УДК 621.396.96

В. Й. Климченко, В. О. Тютюнник, М. Р. Арасланов, К. А. Тах'ян

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ПОЛІГОННИХ ВИПРОБУВАНЬ РАДІОЛОКАТОРІВ ДЛЯ ПОТОЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ПОВЕРХНІ РОЗСІЮВАННЯ ЦІЛЕЙ

Анотація. *Розглянуті особливості використання оглядових радіолокаційних станцій (РЛС) як вимірювальних установок для визначення ефективної поверхні розсіювання (ЕПР) цілей. Показано, що безпосереднє використання методу натурного динамічного вимірювання ЕПР цілі за допомогою розгорнутих на позиціях РЛС є непридатним через неповну визначеність вектору технічних параметрів РЛС. Розглянуті способи усунення впливу невизначеності технічних параметрів на результати вимірювання.*

Ключові слова: *радіолокаційні станції, випробування, ефективна поверхня розсіювання, вимірювання, політ.*

Abstract. *The features of surveillance radars as measuring devices for determining the radar cross section (RCS) of targets are considered. It is shown that the direct use of the method of full-scale dynamic measurement of the RCS of a target using radars deployed at positions is unsuitable due to the incomplete certainty of the vector of technical parameters of the radar. Methods for eliminating the influence of the uncertainty of technical parameters on the measurement results are considered.*

Keywords: *radars, tests, radar cross section, measurements, flyby.*

За прямого застосування методу натурного вимірювання ЕПР цілі оглядовим радіолокатором ЕПР цілі може бути визначена [1] так:

$$\sigma_ц = r_ц^4(\varepsilon_ц)\frac{(4\pi)^3 \eta_{пор} k T_0 Ш D_F}{P_i K_{ст} N_i G_{пер}^2 \lambda^2 \eta_{обр}\eta_{пер}\eta_{пр} F^4(\varepsilon_ц)}. \quad (1)$$

де $P_{пер}$ – потужність передавача; $G_{пер}$, $G_{пр}$ – коефіцієнт підсилення передавальної і приймальної антен; λ – довжина хвилі; $\sigma_ц$ – ефективна поверхня розсіювання цілі; $\eta_{обр}$, $\eta_{пер}$, $\eta_{пр}$ – коефіцієнти втрат при обробленні сигналів, в трактах передачі та в трактах прийому; $L_{амсф}(r,\varepsilon)$ – коефіцієнт втрат при поширенні в атмосфері; $F_{пер}(\varepsilon)$, $F_{пр}(\varepsilon)$ – нормована діаграма спрямованості (ДСА) передавальної і приймальної антен; ε – кут місця цілі; r – похила дальність до цілі.

Точність вимірювання ЕПР $\sigma_ц$ за такого способу залежить від точності визначення усіх складових у виразі (6).

В полігонних умовах необхідна точність вимірювань забезпечується спеціальним калібруванням імпульсної вимірювальної установки. Відкалібрувати ж відповідним чином РЛС, як вимірювальну установку, за військових умов досить складно. Деякі з означених в (1) параметрів (P_i, $Ш$) можуть змінюватись навіть в процесі обльоту, деякі з них є постійними і наводяться в формулярах на РЛС, деякі можна визначити лише опосередковано, а такі параметри, як $\eta_{обр}$, $\eta_{пер}$, $\eta_{пр}$ взагалі не наводяться, тоді як реально загальні втрати в РЛС можуть перебувати в межах від 6 дБ до 20 дБ.

Отже, безпосереднє використання методу натурного динамічного вимірювання ЕПР цілі за допомогою розгорнутих на позиціях РЛС є непридатним через невизначеність вектору технічних параметрів РЛС.

Проблеми з невизначеністю технічних параметрів РЛС зникають при використанні еталонної цілі з ЕПР $\sigma_{ст}$. Це можуть бути цілі, по яких проводились випробування РЛС і дані записані в формулярі, або бути БпЛА зі встановленими на них штучними відбивачами.

За умови використання даних полігонних випробувань РЛС для поточного визначення ЕПР цілей необхідно мати інформацію про нормовані вертикальні ДСА $F(\varepsilon)$ (в табличному

або графічному вигляді). Означені дані зазвичай наводяться в формулярах на РЛС. Полігонні випробування РЛС проводяться через її багаторазові обльоти з використанням цілі з відомою ЕПР, тобто еталонної цілі з ЕПР $\sigma_{эт}$, на різних висотах її польоту. Усереднені значення дальності виявлення такої цілі $r_{эт}$ при її польотах на різних висотах h_i заносяться в формуляр РЛС як $r_{эт}(h_i)$. Означені дані необхідно перерахувати у сферичну систему координат і отримати набір даних $r_{эт}(\varepsilon_i)$.

Якщо забезпечити ідентичність умов обльоту РЛС піддослідною ціллю з невідомою ЕПР $\sigma_ц$ і умов, за яких проводились полігонні випробування РЛС через обльоти з використанням еталонної цілі з ЕПР $\sigma_{эт}$, то, з урахуванням (1), ЕПР цілі можна визначити так:

$$\sigma_ц = \sigma_{эт} \frac{r_ц^4(\varepsilon_ц)F^4(\varepsilon_i)}{r_{эт}^4(\varepsilon_i)F^4(\varepsilon_ц)}. \quad (2)$$

Отже, використання формулярних даних РЛС для поточного визначення ЕПР піддослідної цілі вигідно відрізняться від прямого методу натурного динамічного вимірювання ЕПР цілі тим, що з усіх технічних параметрів РЛС, які необхідно враховувати при прямому вимірюванні ЕПР цілі, достатньо мати інформацію про ДСА РЛС і розрахувати кути місця $\varepsilon_ц$ та $\varepsilon_{эт}$.

Список використаних джерел:

1. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп./ Я.Д. Ширман, С.Т. Багдасарян, А.С. Маляренко и др.; под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007. – 512 с.

Климченко Василь Йонович *– кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник наукового центру Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, 61023, e-mail: vasklim@i.ua ORCID https://orcid.org/0000-0003-3999-8130*

Тютюнник Владислав Олександрович *– кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник управління наукового центру Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, 61023, email: tvlad1970@gmail.com ORCID https://orcid.org/0000-0002-7766-3246*

Арасланов Михайло Рімович *– кандидат технічних наук старший, науковий співробітник, провідний науковий співробітник наукового центру Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, 61023, e-mail: armiri@ukr.net ORCID https://orcid.org/0000-0002-8911-0470*

Тах'ян Кристина Альбертівна *– старший науковий співробітник наукового центру Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, 61023, email: madi27@ukr.net ORCID https://orcid.org/0000-0003-0087-9601*

Vasyl Klimchenko *– Philosophy Doctor in Engineering Associate Professor Leading Researcher Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine https://orcid.org/0000-0003-3999-8130, vasklim@i.ua*

Vladyslav Tiutiunnyk *– Philosophy Doctor in Engineering Senior Researcher Head of Scientific Research Department Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine, https://orcid.org/0000-0002-7766-3246, tvlad1970@gmail.com*

Mikhail Araslanov *– Philosophy Doctor in Engineering Senior Research Lead Research Associate of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine https://orcid.org/0000-0002-8911-0470, armiri@ukr.net*

Kristina Tahyan *– Senior Researcher Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine, https://orcid.org/0000-0003-0087-9601, madi27@ukr.net*