

УДК 006.91:21.03.519.95

О.В. Шуригін<sup>1</sup>, А.Б. Станіщук<sup>1</sup>, О.М. Дзябенко<sup>2</sup><sup>1</sup>Центральний науково-дослідний Інститут озброєння та військової техніки, Київ<sup>2</sup>Метрологічний центр військових еталонів Збройних Сил України, Харків

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ РІВНЯ ТОЧНОСТІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

У статті пропонується ієрархічна схема передавання одиниці вимірювання потужності електромагнітних коливань від вихідних еталонів Збройних Сил України до зразків озброєння та військової техніки та показано, як впливають точності характеристики вимірювання потужності електромагнітних коливань (ЕМК) на характеристики РЛС, яка є складною технічною системою озброєння та військової техніки.

**Ключові слова:** система метрологічного обслуговування, модель передачі одиниць фізичних величин, складні технічні системи озброєння

### Вступ

**Постанова проблеми та аналіз літератури.** Забезпечення якості виробництва зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) та ефективність його застосування за призначенням в значній мірі визначається станом метрологічного забезпечення розробки, випробувань, виробництва, експлуатації. Одною з основних вимог метрологічного забезпечення це проведення вимірювань з необхідним рівнем точності, яка безпосередньо впливає на підтримання в готовності до застосування за призначенням складних технічних систем озброєння і військової техніки. Особливо це впливає на старіюче озброєння, частка якого постійно зростає [1]. Для ОВТ з подовженим ресурсом своєчасний контроль його характеристик з необхідною точністю є дуже актуальним. Висновок про його придатність за призначенням проводиться на підставі проведення операцій з технічного обслуговування, при яких здійснюється вимірювання фізичних величин характеристик озброєння та військової техніки.

Метрологічне обслуговування озброєння та військової техніки – комплекс робіт з вимірювання та контролю параметрів (характеристик) виробів озброєння та військової техніки, апаратури та пристроїв і установлення необхідності їх налаштування, регулювання або ремонту [2]. Технічною основою метрологічного забезпечення є вимірювальна техніка військового призначення.

**Метою роботи** є обґрунтування збереження рівня точності при визначенні метрологічних характеристик складних технічних систем озброєння та військової техніки. Це є необхідною умовою для підтримання ОВТ в готовності до застосування за призначенням.

### Основна частина

Метрологічне забезпечення – це комплекс за-

ходів, спрямованих на досягнення єдності вимірювань та достовірності контролю параметрів об'єктів вимірювань військового призначення [3]. Розглянемо, як здійснюється передавання розміру одиниці потужності ЕМК від вихідних еталонів Збройних Сил України до зразків ОВТ. Побудуємо ієрархічну схему передавання одиниці вимірювання і потужності ЕМК (далі ієрархічна схема), наведену на рис. 1.

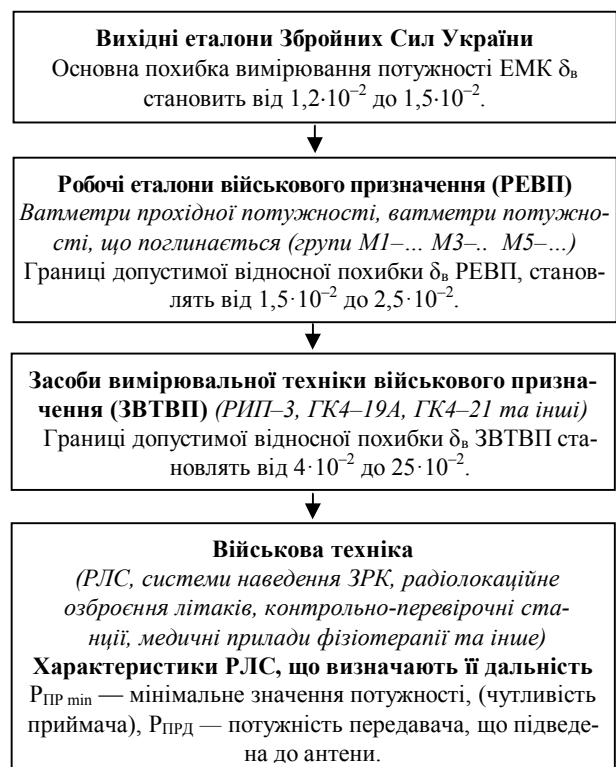


Рис. 1. Ієрархічна схема передавання одиниці вимірювання потужності ЕМК від вихідних еталонів Збройних Сил України до зразків ОВТ

В основі ієрархічної схеми лежать Військові мет-

рологічні схеми (ВМС) [4] (відомчі повірочні схеми Міністерства оборони України), які очолюють Вихідні еталони Збройних Сил України одиниці потужності електромагнітних коливань ВЕЗСУ 09-06-10-09, ВЕЗСУ 09-00-11-09, ВЕЗСУ 09-04-12-09. Вихідні еталони Збройних Сил України також є військовими вторинними еталонами України. Ієрархічна схема охоплює декілька частотних діапазонів: у коаксіальних трактах у діапазоні частот від 0,03 до 17,85 ГГц (ВМС 09.10-09); у хвилеводних трактах у діапазоні частот від 5,64 ГГц до 37,5 ГГц (ВМС 09.11-09); у хвилеводних трактах у діапазоні частот від 37,5 ГГц до 78,33 ГГц (ВМС 09.12-09).

Передавання розміру одиниці потужності ЕМК від верхніх ступенів ієрархічної схеми здійснюється при метрологічному обслуговуванні надвисокочастотних вимірювальних генераторів, електронно-лічильних частотомірів, перетворювачів частоти, спеціальних стробоскопічних осцилографів, медичних приладів фізіотерапії, вимірювачів щільності потоку енергії. Також вимірювачів потужності в коаксіальних трактах при контролі технічного стану радіолокаційного озброєння (комплекс захисту танків "Заслон"), систем супутникового зв'язку та навігації, систем наведення керованої зброї, комплексів БУК-М1, С-300В1, ракетного та радіолокаційного озброєння літаків МіГ-29, Су-27, техніки радіоелектронної боротьби, радіолокаційних вимірювальних приладів типів ГК4-19А, ГК4-21А, РИП-3 та інших.

За допомогою приладу ГК4-19А проводиться перевірка, настроювання та випробування радіолокаційних станцій сантиметрового діапазону хвиль в польових та корабельних умовах. За допомогою приладу ГК4-21А у радіолокаційних станціях 1РЛ130 та 1РЛ139 визначається рівень чутливості каналів та контролюється проходження сигналу у високочастотних трактах. Термісторні мости, до складу яких входять вимірювальні перетворювачі потужності, застосовуються для метрологічного обслуговування блоку ЕК-102 стаціонарної ДК-150Р та рухомої 4И-22 контрольно-вимірювальних і перевірочних станцій, які призначені для перевірки технічного стану головки самонаведення виробу ЗМ-51, що уявляє собою протичовнову ракету.

Розглянемо як впливають точності характеристики вимірювання потужності ЕМК на характеристики РЛС, яка є складною технічною системою ОВТ. Як зміниться визначення дальності дії РЛС, якщо похибка установки опорного рівня потужності радіолокаційного вимірювального приладу РИП-3 збільшиться. Основне рівняння радіолокації [5] пов'язує між собою потужності імпульсів, що випромінює і приймає антена радіолокаційної станції в умовах поширення радіохвиль у вільному просторі.

Представлено на виразом (1).

$$r_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_{\text{ПРД}} G_{\text{ПРД}} S_{\text{эф.ПР}} \sigma_{\text{ц}}}{((4\pi)^3 P_{\text{ПР min}})}}, \quad (1)$$

де  $P_{\text{ПР min}}$  – мінімальне значення потужності, тобто чутливість приймача;  $G_{\text{ПРД}}$  – коефіцієнт підсилення передавача радіолокаційної станції;  $S_{\text{эф.ПР}}$  – ефективна поверхня приймальної антени;  $P_{\text{ПРД}}$  – потужність передавача, що підведена до антени;  $\sigma_{\text{ц}}$  – ефективна поверхня відбиття цілі.

Введемо умови та припущення. При розрахунку відносної дальності дії РЛС у залежності від мінімальної потужності сигналу, яку може прийняти приймач, будемо вважати, що при визначенні дальності дії змінним буде лише мінімальна потужність (чутливість приймача). Інші параметри РЛС (потужність передавача, ефективна поверхня приймальної антени, ефективна поверхня відбиття цілі, коефіцієнт підсилення передавача) будуть зв'язані між собою константою  $K$ . Тоді рівняння розрахунку відносної дальності дії РЛС, приймає вид:

$$r_{\text{Д}} = \sqrt[4]{\frac{K}{P_{\text{пр.min}}}}. \quad (2)$$

Навіть відносно мале збільшення дальності дії РЛС може бути досягнуто за рахунок збільшення потужності передавача ( $P_{\text{ПРД}}$ ) або збільшення чутливості приймача ( $1/P_{\text{ПР min}}$ ). Отже рівень вихідного сигналу вимірювального приладу РИП-3, що входить до складу РЛС та застосовується при настроюванні приймача, буде значно впливати на результати визначення чутливості приймача. Згідно технічного опису на вимірювальний прилад РИП-3 похибка встановлення опорного рівня потужності не перевищує  $\pm 1,2$  дБ. Перерахуємо значення похибки в одиницях потужності для фіксованого рівня потужності  $1 \cdot 10^{-3}$  Вт. Отримаємо інтервал потужностей опорного генератора в межах від 0,76 мВт до 1,23 мВт. Даний параметр підлягає метрологічному контролю, тому що визначає чутливість приймача. Відповідність потужності ЕМК, що випромінюється у заданому інтервалі, забезпечує відповідність дальності виявлення цілей з заданими ймовірностями вірного виявлення та неправильної тривоги.

Наведемо графічну залежність відносної дальності виявлення цілей від мінімального значення потужності сигналу, який може бути зафіксований на індикаторі, тобто граничну чутливість приймача (рис. 2). В гіршому випадку відношення допустимої похибки визначення відносної дальності дії ( $\Delta_{\text{рД}}$ ) і допустимої похибки внаслідок зменшення чутливості приймача ( $\Delta_{\text{чД}}$ ), може досягати 1,7 разів. Це приведе до зменшення чутливості приймача РЛС при його калібруванні.

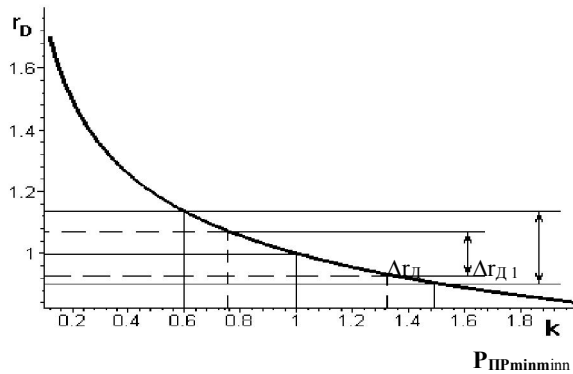


Рис. 2. Графічна залежність відносної дальності виявлення цілей від мінімального значення потужності сигналу

Наслідками зменшення чутливості приймача РЛС при його калібруванні можуть бути: ускладнення розпізнавання цілі на рівні шумів, зменшиться можливість виявлення цілей на фоні природних пасивних і ненавмисних активних завад. Виникнення труднощів виявлення цілей на фоні штучних завад (відбиття зондуючих сигналів від додаткових і точкових відбивачів, прицільні, загороджувальні, ковзані завади); зменшення гарантованого радіусу виявлення цілей з заданими ймовірностями вірного виявлення та хибної тривоги РЛС.

Таким чином, точність наведення та імовірність ураження, виконання бойової задачі, дальність і своєчасність виявлення, стійкість зв'язку і бойового управління, скритність дій, помітність техніки, безпека і боєздатність складних технічних систем ОВТ та боєздатність особового складу значною мірою визначаються точністю вимірювань і станом їхнього метрологічного обслуговування. Цей елемент сам не наводить зброю на ціль, але без нього не можливо добитися повного використання можливостей озброєння та військової техніки. Виключно за рахунок своєчасної повірки вихідних і робочих еталонів військового призначення, калібрування радіолокаційних вимірювальних приладів можливо досягнути ефективної роботи засобів радіолокаційної розвідки з гарантованим забезпеченням сьому інформації і максимально високим темпом оновлення інформації на фоні помилкових відміток. Особливий вплив похибки радіолокаційних вимірювальних приладів буде проявлятися при роботі РЛС пасивної дії тому, що один з основних параметрів цих РЛС — коефіцієнт розрізнення. В свою чергу це приведе обмеження можливостей обчислювальних станцій з обробки інформації в встановлений час. Неможливість автоматичного (ручного) виявлення цілей на фоні засвіток від природних або штучних завад.

В умовах розвитку ОВТ Збройних Сил України обґрунтування рівня точності при визначенні метрологічних характеристик складних технічних систем ОВТ є завданням, що входить до сучасної системи всебічного матеріально-технічного забезпечення, яке

здатне адекватно реагувати на потреби і запити збройних сил сьогодення. Складовою цієї системи є система метрологічного забезпечення в сфері оборони, яка забезпечує єдність вимірювань в Збройних Силах України і функціонує відповідно до Закону України “Про метрологію і метрологічну діяльність” [6]. Розвиток системи метрологічного забезпечення у сфері оборони має забезпечувати підвищення ефективності, мобільності, оперативності та автономності системи, яка була б спроможна вирішувати завдання метрологічного забезпечення військ (сил) в сучасних умовах та в майбутньому [7]. З метою визначення напрямів розвитку системи метрологічного забезпечення у сфері оборони, розроблена “Концепція розвитку системи метрологічного забезпечення в сфері оборони на період до 2015 року та на перспективу до 2025 року”, яка погоджена Держспоживстандартом України, всіма без винятку центральними органами виконавчої влади, що здійснюють керівництво військовими формуваннями України.

## Висновки

1. Рівень точності при визначенні метрологічних характеристик складних технічних систем ОВТ безпосередньо впливає на ефективність його застосування за призначенням. Зниження рівня точності при вимірюванні потужності ЕМК може призвести до зменшення дальності дії РЛС та керованого ракетного озброєння (при недостатньому рівні сигналів) або до відмов у роботі радіотехнічного обладнання в наслідок порушення електромагнітної сумісності (при надлишковому рівні сигналів).

2. З урахуванням світових тенденцій розвитку та розробки складних технічних систем ОВТ питання забезпечення необхідної точності вимірювань фізичних величин характеристик озброєння є актуальною проблемою. Для її вирішення необхідно формування вимог до динамічних, частотних характеристик і характеристик помітності перспективних зразків ОВТ. Це можна досягнути за умови створення нової метрологічної техніки, що забезпечить вимірювання з необхідною точністю фізичних величин характеристик складних технічних систем ОВТ. Для цього пропонується проведення комплексних науково-дослідних робіт по формуванню нових загально-технічних вимог до вимірювальної техніки.

## Список літератури

1. Біла книга 2009. – Оборонна політика України. МО України. МО України. – К.: Видавництво “Заповіт”, 2009.
2. Положення про метрологічну службу Міністерства оборони України та Збройних Сил України, затверджено наказом Міністра оборони України від 15.12.2006 № 731
3. Положення про метрологічне забезпечення в Мі-

ністерстві оборони України та Збройних Силах України, затверджено наказом Міністра оборони України від 15.12.2006 № 731

4. Альбом військових метрологічних схем, затверджений наказом Начальника Центрального управління метрології і стандартизації – головного метролога Збройних Сил України від 16.07.2009 № 20.

5. Фінкельштейн М.И. Основы радиолокации: учебн. для вузов / М.И. Фінкельштейн. – Радио и связь, 1983. – 536 с.

6. Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність" від 15.06.2004 року № 1765-IV.

7. Концепція розвитку системи метрологічного забезпечення в сфері оборони на період до 2015 року та на перспективу до 2025 року, затверджена наказом Міністра оборони України від 19.01.10 № 12.

Надійшла до редколегії 12.06.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, професор Л.Ф. Купченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАНЕНИЯ УРОВНЯ ТОЧНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ**

О.В. Шурыгин, А.Б. Станищук, А.Н. Дзябенко

*В статье рассматриваются вопросы обеспечения и сохранения уровня точности при определении метрологических характеристик сложных технических систем вооружения и военной техники.*

**Ключевые слова:** система метрологического обслуживания, модель передачи единиц физических величин, сложные технические системы вооружения.

#### **MAINTENANCE OF PRESERVATION OF LEVEL OF ACCURACY AT DEFINITION OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF DIFFICULT TECHNICAL SYSTEMS OF ARMS AND THE MILITARY TECHNICS**

O.V. Shurygin, A.B. Stanishchuk, A.N. Dzjabenko

*In article questions of maintenance and preservation of level of accuracy are considered at definition of metrological characteristics of difficult technical systems of arms and the military technics.*

**Keywords:** system of metrological service, model of transfer of units of physical sizes, difficult technical systems of arms.