе ремонта: дис. канд. наук: 20.02.14. / Курченко О.А. – К., 2001. – 245 с.

3. Герасимов С.В. Разработка та дослідження адаптивного методу синтезу параметрів контуру коригування системи управління / С.В. Герасимов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 4(120). – С. 3-6.

4. Яковлев М.Ю. Методика обґрунтування метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки військового призначення для метрологічного обслуговування військової техніки зв'язку / М.Ю. Яковлев, Ю.Б. Прибілев, Є.В. Рижов // Труды Университету: зб. наук. праць НУОУ. – 2014. – № 2 (123). – С. 65-73.

5. Яковлев М.Ю. Підхід до вибору засобів вимірювальної техніки військового призначення для метрологічного обслуговування військової техніки зв'язку / М.Ю. Яковлев, Є.В. Рижов // Військово-технічний збірник Академії СВ. – 2014. – № 1 (10). – С. 119-127.

6. Рыжаков В.А. Групповой зонный поиск кратных дефектов при ремонте техники связи / В.А. Рыжаков, Л.Н. Сакович // Зв'язок. – 2005. – №1. – С. 57-60.

7. Сакович Л.Н. Совместный групповой поиск кратных дефектов при ремонте техники связи / Л.Н. Сакович, В.А. Рыжаков // Зв'язок. – 2005. – №2. – С. 59-62.

8. Сакович Л.М. Моделирование процесса группового поиска дефектов под час ремонту техники зв'язку / Л.М. Сакович, В.П. Романенко // Зв'язок. – 2012. – №2. – С. 58-62.

9. Сакович Л.М. Моделирование процесса группового поиска дефектов при ремонте технических объектов телекоммуникационных систем / Л.М. Сакович, В.П. Романенко // Зв'язок. – 2014. – №4. – С. 33-38.

10. Романенко В.П. Модель процесса группового поиска дефектов под час ремонту військової техніки зв'язку / В.П. Романенко, Л.М. Сакович // Озброєння та військова техніка. – 2014. – №4. – С. 49-54.

11. Романенко В.П. Методика розробки діагностичного забезпечення групового пошуку дефектів при ремонті техніки зв'язку в польових умовах / В.П. Романенко, Л.М. Сакович // Зв'язок. – 2015. – №2. – С. 53-56.

Список літератури

1. Рыжаков В.А. Методики обеспечения ремонтно-пригодности военной техники связи Вооруженных Сил Украины: дис. канд. наук: 20.02.14. / Рыжаков В.А. – К., 2000. – 235 с.

Надійшла до редколегії 17.01.2017

Рецензент: д-р техн. наук ст. наук співробітник П.І. Ванкевич, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

ТРЕБОВАНИЯ К МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОЙ СВЯЗИ В АППАРАТНЫХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Л.Н. Сакович, Е.В. Рыжов, П.Л. Аркушенко, А.В. Ходыч

В статье рассмотрены варианты использования группового поиска дефектов при восстановлении средств специальной связи с кратными дефектами и их влияния на метрологические характеристики средств измерительной техники. Также предложены блок-схемы алгоритмов, позволяющие определить минимально допустимое значение вероятности правильной оценки результата выполнения проверки по условиям ремонта средств специальной связи агрегатным методом, что минимизирует стоимость средств измерительной техники аппаратной технической поддержки.

Ключевые слова: средства специальной связи, аппаратная техническая поддержка, метрологическое обслуживание, средства измерительной техники, метрологические характеристики.

REQUIREMENTS FOR VEHICLES METROLOGICAL SERVICES OF SPECIAL COMMUNICATION HARDWARE TECHNICAL SUPPORT

L.M. Sakovych, Y.V. Ryzhov, P.L. Arkushenko, A.V. Khodych

The article describes the options for using the group search of defects in the reduction of means of special communication with multiple defects and their impact on the metrological characteristics of measuring instruments. Also flowcharts are provided for determining the minimum acceptable value of the probability of a correct evaluation of the result of the scan under the terms of repair of means of special communication by aggregate method that minimizes the costs of measuring equipment hardware technical support.

Keywords: special communication means, hardware technical support, metrological service, measuring equipment, metrological characteristics.