

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБТ

УДК 621.372.06+621.396.6

Л.М. Сакович¹, Є.В. Ришов², О.В. Ходич¹

¹Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут" імені Ігоря Сікорського, Київ

²Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАСОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

В статті розглянуто взаємозв'язок технічної діагностики та метрології і показано, що впровадження сучасних технологій в процес визначення технічного стану засобів спеціального зв'язку дозволяє обґрунтовано знизити вартість засобів вимірювальної техніки. Формалізований порядок удосконалення метрологічного обслуговування засобів спеціального зв'язку у вигляді блок-схеми алгоритму. Запропоновано цільову функцію і показник ефективності для кількісної оцінки результатів удосконалення метрологічного обслуговування засобів спеціального зв'язку у вигляді мінімізації витрат при обмеженому часі.

Ключові слова: засоби спеціального зв'язку, технічна діагностика, метрологічне обслуговування, клас точності, метрологічні характеристики, засоби вимірювальної техніки.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Реальний технічний стан засобів спеціального зв'язку (ЗСЗ) під час їх технічного обслуговування (ТО) та всіх видів ремонту визначається за аналізом результатів кількісної оцінки значень параметрів і характеристик, для чого використовують засоби вимірювальної техніки (ЗВТ). Метрологічне обслуговування (МОБ) – комплекс робіт з вимірювання та контролю параметрів (характеристик) виробів озброєння та військової техніки, апаратури та пристроїв і установлення необхідності їх налаштування, регулювання або ремонту.

Взаємозв'язок технічної діагностики, яка вирішує задачі перевірки працездатності виробів, пошуку дефектів при їх несправності і прогнозування стану на деякий період часу, та метрології показано в роботі [1], але більшість діючих методик розробки МОБ не враховують цю обставину [2-5]. В останній час опубліковані результати досліджень впливу якості МОБ на ефективність рішення завдань технічної діагностики [6-20], але методика комплексного їх використання при обґрунтуванні вибору ЗВТ для ТО і ремонту ЗСЗ за обраними критеріями відсутня.

Тому **мета статті** – із застосуванням сучасних досягнень в галузі технічної діагностики і метрології розглянути можливості їх використання під час розробки МОБ ЗСЗ.

Виклад основного матеріалу

Відомо, що значення класу точності (K_T) ЗВТ суттєво впливає на їх вартість: наприклад, зміна K_T з 1,0 до 0,2 збільшує вартість універсального вольтметра в 4 рази [6-8]. В свою чергу K_T аналогових чи кількість розрядів (r) цифрових ЗВТ залежить від вимог до ремонтпридатності ЗСЗ: зв'язок метрології та технічної діагностики полягає в тому, що ймовірність правильної оцінки результату виконання вимірювань параметра під час оцінки реального технічного стану об'єкта (p) впливає на середній час визначення працездатності (T_{θ}) [1, 6, 8, 9]

$$T_{\theta} = \frac{Kt + t_y}{p^K} \leq T_{\theta_{\text{дон}}},$$

де K – кількість вимірювань діагностичних параметрів для встановлення технічного стану;

t – середній час виконання вимірювання;

t_y – середній час усунення несправності;

$T_{\theta_{\text{дон}}}$ – припустимий час відновлення працездатності.

Звідси випливає мінімально допустиме значення

$$p_{\min} = K \sqrt{\frac{Kt + t_y}{T_{\theta_{\text{дон}}}}}.$$

Мінімально припустима кількість розрядів цифрових ЗВТ визначається нерівністю [15, 16]

$$\sqrt{39989 - 40000p} \leq r \leq \sqrt{59991 - 60000p},$$

де результат r округлюється до цілого числа.

Тобто від якості діагностичного забезпечення ЗСЗ залежить значення K , від кваліфікації фахівців та технологічного обладнання ремонтного органу залежать значення t і t_y , що визначає p_{min} і вибір типу ЗВТ (табл. 1) [6-8].

З врахуванням наведених міркувань цільову функцію удосконалення МОБ ЗСЗ доцільно пред-

ставити у вигляді мінімізації витрат (C) при обмеженому часі

$$C(X) = \min_{X^* \in \Delta} C(X^*) \text{ при } T_v \leq T_{v_{доп}},$$

де $X = \{K, t, t_y, p, T_v\}$ – сукупність параметрів, які впливають на вартість МОБ ЗСЗ, причому K, t, t_y, p – керовані змінні, $T_{v_{доп}}$ – задається керівним технічним матеріалом;

Таблиця 1

Узагальнені відомості про безпомилковість виконання вимірюваних операцій

№ з/п	Вимірювані операції	p
1.	Сприйняття до оцінки показань одиночного стрілочного приладу:	
	багатоканального	0,84...0,852
	простого	0,944...0,960
	з вертикальною лінійною шкалою	0,645
	з горизонтальною лінійною шкалою	0,725
	з круговою шкалою	0,891
	з напівкруглою шкалою	0,834
	з шкалою у вигляді вікна	0,995
2.	Визначення значення "норма" по сектору на шкалі приладу	0,971
3.	Пошук, сприйняття і оцінка стану індикаторів:	
	від одного до семи	0,995
	від п'яти до п'ятнадцяти	0,99
4.	Сприйняття і оцінка показань цифрового приладу з кількістю розрядів:	
	від одного до трьох	0,9997
	від чотирьох до шести	0,9993
	від семи і більше	0,9985
5.	Прийняття рішення при декількох логічних умовах:	
	одне, два	0,995
	три, чотири	0,950
	п'ять і більше	0,900

X^* – значення параметрів, при яких вартість МОБ ЗСЗ мінімальна;

Δ – область допустимих значень зміни параметрів.

Ступінь удосконалення МОБ ЗСЗ кількісно оцінюється показником ефективності

$$\eta = \begin{cases} \frac{K_T - K_T'}{K_T'} \cdot 100\% & \text{для аналогових ЗВТ,} \\ \frac{r' - r}{r'} \cdot 100\% & \text{для цифрових ЗВТ,} \end{cases}$$

де $K_T > K_T'$, $r < r'$;

K_T' – клас точності існуючих ЗВТ;

K_T – клас точності запропонованих ЗВТ;

r' – кількість розрядів існуючих ЗВТ;

r – кількість розрядів запропонованих ЗВТ.

Це можливо, оскільки вартість аналогових ЗВТ є обернено пропорційною класу точності $C_a \equiv 1/K_T$, а для цифрових ЗВТ прямо пропорційна кількості розрядів $C_y \equiv r$.

Задача удосконалення МОБ ЗСЗ зводиться до мінімізації значення p за рахунок підвищення якості діагностичного забезпечення (зниження K, t, t_y) з

подальшим обґрунтованим вибором типу ЗВТ (табл. 1) і розрахунком за відомими методиками [6, 7, 15, 16] K_T або r .

Рішення можливе за рахунок використання досягнень технічної діагностики:

використання під час розробки діагностичного забезпечення всіх видів надлишковості ЗСЗ [11, 19, 20];

під час обслуговування або ремонту ЗСЗ в умовах ремонтних органів використовувати всі види групового пошуку дефектів [13, 14, 17, 18];

при відновленні ЗСЗ з аварійними або бойовими пошкодженнями використовувати ремонт агрегатним методом з усіченою процедурою пошуку кратних дефектів [9, 10, 12].

Блок-схема алгоритму удосконалення МОБ ЗСЗ за рахунок використання ефективних технологій технічного діагностування наведено на рис. 1, де μ – кількість фахівців;

Q – ступінь пошкодження ЗСЗ (кількість кратних дефектів);

m – модуль вибору алгоритмів пошуку дефектів.

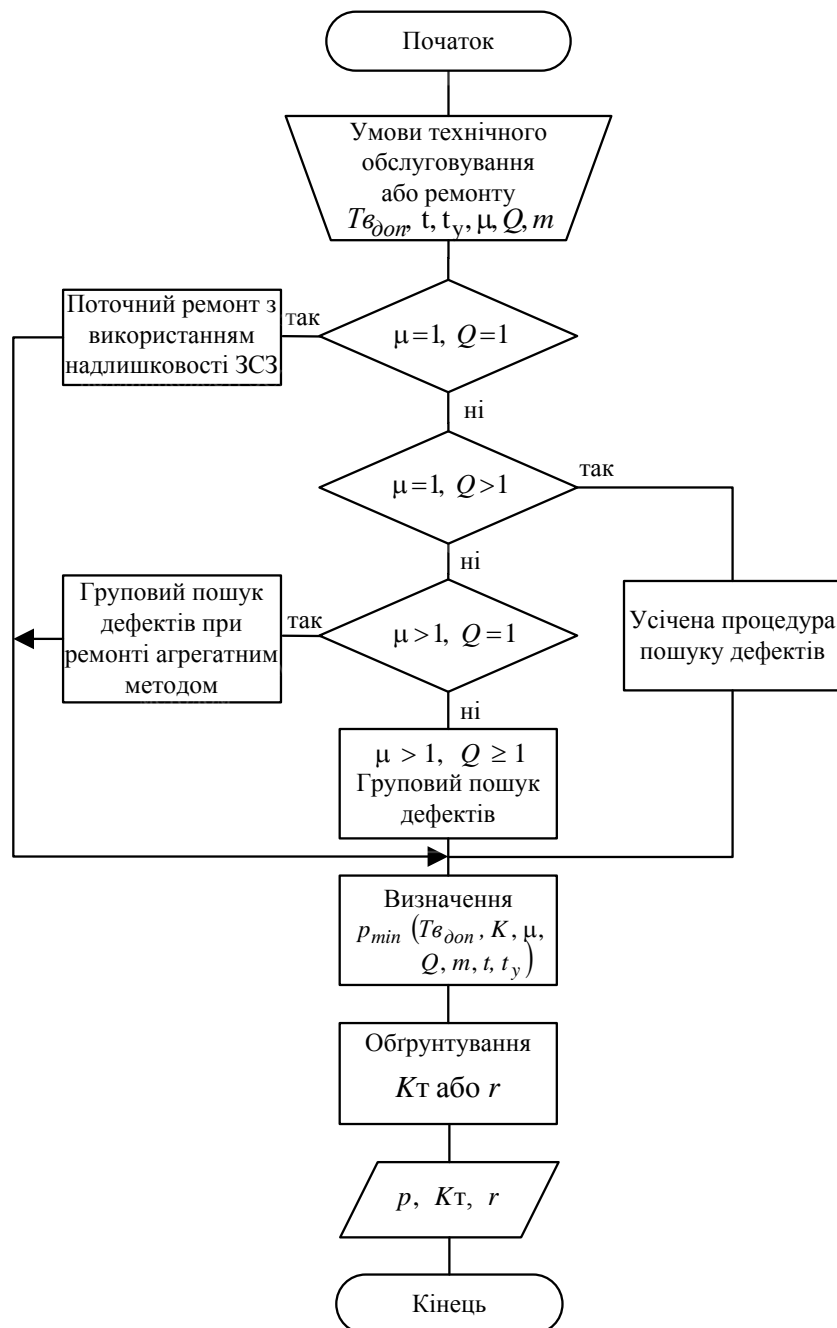


Рис. 1. Блок-схема алгоритму удосконалення метрологічного обслуговування засобів спеціального зв'язку

Висновки

1. Розглянуто взаємозв'язок технічної діагностики та метрології і показано, що впровадження сучасних технологій в процес визначення технічного стану ЗСЗ дозволяє обґрунтовано знизити вартість ЗВТ.

2. Запропоновано цільову функцію і показник ефективності для кількісної оцінки результатів удосконалення МОБ ЗСЗ.

3. Формалізований порядок удосконалення МОБ ЗСЗ у вигляді блок-схеми алгоритму.

4. Комплексне використання приведених рекомендацій дозволить знизити вартість ЗВТ при забезпеченні необхідної якості МОБ ЗСЗ.

Список літератури

1. Ксєнз С.П. Диагностика и ремонтпригодность радиоэлектронных средств. – М.: Радио и связь, 1989. – 248 с.
2. Воронін А.В. Методика визначення кількості вимірюваних параметрів радіоелектронної апаратури при експлуатації авіаційної техніки за станом / А.В. Воронін, М.В. Гудков // Системи обробки інформації. – Харків: ХУПС. – 2011. – Вип. 2 (92). – С. 68-70.

3. Віткін Л.М. Методика оптимізації контрольованих параметрів якості продукції у процесі метрологічної експертизи технічної документації / Л.М. Віткін, В.У. Ігнаткін, В.А. Литвиненко, О.І. Білий // Системи обробки інформації. – Харків: ХУПС. – 2009. – Вип. 6 (80). – С. 149-155.

4. Хижняк В.В. Метод оптимізації измеряемых параметров сложных технических комплексов на основе атрибутированного бинарного дерева / В.В. Хижняк, С.В. Герасимов, И.Е. Бакулин // Український метрологічний журнал. – 2009. – № 4. – С. 45-49.

5. Рижов Є.В. Аналіз методик метрологічної експертизи складних технічних систем / Є.В. Рижов, М.Ю. Яковлев, О.В. Ходич, П.Л. Аржушенко // Український метрологічний журнал. – 2015. – № 2. – С. 12-16.

6. Сакович Л.Н. Выбор средств измерений согласно требований к ремонтпригодности средств связи / Л.Н. Сакович, В.Н. Дзюба, В.П. Павлов // Зв'язок. – 2003. – № 2. – С. 23-25.

7. Сакович Л.Н. Определение метрологических характеристик средств измерений для обслуживания и ремонта средств связи / Л.Н. Сакович, В.Н. Дзюба, В.П. Павлов // Зв'язок. – 2003. – № 5. – С. 17-19.

8. Сакович Л.Н. Выбор средств измерений для технического обслуживания и текущего ремонта оборудования систем защиты информации / Л. Сакович, В. Рыжак, В. Павлов // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні. Вип. №7. – К.: НТУУ "КПІ". – 2003. – С. 77-85.

9. Сакович Л. Выбор параметров и последовательности их измерения при техническом обслуживании аппаратуры систем защиты информации по состоянию / Л. Сакович, Р. Бобро // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні. Вип. №10. – К.: НТУУ "КПІ". – 2005. – С. 176-180.

10. Сакович Л.Н. Выбор параметров и последовательности их измерения при техническом обслуживании средств связи по состоянию / Л.Н. Сакович, Р.А. Бобро // Зв'язок. – 2006. – №3. – С. 54-56.

11. Сакович Л.Н. Обоснование глубины поиска дефектов встроенными средствами диагностирования в технике связи / Л.Н. Сакович, Ю.С. Василюк // Зв'язок. – 2008. – №3. – С. 56-59.

12. Сакович Л.Н. Количественная оценка достоверности диагностирования при установлении аварийных

повреждениях техники связи / Л.Н. Сакович, Ю.П. Вансович // Зв'язок. – 2010. – №2. – С. 47-49.

13. Сакович Л.Н. Количественная оценка вероятностных характеристик диагностических ошибок при ремонте техники связи / Л.Н. Сакович, В.П. Романенко // Зв'язок. – 2011. – № 4. – С. 60-62.

14. Сакович Л.М. Моделирование процесса группового поиска дефектів під час ремонту техніки зв'язку / Л.М. Сакович, В.П. Романенко // Зв'язок. – 2012. – № 2. – С. 58-62.

15. Сакович Л.М. Обґрунтування послідовності і кількості параметрів для метрологічного обслуговування техніки зв'язку / Л.М. Сакович, М.Ю. Яковлев // Зв'язок. – 2014. – № 1. – С. 14-19.

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

17. Сакович Л.М. Моделирование процесса группового поиска дефектів при ремонті технічних об'єктів телекомунікаційних систем / Л.М. Сакович, В.П. Романенко // Зв'язок. – 2014. – № 4. – С. 33-38.

18. 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.

19. Сакович Л.М. Методика визначення вимог до метрологічних характеристик засобів вимірювання діагностичних параметрів техніки зв'язку для забезпечення ремонтпридатності / Л.М. Сакович, Ю.С. Василюк // Зв'язок. – 2015. – № 3. – С. 47-53.

20. Сакович Л.М. Методика розробки діагностичного забезпечення поточного ремонту техніки зв'язку з комплексним використанням її надлишковості / Л.М. Сакович, Ю.С. Василюк // Зв'язок. – 2016. – № 2. – С. 48-55.

Рецензент: д.т.н., с.н.с. М.Ю. Яковлев, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

Направления совершенствования метрологического обслуживания средств специальной связи

Л.Н. Сакович, Е.В. Рижов, О.В. Ходыч

В статье рассмотрена взаимосвязь технической диагностики и метрологии, показано, что внедрение современных технологий в процесс определения технического состояния средств специальной связи позволяет обоснованно снизить стоимость средств измерительной техники. Формализованный порядок совершенствования метрологического обслуживания средств специальной связи в виде блок-схемы алгоритма. Предложено целевую функцию и показатель эффективности для количественной оценки результатов совершенствования метрологического обслуживания средств специальной связи в виде минимизации затрат при ограниченном времени.

Ключевые слова: средства специальной связи, техническая диагностика, метрологическое обслуживание, класс точности, метрологические характеристики, средства измерительной техники.

Areas of improvement of special communication means metrological maintenance

L. Sakovych, Y. Ryzhov, A. Khodych

The article deals with the relationship between technical diagnostics and metrology, and show that the introduction of modern technologies in the process of determining the technical condition of special communication allows considerable reduction of the measuring instruments cost. Formalized procedure for improving metrological service of special communication in the form of a flowchart algorithm has been suggested.

An objective function and performance indicator to quantify the results of improving metrological service of special communication means in the form of minimizing costs for a limited time has been proposed.

It has been found that the measurement of value number of diagnostic parameters to establish the technical state depends on the quality of special communications diagnostic software; the average time of measurement and troubleshooting, providing the minimum permissible value of the probability of a correct assessment results measurement parameter and justified choice of a measuring equipment instrument depends on the specialists qualifications and technological equipment of the repairing body.

Keywords: *special communication tools, technical diagnostics, metrological maintenance, accuracy, metrological characteristics of measuring instruments.*
