

quency and the weight of the electronic scale. The introduction of digital signal processing and the integration of the dedicated phase-frequency range increases the resistance of the meter to the noise effects of the external environment and the configuration of the object of study on the parameters of the light flux.

Key words: optical meters, quantization frequency, accuracy, resolution, quartz oscillator.

Надійшла до редакції

28 березня 2018 року

Рецензовано

18 квітня 2018 року

УДК 623.61+621.396.6

УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ

Рижов Є. В.

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного,

Львів, Україна

E-mail: zheka1203@ukr.net

У статті запропонована удосконалена методика обґрунтування послідовності і кількості мінімально необхідних параметрів для проведення метрологічного обслуговування техніки зв'язку, яка відрізняється від відомих комплексним врахуванням часових та вартісних показників якості метрологічного обслуговування, що впливає на послідовність і кількість вимірювання значень параметрів, та знижує вартість засобів вимірювальної техніки за рахунок обслуговування мінімально необхідної кількості параметрів без зниження ймовірності правильної оцінки технічного стану техніки зв'язку. А також розглянуто вплив метрологічної надійності засобів вимірювальної техніки на значення комплексного коефіцієнту параметрів техніки зв'язку при визначенні послідовності їх вимірювання.

Ключові слова: метрологічне обслуговування, технічне обслуговування, оцінка технічного стану, метрологічна надійність, техніка зв'язку.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Необхідність оцінки реального технічного стану (ТС) техніки зв'язку (ТЗ) виникає при її метрологічному обслуговуванні (МОБ) під час технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) [1 – 4]. При цьому потрібно за встановлений час, що визначається інструкціями з експлуатації або керівними документами з надійності та ремонтпридатності, шляхом вимірювання у встановленій послідовності значень деякої кількості параметрів із сукупності можливих із завданням або максимально можливою ймовірністю оцінити ТС виробу. В даний час у зв'язку з недостатнім фінансуванням заходів технічної експлуатації ТЗ актуальним є завдання мінімізації витрат на МОБ, що не враховують відомі методики [5, 6], орієнтовані на мінімізацію часу ТО або ПР.

В [5, 6] запропоновано послідовність вимірювання значень параметрів ТЗ під час її МОБ виконувати в порядку збільшення комплексного коефіцієнта

$$W_i = K_n R_{n_i} + K_e R_{e_i} + K_v R_{v_i},$$

де K_n, K_e, K_v – вагові коефіцієнти важливості параметра, кількості елементів, що впливають на його формування, та часу вимірювання;

$R_{n_i}, R_{e_i}, R_{v_i}$ – ранг важливості параметра i , кілько-

сті елементів, що впливають на його формування та часу вимірювання, відповідно.

Значення $K_n = 0,5$; $K_e = 0,3$; $K_v = 0,2$ встановлено в [5] експертним опитуванням провідних фахівців в галузі технічної експлуатації ТЗ. Значення R_{n_i} також встановлюють експертним опитуванням фахівців залежно від вимог користувачів конкретних видів ТЗ. Ранг R_{e_i} визначають за результатами аналізу схеми зразка ТЗ. Ранг R_{v_i} визначають з аналізу інструкції з ТО ТЗ, або часу вимірювань конкретних параметрів під час ПР. При цьому межі зміни W_i не обмежені і не зрозуміло його фізичний зміст.

Тому мета статті – подальший розвиток відомих методик МОБ ТЗ в напрямку мінімізації витрат при забезпеченні часу МОБ ТЗ не більше необхідного врахуванням метрологічної надійності.

Виклад основного матеріалу

Для усунення встановлених недоліків пропонується додатково роздільно враховувати показники часу і вартості вимірювань окремих параметрів, а також використовувати нормоване значення $0 < W_i \leq 1$. В такому разі комплексний коефіцієнт

отримує фізичний сенс ймовірності першочергового вибору параметра для його оцінки під час ТО або ПР:

$$W_i = \frac{Kn_i}{Rn_i} + \frac{Ke_i}{Re_i} + \frac{Kч_i}{Rч_i} + \frac{Kв_i}{Rв_i},$$

де $Kч$ та $Kв$ – вагові коефіцієнти часу та вартості вимірювання значення параметра, а $Kч_i$ та $Kв_i$ ранг часу та вартості вимірювань, відповідно. В усіх випадках виконують ранжування параметрів в порядку збільшення рангу починаючи з одиниці: при $Rn_i = Re_i = Rч_i = Rв_i = 1$ також $W_i = 1$.

Як і раніше коефіцієнти визначають експертним опитуванням фахівців і обробкою результатів згідно рекомендацій [7-10].

В результаті експертного опитування фахівців Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Інституту спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут" імені Ігоря Сікорського, Державного науково-дослідного інституту спеціального зв'язку та захисту інформації та 10 територіального вузла урядового зв'язку, яким було запропоновано оцінити за десятибальною шкалою значення коефіцієнтів, отримані дані зведені в табл. 1 і табл. 2, де Mk – математичне сподівання значення коефіцієнту.

Таблиця 1. Узагальнені відомості щодо результатів експертного опитування

Експерт, i	Kn_i	Ke_i	$Kч_i$	$Kв_i$	$\sum_{i=1}^4 Ki$
1	10	7	4	6	27
2	9	8	6	7	30
3	10	8	3	6	27
4	8	9	5	7	29
5	10	8	3	6	27
6	10	9	5	7	31
7	9	6	3	5	23
8	10	7	3	5	25
9	10	8	3	4	25
10	9	7	3	4	23
11	10	7	3	5	25
12	9	7	4	4	24

Таблиця 2. Відносні значення коефіцієнтів

Експерт	$\frac{Kn_i}{\sum_{i=1}^4 Ki}$	$\frac{Ke_i}{\sum_{i=1}^4 Ki}$	$\frac{Kч_i}{\sum_{i=1}^4 Ki}$	$\frac{Kв_i}{\sum_{i=1}^4 Ki}$
1	0,3704	0,2592	0,1481	0,2222
2	0,3000	0,2667	0,2000	0,2333
3	0,3704	0,2963	0,1111	0,2222
4	0,2758	0,3103	0,1724	0,2414
5	0,3704	0,2963	0,1111	0,2222
6	0,3226	0,2903	0,1613	0,2258
7	0,3913	0,2609	0,1343	0,2117
8	0,4000	0,2800	0,1200	0,2000
9	0,4000	0,3200	0,1200	0,1600
10	0,3913	0,3043	0,1304	0,1739
11	0,4000	0,2800	0,1200	0,2000
12	0,3750	0,2917	0,1667	0,1667
Mk	0,3639	0,2880	0,1413	0,2066

Обираємо значення $Kn = 0,35$; $Ke = 0,3$; $Kч = 0,15$; $Kв = 0,2$; тоді відносна похибка відхилення від математичного сподівання дорівнює

$\delta Kn = 3,8\%$, $\delta Ke = 4,17\%$, $\delta Kч = 6,2\%$, $\delta Kв = 3,2\%$, що припустимо.

Результати кількісної оцінки показників якості експертного опитування фахівців підтверджують правильність і обґрунтованість визначення коефіцієнтів K_n , K_e , K_c , K_b .

Вочевидь, що для перевірки значень параметрів ТЗ використовують різноманітні ЗВТ, які відрізняються міжповірочним інтервалом t_j і ймовірністю безвідмовної роботи $P_j(t_j)$. Тому, для отримання більш об'єктивної оцінки значення коефіцієнту W_i кожного параметру ТЗ доцільно враховувати метрологічну надійність ЗВТ

$$W_i = \left[\frac{0,35}{Rn_i} + \frac{0,3}{Re_i} + \frac{0,15}{Rc_i} + \frac{0,2}{Rb_i} \right] \prod_{j=1}^{N_i} P_j(t_j),$$

де N_i – кількість ЗВТ для перевірки параметра i ; $P_j(t_j)$ – ймовірність безвідмовної роботи в міжповірочний інтервал ЗВТ типу j .

В такому випадку перевагу мають параметри, для перевірки яких використовують всього один ЗВТ, тобто $N_i = 1$.

Метрологічна надійність – властивість ЗВТ зберегти встановлені значення метрологічних характеристик протягом певного часу при нормальних режимах та робочих умовах експлуатації. Вона характеризується інтенсивністю відмов, ймовірністю безвідмовної роботи та напрацюванням на відмову [11].

Для розв'язання задачі оцінки метрологічної надійності розроблений метод аналітико-ймовірнісного прогнозування стану метрологічних характеристик і показників метрологічної надійності ЗВТ [12]. Недоліком зазначеного методу є неврахування впливу зовнішніх факторів на параметри комплектуючих елементів ЗВТ. Тому доцільно оцінити показники метрологічної надійності при експлуатації ЗВТ в умовах, що відрізняються від лабораторних.

В процесі експлуатації метрологічні характеристики і параметри ЗВТ зазнають змін. Ці зміни носять випадковий монотонний характер і призводять до відмов, тобто до неможливості ЗВТ виконувати свої функції. Відмови діляться на не метрологічні і метрологічні. Не метрологічною називається відмова, обумовлена причинами, не пов'язаними зі зміною метрологічних характеристик ЗВТ. Вони носять головним чином явний характер, проявляються раптово і можуть бути виявлені без проведення перевірки.

Метрологічною називається відмова, викликана виходом метрологічних характеристик з встановлених допустимих меж. Як показують проведені дослідження [13], метрологічні відмови трапляються значно частіше, ніж не метрологічні. Це обумовлює необхідність розробки спеціальних методів їх прогнозування і виявлення. Метрологічні відмови підрозділяються на раптові та поступові.

Раптовою є відмова, що характеризується стрибкоподібною зміною однієї або декількох метрологічних характеристик. Ці відмови через їх випадко-

вості неможливо прогнозувати. Їх наслідки (збій показань, втрата чутливості і т.д.) легко виявляються в ході експлуатації приладу, тобто за характером прояву вони є явними. Особливістю раптових відмов є сталість у часі їх інтенсивності. Це дає можливість застосовувати для аналізу цих відмов класичну теорію надійності. У зв'язку з цим надалі відмови такого роду не розглядаються.

Поступовою є відмова, що характеризується монотонною зміною однієї або декількох метрологічних характеристик. За характером прояву поступові відмови є прихованими і можуть бути виявлені тільки за результатами періодичного контролю ЗВТ. Надалі розглядаються саме такі відмови.

Кількісно ймовірність збереження значень метрологічних характеристик ЗВТ в конкретних умовах експлуатації можливо оцінити за виразом

$$P_j(t_j) = 1 - m \cdot K_M K_C,$$

де m – еквівалентна кількість відмов при експлуатації

$$m = t_j \cdot K_B / T,$$

де K_M – частка метрологічних характеристик ЗВТ, неохоплених вбудованим контролем;

K_C – статистична оцінка коефіцієнта прихованих відмов, яка характеризує частку метрологічних відмов;

K_B – середній коефіцієнт використання ЗВТ;

T – наробіток ЗВТ на відмову.

Значення t_j отримують із керівних документів метрологічного забезпечення обслуговуваних технічних об'єктів або із технічного опису ЗВТ.

Відомо, що фахівець ремонтного органу ТЗ безпосередньо займається її відновленням 900 годин протягом року. В такому разі коефіцієнт використання ЗВТ на пункті технічного обслуговування та ремонту за рік експлуатації дорівнює

$$K_B = \frac{900}{8760} = 0,103.$$

За результатами аналізу технічного опису та інструкції з експлуатації конкретних зразків ЗВТ визначають K_M .

Значення K_C залежно від призначення ЗВТ при відсутності статистичних даних результатів експлуатації приладів – аналогів визначають за усередненими показниками, які змінюються від 0,1 при вимірюванні напруги до 0,24 при вимірюванні параметрів електронних радіоламп і напівпровідникових приладів.

Наробіток на відмову ЗВТ також беруть із статистичних даних, а при їх відсутності із технічного опису приладів.

Середнє квадратичне відхилення оцінки ймовірності збереження значень метрологічних характеристик ЗВТ розраховують за виразом

$$\sigma = m \cdot K_M \sqrt{K_C (0,15 \cdot K_C + 1/m)}.$$

Сутність удосконалення методики полягає у роздільній оцінці впливу часу і вартості вимірюван-

ня параметрів і врахуванні метрологічної надійності ЗВТ під час визначення послідовності вимірювання параметрів ТЗ при її ТО та новому підході до оцінки комплексного показника параметра як ймовірності його першочергового вибору під час ТО або ПР.

Методика обґрунтування послідовності і кількості мінімально необхідних параметрів для метрологічного обслуговування техніки зв'язку

Методика призначена для обґрунтування вимог до МОБ ТЗ з метою мінімізації трудовитрат, сил і засобів при оцінці її реального ТС під час ТО і ПР.

Сутність методики полягає в науковому обґрунтуванні послідовності вимірювання значень параметрів ТЗ з мінімізацією їх кількості при встановленні реального ТС із заданою ймовірністю.

Використання методики передбачає урахування обмежень:

- в процесі визначення ТС ТЗ використовуються штатні ЗВТ зі складу апаратної зв'язку або апаратної технічного забезпечення (АТЗ);
- вибір параметрів здійснюється із сукупності передбачених технічною документацією на ТО ТЗ.

При цьому також враховують припущення:

кваліфікація фахівців відповідає займаній посаді; організаційні втрати часу не враховуються; ТЗ має повний комплект технічної документації.

Прийняті обмеження та припущення відповідають реальним умовам виконання ТО і ПР ТЗ штатними екіпажами апаратних зв'язку та АТЗ.

Вихідні дані отримують із технічного опису ТЗ та керівних документів:

перелік параметрів;
їх допустимі значення;
перелік ЗВТ для ТО і ПР ТЗ;
схеми ТЗ;
час вимірювання параметрів;
вартість ЗВТ;
допустимий час і вартість МОБ;
ймовірність правильної оцінки ТС.

Дані про відносну важливість параметрів отримують із експертного опитування фахівців.

Етапи реалізації методики:

отримання і аналіз вихідних даних;
встановлення рангу параметрів;
розрахунок комплексного коефіцієнту параметрів;
обґрунтування послідовності вимірювання значень параметрів;
розрахунок ймовірності оцінки правильного ТС ТЗ зі збільшенням кількості перевірених параметрів;
визначення мінімально необхідної кількості параметрів ТЗ при її ТО і ПР;
оцінка ефективності;
виведення кількісної оцінки щодо часу і вартості МОБ ТЗ.

Математичний апарат методики полягає у використанні методів:

теорії множин при моделюванні структури ТЗ і визначенні Re_i ;

теорії ймовірностей при обґрунтуванні мінімально необхідної кількості параметрів;

теорії обробки результатів експертного опитування при визначенні Rn_i .

Результат використання методики передбачає встановлення переліку, послідовності і кількості параметрів ТЗ, тривалість і вартість вимірювання їх значень.

Експериментальна перевірка методики проведена в порівнянні з прикладом [5] для радіостанції тактичної ланки управління Р-173, структурна схема якої наведена на рис. 1, а теоретико-множинна модель на рис. 2.

Перелік вимірювальних параметрів за даними [5] зведено в табл. 3, необхідних ЗВТ в табл. 4, де p_i – ймовірність правильної оцінки результату виконання перевірки, а вартість ЗВТ і час перевірки параметрів приведено в табл. 5.

У такому разі в табл. 6 показано результати ранжування параметрів (Rn_i і Re_i за даними [5]) і розрахунок їх комплексного коефіцієнту W_i , де R – порядок вимірювання параметрів.

Ймовірність визначення реального ТС ТЗ після перевірки R параметрів дорівнює [5]

$$P = \bigcup_{i=1}^R L_i / L,$$

де L_i – кількість елементів ТЗ, що впливають на формування параметрів i ; L – загальна кількість елементів ТЗ.

З аналізу рис. 2 слідує, що множина елементів M_3 впливає на формування інших параметрів і при їх номінальному значенні нестабільність частоти, що підтверджується табл. 6, можливо не перевіряти, так як $P(R=4)=1$.

На рис. 3 приведено залежність комплексного коефіцієнту першого параметра радіостанції від метрологічної надійності засобів його вимірювання, при цьому значення коефіцієнту залежно від типу ЗВТ змінюється до 38%.

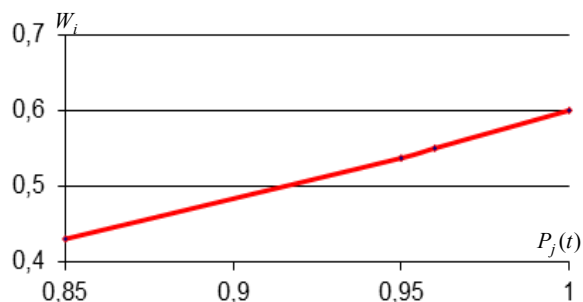


Рис. 3. Залежність значення комплексного коефіцієнту першого параметра радіостанції від метрологічної надійності засобів вимірювання

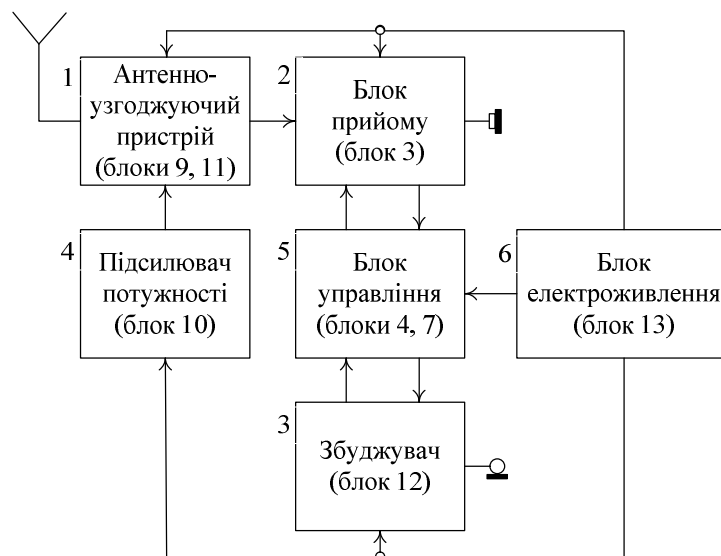


Рис. 1. Структурна схема радіостанції Р-173

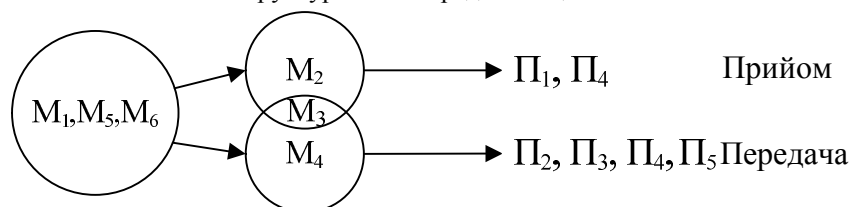


Рис. 2. Теоретико-множинна модель радіостанції Р-173

Таблиця 3. Перелік вимірюваних параметрів радіостанції Р-173

i	Параметр	Допустимі значення	Час вимірювання, t_i
1	Чутливість приймача з виключеним шумодавачем	Не більше 1,5 мкВ	25 хв.
	Чутливість приймача з включеним шумодавачем	Не більше 3 мкВ	
2	Нестабільність частоти радіостанції	Не більше $\pm 1,5$ кГц	22 хв.
3	Потужність передавача при номінальній напрузі борт мережі	Не менше 30 Вт	18 хв.
4	Струм споживання радіостанції при номінальній напрузі борт мережі не повинен перевищувати:		10 хв.
	в режимі прийому	1,5 А	
	в режимі передачі	9 А	
5	Девіації частоти передавача	В межах 4-6 кГц	15 хв.

Таблиця 4. Перелік контрольно-вимірювальної апаратури радіостанції Р-173

№ з/п	Назва засобів вимірювальної техніки	p_i	Параметри, які вимірюються
1	Амперметр Д5014	0,95	4
2	Вольтметр В7-15 з трійниковим переходом	0,85	3
3	Генератор НЧ сигналів Г3-102	0,834	5
4	Генератор сигналів ВЧ Г4-116	0,725	1
5	Вимірювач девіації СКЗ-43	0,9993	5
6	Мілівольтметр В3-41	0,834	1
7	Навантаження Э9-4А	-	3
8	Частотомір електронно-лічильний ЧЗ-54	0,9993	2

Таблиця 5. Вартість засобів вимірювальної техніки та час оцінки параметрів радіостанції Р-173

№ з/п	Параметр	ЗВТ	Ціна, тис.грн.	Вартість ЗВТ тис.грн.	Час вим., хв.
1	Чутливість приймача	Г4-116 В3-41	4,896 0,5	5,396	41,3
2	Потужність передавача	В7-15 Э9-4А	2,448 0,3	2,748	22,0
3	Нестабільність частоти	Ч3-54	6,560	6,500	21,1
4	Девіації частоти	Г3-102 СК3-43	2,450 4,896	7,346	10,5
5	Струм споживання	Д5014	4,125	4,125	17,8

Таблиця 6. Результати розрахунку комплексного коефіцієнту параметрів радіостанції

Параметр	N_i	Прототип		Удосконалений метод					
		$P_j(t)=1,0$		$P_j(t)=0,97$		$P_j(t)=0,95$		$P_j(t)=0,85$	
		W_i	R_i	W_i	R_i	W_i	R_i	W_i	R_i
Чутливість приймача	2	0,5970	1	0,5617	1	0,5388	1	0,4313	1
Потужність передавача	2	0,5625	3	0,5292	3	0,5077	3	0,4064	3
Нестабільність частоти	1	0,3167	5	0,3072	5	0,3009	5	0,2692	5
Девіації частоти	2	0,5775	2	0,5434	2	0,5212	2	0,4172	2
Струм споживання	1	0,3950	4	0,3831	4	0,3752	4	0,3357	4

Таблиця 7. Час і вартість вимірювання значень параметрів радіостанції Р-173

Варіант	Методика	Час вимірювань, хв.	Вартість ЗВТ, тис.грн.
1	Інструкція з експлуатації	113	26,115
2	Методика-прототип [5]	102	21,990
3	Запропонована методика	91	19,615

Тобто ця обставина підкреслює важливість і необхідність врахування метрологічної надійності ЗВТ під час визначення послідовності вимірювання параметрів ТЗ при її ТО.

Ефект від використання методики оцінюємо в порівнянні з інструкцією по експлуатації радіостанції Р-173 й результатами методики-прототипу (табл. 7).

Оцінка ефекту від застосування запропонованої методики показала, що виключення із переліку параметрів необхідності перевірки нестабільності частоти дозволяє на 10,8 % скоротити час МОБ радіостанції при її ТО і на 11 % зменшити вартість ЗВТ в порівнянні з методикою-прототипом [5].

Висновки

1. Методика відрізняється від відомих [5, 6] комплексним врахуванням часових та вартісних показників якості МОБ, що впливають на послідовність і кількість вимірювання значень параметрів, та знижує вартість ЗВТ за рахунок обслуговування мінімально необхідної кількості параметрів без зниження ймовірності правильної оцінки ТС ТЗ.

2. В роботі розглянуто вплив метрологічної надійності ЗВТ на значення комплексного коефіцієнту

параметрів ТЗ при визначенні послідовності їх вимірювання.

3. Наукова новизна приведених результатів полягає у тому, що отримала подальший розвиток методика обґрунтування послідовності і кількості мінімально необхідних параметрів для МОБ ТЗ в напрямку підвищення ефективності за рахунок комплексної оцінки параметрів: їх важливості, кількості елементів, часу і вартості.

4. Ефект від використання методики в порівнянні з прототипом [5] полягає в зниженні на 10-11 % часу встановлення ТС ТЗ і вартості необхідних ТЗ.

5. Подальший розвиток наукових досліджень доцільно спрямувати на удосконалення методик обслуговування мінімально необхідної номенклатури ЗВТ для ТО і ПР перспективної цифрової ТЗ.

Література

1. Керівництво з технічного забезпечення зв'язку та автоматизації управління військами Збройних Сил України / В. М. Дзюба, С. Д. Ковальчук, В. А. Рижаків, Л. М. Сакович [та ін.]. Київ: Военне видавництво, 2003. 259 с.

2. ДСТУ В 3576-97 Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення. Чинний від 1998.07.01. Київ.: Держстандарт України, 1998. 60 с.
3. Рижов Є. В. Аналіз методик метрологічної експертизи складних технічних систем / Є. В. Рижов, М. Ю. Яковлев, О. В. Ходич, П. Л. Аркушенко // Український метрологічний журнал. 2015. № 2. С. 12-16. DOI: <https://doi.org/10.24027/2306-7039.2.2015.119367>.
4. Сакович Л. М., Рижов Є. В., Ходич О. В. Напрямки удосконалення метрологічного обслуговування засобів спеціального зв'язку // Військово-технічний збірник Національної академії сухопутних військ. 2017. № 16. С. 60 – 64.
5. Сакович Л. М., Яковлев М. Ю. Обґрунтування послідовності і кількості параметрів для метрологічного обслуговування техніки зв'язку // Зв'язок. 2014. №1 (107). С. 14 – 19.
6. Yevhen Ryzhov. Optimization of requirements for measuring instruments at metrological service of communication tools / Yevhen Ryzhov, Lev Sakovych, Petro Vankevych, Maksym Yakovlev, Yuriy Nastishin // Measurement. Journal of the International Measurement Confederation, Volume 123 (July 2018) pp. 19 – 25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.03.055>
7. Литвак Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений. Москва: Патент, 1996. 272 с.
8. Дорофеев А. А., Покровская И. В., Чернявский А. Л. Экспертные методы анализа и совершенствования систем управления // Автоматика и телемеханика. 2004. № 10. С. 172 – 188.
9. Масленников В. Е. Особенности отбора экспертов // Социология. 2010. №2. С. 82 – 93.
10. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. Москва: Высш. шк., 2002. 275 с.
11. Ким К. К. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: учебное пособие. Санкт-Петербург: Питер, 2008. 368 с.
12. Мищенко С. В., Цветков Э. И., Чернышова Т. И. Метрологическая надежность измерительных средств. Москва: Машиностроение, 2001. 218 с.
13. Новицкий П. В., Зограф И. Л., Лабунец В. С. Динамика погрешностей средств измерений. Ленинград: Энергоатомиздат, 1990. 192 с.

УДК 623.61+621.396.6

Е. В. Рыжов

Национальная академия сухопутных войск имени гетмана Петра Сагайдачного, Львов, Украина

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИКИ СВЯЗИ

В статье предложена усовершенствованная методика обоснования последовательности и количества минимально необходимых параметров для проведения метрологического обслуживания техники связи, которая отличается от известных комплексным учетом временных и стоимостных показателей качества метрологического обслуживания. Это влияет на последовательность и количество измерения значений параметров, и снижает стоимость средств измерительной техники за счет обслуживания минимально необходимого количества параметров без снижения вероятности правильной оценки технического состояния техники связи. А также рассмотрено влияние метрологической надежности средств измерений на значение комплексного коэффициента параметров техники связи при определении последовательности их измерения.

Ключевые слова: метрологическое обслуживание, техническое обслуживание, оценка технического состояния, метрологическая надёжность, техника связи.

Y. V. Ryzhov

National Army Academy named after Hetman Sahaidachny, Lviv, Ukraine

IMPROVED METHODOLOGY OF SUBSTANTIATION OF PARAMETERS FOR METROLOGICAL SERVICE OF COMMUNICATION TOOLS

The need for an assessment of the real technical state of communication tools arises when it is metrological serviced during maintenance and on-going repairs. At the same time, it is required at the set time that is determined by the operating instructions or guidance documents for reliability and repair by measuring in a fixed sequence the estimated technical condition of the product.

Metrological is the failure, caused by the output metrological characteristics with the established limits. Studies show that metrological abnormalities are much more frequent than metrological ones. This necessitates the development of special methods for their prediction and detection.

Therefore, the article proposes an improved methodology for substantiating the parameters for the metrological maintenance of communication tools, which differs from the known complex consideration of time and cost indicators of the quality of metrological service. This affects the sequence and quantity of measurement of parameter values and

reduces the cost of measuring equipment through the maintenance of the minimum required number of parameters without reducing the likelihood of a correct assessment of the technical state of communication tools. Also, the influence of metrological reliability of measuring equipment on the value of the complex coefficient of communication technology parameters is determined in determining the sequence of their measurement.

The scientific novelty of the resulted results consists in the fact that the method of substantiation of the sequence and the number of minimum necessary parameters for metrological maintenance of communication tools in the direction of efficiency increase due to the complex estimation of parameters: their importance, number of elements, time, cost and in the justification of the influence metrological reliability of measuring equipment.

The effect of using the methodology in comparison with the known is to reduce by 10-11% of the time of establishing the technical state of communication tools and its cost.

Further development of scientific research is advisable to focus on improving the techniques of maintaining the minimum required nomenclature of measuring equipment for maintenance and ongoing repair of promising digital communication tools.

Key words: metrological service, maintenance, assessment of technical condition, metrological reliability, communication tools.

Надійшла до редакції

18 березня 2018 року

Рецензовано

30 березня 2018 року

УДК 621.389

ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

Клочко Т. Р., Зорко Є. В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

E-mail: t.klochko@kpi.ua

У статті йдеться про актуальну проблему створення перетворювачів з метою вдосконалення їх характеристик, що сприяє підвищенню роздільної здатності системи, якості отриманого інформаційного сигналу ультразвукової системи діагностики. Запропоновано модель чутливого елемента, який забезпечує розширення частотного діапазону, та тим самим підвищує достовірність інформаційного сигналу, який відображує параметри неоднорідного середовища об'єкта дослідження. Це надає нові можливості при застосуванні подібних випромінювачів для різних типів діагностичних сигналів.

Ключові слова: *чутливий елемент, п'єзоперетворювач, параметр, діагностика, характеристика.*

Вступ

Сучасні прилади ультразвукової діагностики мають перетворювачі різного спрямування та форми, які надають можливість проводити широкий спектр досліджень за допомогою ультразвуку [1, 2, 3, 4]. Це обумовлено можливостями неруйнівної реєстрації координат порушень структури об'єкту. Відомо, що у медичній діагностиці частоту випромінювання ультразвукових хвиль обирають залежно від відстані до структури дослідження, необхідної глибини проникнення ультразвукового сигналу та характеру структури біологічного середовища, чи необхідності пошуку акустичного вікна на об'єкті дослідження тощо [5]. Проте, не зважаючи на численні дослідження зі створення технічних засобів діагностики [6, 7, 8], актуальною проблемою є розробка та модифікації перетворювачів з метою вдосконалення їх характеристик, що сприяє підвищенню роздільної здатності системи, якості отриманого

інформаційного сигналу ультразвукової системи діагностики в об'єкті..

Постановка задачі

Збудження та реєстрування лун-сигналів ультразвукових коливань приладом, працюючим, наприклад, за ефектом Доплера [5], виконують датчиком, який складається з одного чи кількох чутливих елементів (ЧЕ). Вони зазвичай є п'єзоелектричними елементами різної геометричної форми, з різним хімічним складом, вибір цих параметрів залежить від поставленої задачі та області застосування перетворювача, обраного принципу побудови ЧЕ ультразвукової діагностичної системи.

При побудові діагностичних ультразвукових датчиків для медицини необхідно враховувати, що біологічний об'єкт за своєю структурою є неоднорідним, та має різні за характером будови шари, це все значно впливає на характер проходження та точну