

УДК 621.372.+621.396.6

Л.Н. Сакович¹, П.Л. Аркушенко², А.В. Ходыч¹¹ *Институт специальной связи и защиты информации Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» имени Игоря Сикорского, Киев*² *Государственный научно-испытательный центр Вооруженных Сил Украины, Чернигов*

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АППАРАТНОЙ СВЯЗИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И ТЕКУЩЕМ РЕМОНТЕ

В статье рассмотрены возможные виды взаимодействия группы специалистов при техническом обслуживании и поточном ремонте аппаратных связи. Впервые получены функциональные зависимости среднего времени оценки технического состояния аппаратных связи и количественной оценки диагностических ошибок, а также предложены блок-схемы алгоритмов нахождения минимально необходимого значения вероятности правильной оценки результата выполнения проверки.

Ключевые слова: аппаратная связь, техническая диагностика, дефект, поточный ремонт, средства измерительной техники, метрологические характеристики.

Введение

Постановка проблемы и анализ последних исследований и публикаций. Аппаратные полевых узлов связи состоят из тысяч элементов и относятся к объектам большой размерности, техническое обслуживание (ТО) и поточный ремонт (ПР) которых выполняется экипажами с привлечением специалистов ремонтных органов из аппаратных технического обеспечения (АТО). В этих случаях определение технического состояния объектов осуществляется группой специалистов по условным алгоритмам (УА). При ТО по состоянию, что предписывается руководящими документами [1], в заданной последовательности проверяется значение диагностических параметров и при их отклонении от нормы выполняется поиск дефектов с последующим устранением неисправности. При этом реализуются различные виды группового поиска дефектов (ГПД) по УА [2–10].

В известных работах решаются задачи повышения эффективности деятельности экипажей в процессе установления реального технического состояния аппаратных связи.

Цель настоящей статьи – формирование требований к средствам измерений (СИ) из состава аппаратных связи и АТО по критерию минимума их стоимости при ограничениях на время определения технического состояния.

Изложение основного материала

Известно, что стоимость СИ определяется классом точности аналоговых или числом разрядов цифровых приборов, которые в свою очередь, зависят от минимального значения вероятности правильной оценки результата выполнения проверки

(p) [11–12].

В практике ТО и ПР аппаратных связи находят применение все виды ГПД [2–10]:

независимый (НГПД) – при ТО аппаратных связи и ПР различных типов технических объектов в универсальных АТО;

общий (СГПД) – при ПР объектов большой размерности с пространственно разнесенными элементами;

зонный (ЗГПД) – при ремонте однотипных объектов модульной конструкции в специализированных АТО.

Целевая функция задания принимает вид:

$$p(X) = \min_{X^* \in \Delta} p(X^*), \text{ при } T_v \leq T_{v_d},$$

где X – совокупность параметров, влияющих на значение p ;

X^* – значения параметров, при которых p минимальна;

T_v – реальное время определения технического состояния объекта;

T_{v_d} – допустимое время определения технического состояния согласно руководящих документов;

Δ – область допустимых значений изменения параметров.

Задача решается при ограничениях на число специалистов $1 \leq \mu \leq R$, где R – число членов экипажа аппаратной связи или АТО;

$\rho \leq 0,5$ – математическое ожидание отклонения диагноза при одной ошибке специалиста в оценке результата выполнения проверки при ПР агрегатным методом;

$0,6 \leq p_{\min} \leq 0,9997$ – возможные значения для используемых в войсковых ремонтных органах СИ.

Допущения при решении задачи соответствуют условиям функционирования военных ремонтных органов:

- рассматривается худший вариант с точки зрения диагностики, случай равномерного распределения дефектов в объекте;
- при диагностировании новых дефектов в объекте не возникает;
- организационные расходы времени не учитываются;
- квалификация специалистов соответствует должности;
- при оценке состояния объекта допускается возможность не более одной ошибки в оценке результата выполнения проверки.

Принципиальное отличие ЗГПД и СГПД заключается в том, что в первом случае ошибка искалителя увеличивает трудозатраты только для него и не влияет на качество работы других, а во втором случае ошибка одного влияет на результат работы всех и увеличивает общие трудозатраты. Кроме того, СГПД не зависит от разделения средств специальной связи на конструктивные единицы.

Независимые ГПД используют, например, при ТО радиостанций средней мощности (Р-140, Р-161 и других), когда специалисты независимо друг от друга проверяют параметры радиоприёмника, возбuditеля, электропитания и других подсистем аппаратной связи. В этих случаях каждый специалист работает на определённом участке со своими СИ, проверяя параметры по бинарному или однородному УА. Тогда при равномерной загрузке специалистов можно считать, что специалист проверяет подмножество из L/μ элементов, где L – общее число элементов в объекте, и работы по ТО или ПР завершаются одновременно. При этом

$$T_B = \frac{Kt + t_y}{p^K} \leq T_{B_d};$$

$$\rho = 0,5 \left(\frac{L}{\mu} + K - 1 \right) \cdot (1-p)p^{K-1} \leq 0,5;$$

$$K = \log_m \frac{L}{\mu},$$

где m – модуль выбора УА, то есть число возможных результатов оценки выполнения проверки диагностического параметра;

t и t_y – среднее время выполнения проверки и устранения неисправности.

Из первого неравенства следует, что

$$\left(\frac{Kt + t_y}{T_{B_d}} \right)^{\frac{1}{K}} \leq p < 1.$$

С учётом выполнения ограничений на условия реализации ПР агрегатным методом на рис. 1 при-

ведена блок-схема алгоритма похождения минимально необходимого значения вероятности правильной оценки результата выполнения проверки.

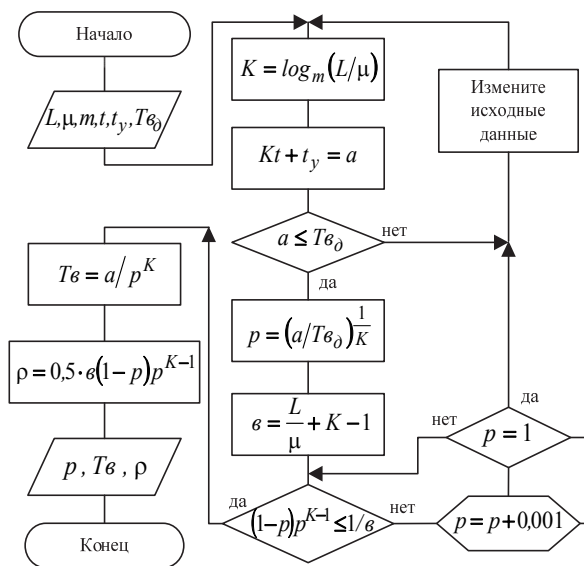


Рис. 1. Блок-схема алгоритма похождения минимально необходимого значения вероятности правильной оценки результата выполнения проверки при независимом групповом поиске дефектов

В случае реализации ЗГПД при ПР аппаратной связи каждый специалист также анализирует состояние L/μ элементов, которые подразделяются на n блоков или типовых элементов замены. Сначала проверяется работоспособность блока и в случае его неисправности осуществляется переход к проверке следующего. При отклонении параметров от нормы выполняется поиск дефекта в подмножестве из $L/\mu n$ элементов с реализацией $K = \log_m(L/\mu n)$ проверок, что меньше чем при НГПД (рис. 2).

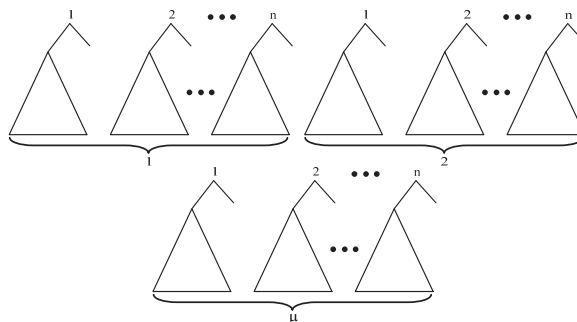


Рис. 2. Зонный поток дефектов при поточном ремонте

В этом случае при наличии одного дефекта общее число проверок всеми специалистами составляет

$$K = n\mu + K; \quad K = 1 + \log_m \left(\frac{L}{\mu n} \right),$$

где K – число проверок в неисправном блоке.

Общее время оценки технического состояния объекта по сравнению с НГПД уменьшается до значения

$$T_B = \frac{(n\mu + K)t + t_y}{p^K} \leq T_{B_d}.$$

Второе условие реализации ПР агрегатным методом принимает вид

$$\rho = 0,5 \left(\frac{L}{n\mu} + K - 1 \right) \cdot (1-p)p^{K-1} \leq 0,5;$$

откуда следует условие существования решения

$$\left(\frac{L}{n\mu} + K - 1 \right) \leq \frac{1}{(1-p)p^{K-1}}.$$

Блок-схема алгоритма нахождения минимально необходимого значения p при ЗГПД приведена на рис. 3.

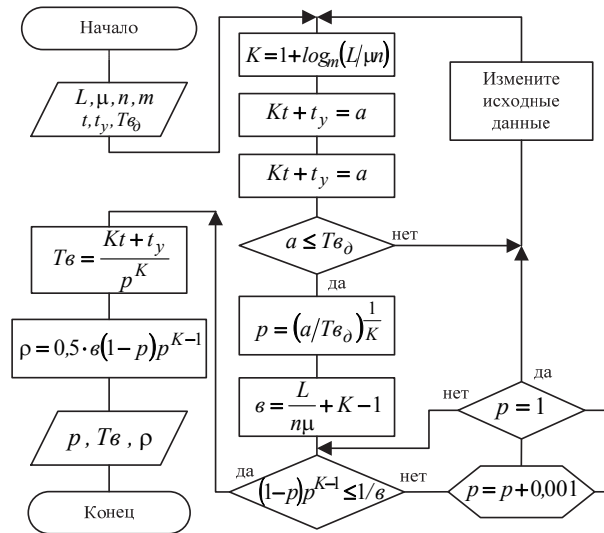


Рис. 3. Блок-схема алгоритма нахождения минимально необходимого значения вероятности правильной оценки результата выполнения проверки при зонном групповом поиске дефектов

В работах [11–12] исследован СГПД и получены следующие функциональные зависимости

$$T_B = \frac{Kt + t_y}{p^K} \leq T_{B_d};$$

$$K = \log_{\mu+1} L; \quad P = p^{\mu K};$$

$$\rho = 0,5 \left(K + \frac{L-1}{\mu} \right) \cdot (1-p)p^{\mu K-1} \leq 0,5.$$

По второму неравенству решение существует, если

$$\left(\frac{Kt + t_y}{T_B} \right)^{\frac{1}{\mu K}} \leq p < 1.$$

Блок схема алгоритма нахождения p_{\min} для

этого случая приведена на рис. 4.

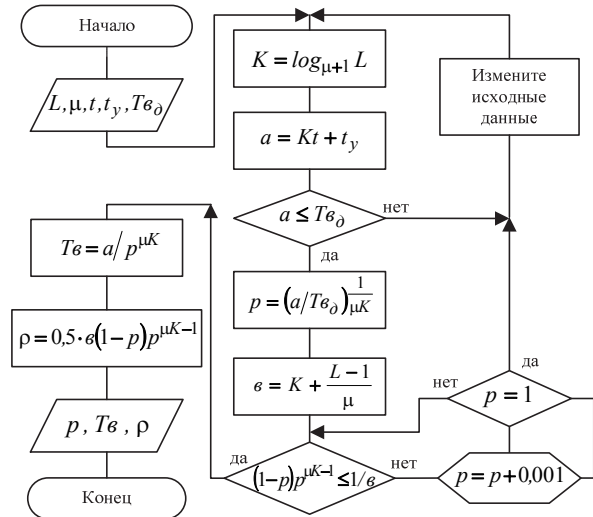


Рис. 4. Блок-схема алгоритма нахождения минимально необходимого значения вероятности правильной оценки результата выполнения проверки при совместном групповом поиске дефекта

Выводы

1. Рассмотрены возможные виды взаимодействия группы специалистов при техническом обслуживании и поточном ремонте аппаратных связи.
2. Получены функциональные зависимости среднего времени оценки технического состояния объекта (T_B) и количественной оценки диагностических ошибок (ρ).
3. Предложены блок-схемы алгоритмов нахождения минимально необходимого значения вероятности правильной оценки результата выполнения проверки.
4. Полученные результаты целесообразно использовать при обосновании метрологических характеристик средств измерений для комплектования аппаратных связи и технического обеспечения.

Список литературы

1. Керівництво з технічного забезпечення зв'язку та автоматизації управління військами Збройних Сил України / В.М. Дзюба, С.Д. Ковальчук, В.А. Рыжаков, Л.М. Сакович і інші. – К.: Воєнне видавництво, 2003. – 259 с.
2. Герасимов С.В. Постановка проблеми розробки оптимальної методики контролю параметрів технічних систем при експлуатації за станом / С.В. Герасимов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС. – 2013. – Вип. 9 (116). – С. 7-11.
3. 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.
4. 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.

5. Сакович Л.Н. Определение численности специалистов при восстановлении работоспособности техники связи с аварийными повреждениями / Л.Н. Сакович, Р.А. Бобро // Зв'язок. – 2006. – № 1. – С. 41-44.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Сакович Л.М. Формалізація процесу розробки алгоритмів паралельного пошуку дефектів з взаємним

обміном інформації про результати / Л.М. Сакович, В.П. Романенко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС. – 2015. – Вип. 9(134). – С. 57-61.

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

12. 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.

Поступила в редколлегию 20.01.2017

Рецензент: д-р техн. наук ст. научн. сотрудник М.Ю. Яковлев, Национальная академия сухопутных войск имени гетмана Петра Сагайдачного, Львов.

ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АПАРАТНОЇ ЗВ'ЯЗКУ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ

Л.М. Сакович, П.Л. Аркушенко, О.В. Ходич

У статті розглянуті можливі види взаємодії групи фахівців під час технічного обслуговування і поточного ремонту апаратних зв'язку. Вперше отримані функціональні залежності середнього часу оцінки технічного стану апаратних зв'язку та кількісної оцінки діагностичних помилок, а також запропоновані блок-схеми алгоритмів знаходження мінімально необхідного значення ймовірності правильної оцінки результату виконання перевірки.

Ключові слова: апаратна зв'язку, технічна діагностика, дефект, поточний ремонт, засоби вимірювальної техніки, метрологічні характеристики.

FORMATION OF REQUIREMENTS TO MEASURING DIAGNOSTIC PARAMETERS OF THE COMMUNICATION EQUIPMENT FOR MAINTENANCE AND CURRENT REPAIR

L. Sakovych, P. Arkushenko, A. Khodych

The article describes the possible types of interaction group of experts for maintenance and repair of hardware in-line connection. For the first time obtained the functional dependence of the mean-time evaluation of the technical state of the hardware connection and quantify the diagnostic errors and also provides flowcharts of finding the minimum required value of a correct assessment of the probability of the result of the scan.

Keywords: communication equipment, technical diagnostics, defect, on-line repair, measuring equipment, metrological characteristics of measuring instruments.