

МЕТОДИКА ВЕРОЯТНОСТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ПОВЕРОЧНЫХ РАБОТ ВОЙСКОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В.Н. Чинков, А.Е. Мельниченко
(Харьковский университет Воздушных Сил)

В статье предлагается методика вероятностного определения объема поверочных работ средств измерительной техники, который позволяет уменьшить этот объем в зависимости от условий эксплуатации средств измерительной техники и дрейфа их метрологических характеристик.

межповерочные интервалы, средства измерительной техники

Постановка проблемы. Оптимальность длительности межповерочных интервалов (МПИ) и объема поверочных работ средств измерительной техники (СИТ) является необходимым условием эффективного метрологического обслуживания (МОб) любых СИТ. Но особенно важны эти задачи для СИТ военного назначения (СИТ ВН), эксплуатация которых непосредственно взаимосвязана с эксплуатацией вооружения и военной техники [1]. Поэтому длительность и достоверность поверки СИТ ВН являются определяющими факторами в условиях жестких ограничений, обусловленных спецификой их применения [2].

Анализ литературы Большинство известных научных работ в указанной выше области посвящено разработке методик задания и корректировки МПИ СИТ по тем или иным критериям [3 – 5]. И практически отсутствуют работы по установлению рационального объема поверочных работ, а отдается предпочтение традиционной плановой системе его задания, независимо от условий эксплуатации, полноты использования и дрейфа метрологических характеристик СИТ.

Цель статьи заключается в обосновании нового, более гибкого метода определения объема поверочных работ СИТ ВН, основанного на учете изменения во времени (дрейфа) метрологических характеристик СИТ.

Основная часть. Суть предлагаемого метода заключается в следующем.

1. Из анализа условий эксплуатации (применения) каждого конкретного экземпляра СИТ данного типа устанавливается множество A нормируемых метрологических характеристик (НМХ), необходимых для выполнения заданных измерительных задач.

2. На основании полученной информации составляется физическая модель СИТ данного типа и рассчитываются вероятности скрытых метрологических отказов по каждой НМХ $A_i \in A$ модулей, узлов или блоков СИТ.

3. Рассчитываются вероятности возможных отказов НМХ СИТ.

Перед составлением такой физической модели СИТ проводится предварительная работа по подготовке исходных материалов, которая включает исследование и анализ работы узлов и устройств СИТ в реальных или приближенных к ним условиях эксплуатации. При этом устанавливаются зависимости их НМХ от режимов работы, пределов измерения, сигналов управления и т.д., а также степень влияния режимов работы СИТ, информативных и неинформативных параметров входных сигналов. На основании полученных результатов составляется физическая модель СИТ:

$$A_j = \bigcup_{k=1}^n A_{ki} = f_j(\alpha_i),$$

где α_i – подмножество первичных параметров i -го узла СИТ.

Степень связи между двумя характеристиками A_i и A_j определяется предельным значением коэффициента корреляции:

$$\tau_{A_j A_i} = n_o / \sqrt{n_j n_i}, \quad (1)$$

где n_i , n_j – количество первичных параметров подмножеств f_i и f_j соответственно, влияющих на НМХ A_i и A_j ; n_o – количество первичных параметров, общих для НМХ A_i и A_j СИТ. Если анализируемый узел СИТ характеризуется n первичными параметрами подмножества f_j , вторичным параметром q и двумя промежуточными метрологическими характеристиками A_1 и A_2 , то в формировании состояния параметра q участвуют все n -первичных параметров. В формировании промежуточных параметров участвуют соответственно подмножества n_1 и n_2 первичных параметров, которые в общем случае могут и пересекаться.

Тогда в соответствии с выражением (1) имеем:

$$r_{qA_1} = n_1 / \sqrt{n \cdot n_1} = \sqrt{n_1/n}; \quad r_{qA_2} = n_2 / \sqrt{n \cdot n_2} = \sqrt{n_2/n}.$$

Если $r_{qA_1} > r_{qA_2}$, то при $n_1 > n_2$ промежуточная характеристика A_1 будет иметь более высокую степень обобщения, чем характеристика A_2 . Тогда параметр q имеет еще более высокую степень обобщения. Это означает, что проверкой параметра (метрологической характеристики) q СИТ обеспечивается контроль состояния всех n первичных параметров, а, следовательно, и всех элементов данного множества.

Таким образом, при анализе физической модели СИТ устанавливается как число его основных НМХ, так и число проводимых измерений в каждом из их подмножеств. При этом важно, чтобы они охватывали контролем метрологическое состояние анализируемого узла (или блока) СИТ. Исходное количество НМХ СИТ, подлежащих проверке, и число проверяемых точек в каждой из них выбираются из условия полноты охвата всех узлов СИТ, влияющих на правильность функционирования СИТ во всех его диапазонах использования. Достаточность такого выбора проверяется расчетом полноты охвата, которую представим равенством:

$$E_k = P(\bar{A}_n)/P(A),$$

где $P(\bar{A}_n)$ – вероятность отказа СИТ по n-й НМХ; $P(A)$ – вероятность скрытого метрологического отказа СИТ при $P(A) = 1 - P(\bar{A})$; $P(\bar{A})$ – вероятность безотказной работы за МПИ СИТ. Полнота контроля правильности функционирования СИТ за его МПИ должна быть единичной, т.е. $\sum_{k=1}^n E_k = 1$.

Выводы. 1. Предлагаемая методика позволяет перейти от нормирования метрологических характеристик типов СИТ ВН к индивидуальным НМХ каждого конкретного экземпляра СИТ ВН.

2. Методика позволяет устанавливать объемы поверочных работ в зависимости от наработки СИТ ВН, исключить из объема поверочных работ дублирующие операции проверки и сделать проверку оптимальной по числу поверяемых точек для различных видов проверки.

3. Объем поверочных работ при использовании предлагаемой методики устанавливается на заводе-изготовителе СИТ, а параметры, подлежащие проверке, определяются нормативно-техническими документами на каждый тип СИТ. Это обеспечивает более широкий выбор как методов, так средств проверки.

Дальнейшие исследования будут направлены на совершенствование предложенной методики определения объема поверочных работ СИТ ВН.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ В1.2-95. Державна система стандартизації військової техніки. Метрологічне забезпечення озброєння та військової техніки. Основні положення. – К.: Держстандарт України, 1995. – 20 с.
2. Метрологическое обслуживание вооружения и военной техники войск ПВО / И.П. Чепелев, Н.Н. Шишов и др. – М.: Воениздат, 1994. – 194 с.
3. Фридман А.Э. Метрологическая надежность средств измерений и определение межповерочных интервалов // Метрология. – 1991. – № 9. – С. 52 – 61.
4. Чинков В.Н., Мельниченко А.Е. Метод корректировки межповерочного интервала средств измерительной техники // Збірник наукових праць НТУ “ХПІ”. – Х.: НТУ “ХПІ”. – 2003. – № 7, т. 3. – С. 181 – 186.
5. Чинков В.Н., Мельниченко А.Е. Методика оптимізації міжповерочних інтервалів засобів вимірювальної техніки при обмеженій інформації об їх метрологічних отказах // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2003. – Вип. 6. – С. 107 – 110.

Поступила 20.04.2005

Рецензент: доктор технических наук, профессор Ю.В. Стасев,
Харьковский университет Воздушных Сил.