

Пятак М. В.	(0000-0002-5117-4057)
Трунін І. В.	(0000-0001-9032-900X)
Семенов В. О.	(0000-0001-5854-1975)
Стариш М. Є.	(0000-0002-1756-3913)
Пятак Д. В.	(0000-0002-4398-8165)

Командно-штабний інститут застосування військ (сил) Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

## Оцінювання тактико-технічних характеристик комплексів (станцій) радіорозвідки Збройних Сил України та передових країн світу

**Резюме.** Зважаючи на попереднє оцінювання тактико-технічних характеристик станцій радіотехнічної розвідки Збройних Сил України та передових країн світу було прийнято рішення продовжити подібні оцінювання в цьому напрямі, зокрема, розглянуто комплекси (станції) радіорозвідки (РР). У статті проведено оцінювання тактико-технічних характеристик комплексів (станцій) РР, які знаходяться на озброєнні військових частин радіоелектронної розвідки (РЕР) Збройних Сил (ЗС) України та передових країн світу, для удосконалення системи РЕР як основного технічного виду військової розвідки України для прийняття обґрунтованого рішення щодо закупівлі (продовження закупівель) комплексів РР вітчизняного або закордонного виробництва з використанням методу експертних оцінок.

**Ключові слова:** оцінювання; радіорозвідка; радіоелектронна розвідка; експертні оцінки.

**Постановка проблеми.** Стан розвитку системи радіоелектронної розвідки Збройних Сил України до 2014 року, досить низьке фінансування, застарілість засобів радіорозвідки, що перебувають на озброєнні та збройна агресія Російської Федерації проти України показали вкрай низький рівень готовності до виконання завдань за призначенням із забезпечення розвідувальною інформацією бойових з'єднань (підрозділів) [1]. Усвідомивши важливість цього виду РЕР у забезпеченні інформацією керівництвом держави було розпочато розроблення дослідно-конструкторських робіт (науково-дослідних робіт) перспективних комплексів (станцій) радіорозвідки вітчизняними підприємствами оборонного комплексу. До перспективних комплексів (станцій) радіорозвідки висувалася низка вимог, які б забезпечували вирішення завдання щодо автоматичного пошуку, виявлення, пеленгації і визначення місця розташування джерел радіовипромінювань на місцевості з відображенням на електронній карті, які використовує противник для організації системи управління і зв'язку [2].

Однією з перших розробок у цьому напрямі, розробленому відповідно до вимог Збройних Сил України був комплекс РР “Хортиця-М” виробництва науково-виробничого центру “Інфозахист”, який після проведення випробувань був прийнятий на

озброєння. На теперішній час загальна частка (кількість) комплексів (станцій) РР “Хортиця-М”, що знаходяться на озброєнні військових частин РЕР ЗС України досить низька.

Одним із напрямів розв'язання зазначеної проблеми може бути закупівля комплексів (станцій) РР для забезпечення частин і підрозділів РЕР ЗС України. Основними закордонними аналогами комплексу (станції) РР “Хортиця-М” є:

комплекс РР ізраїльського виробництва групи “ELTA Systems” компанії “Israel Aerospace Industries” – ELK-7071;

комплекс РР американського виробництва корпорації “General Dynamics Corp” – AN/MLQ-44В “Prophet-Enhanced”;

комплекс РР білоруського виробництва “Дозор-3”;

Для прийняття обґрунтованого рішення щодо закупівлі (продовження закупівлі) комплексів РР закордонного виробництва потрібно оцінити їх тактико-технічні характеристики.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Характеристики станцій і комплексів РР можуть подаватися як у кількісному, так і якісному вигляді [2]. Різноманітність цих властивостей і характеристик ускладнює порівняння за узагальненими критеріями однакових за призначенням засобів РР під час закупівлі. Для оцінювання тактико-технічних характеристик станцій РР може бути

використаний метод експертного оцінювання як для визначення доцільності окремих схемотехнічних, конструкторських і технологічних рішень, які приймаються на стадії розроблення і модернізації комплексів (станцій) РР, так і для порівняння їх бойових характеристик і параметрів у різних умовах експлуатації [3].

Експертний метод оцінювання станцій та комплексів РР полягає в реалізації процедури отримання відповідної оцінки параметрів, характеристик на основі групової думки спеціалістів (експертів) [3, 7]. Така комплексна, узагальнена думка, звичайно, точніша (тобто об'єктивніша) за індивідуальну думку кожного окремого спеціаліста.

**Мета статті.** Оцінювання тактико-технічних характеристик станцій РР

$$W_k = a_{1,k} \cdot w_{1,k} + a_{2,k} \cdot w_{2,k} + \dots + a_{n,k} \cdot w_{n,k} = \sum_{n=1}^N a_{n,k} \cdot w_{n,k}, \quad (1)$$

де  $W_k$  – узагальнений показник оцінювання  $k$ -го виробу,  $k = \overline{1, K}$ ;

$K$  – тип виробу;

$a_{n,k}$  – ваговий коефіцієнт  $n$ -го параметра

$k$ -го виробу (за важливістю),  $n = \overline{1, N}$ ;

$N$  – кількість параметрів комплексу (станції) РР, за якими здійснюється порівняння;

$w_{n,k}$  – нормований безрозмірний  $n$ -й параметр  $k$ -го виробу;

$$w_{n,k} = \frac{x_{n,k}}{x_{n,B}}, \quad (2)$$

де  $x_{n,k}$  –  $n$ -й параметр  $k$ -го виробу;

$x_{n,B}$  –  $n$ -й параметр базового (кращого) виробу.

Одним із методів визначення вагових коефіцієнтів є метод експертних оцінок, який включає підбір експертів, узгодження з ними переліку параметрів, складання анкет і експертне опитування, визначення важливості параметрів за рангом [9].

Відповідно до наукового завдання проведемо оцінювання ефективності таких зразків комплексів (станцій) РР: “Хортиця-М”, “Архонт”, AN/MLQ-44B “Prophet-Enhanced”, “ELK-7071”, “Дозор-3” [10].

Використовуючи метод експертних оцінок, необхідно оцінити тактико-технічну ефективність і порівняльний аналіз цих виробів.

вітчизняного і закордонного виробництва для забезпечення частин і підрозділів РЕР ЗС України, з використанням методу експертних оцінок.

#### **Виклад основних положень матеріалу.**

Будь-яка система РР необхідна для досягнення визначеної мети. Для визначення ступеню відповідності цієї системи чи комплексу РР меті, що поставлена перед ним, необхідно ввести відповідні критерії, показники оцінювання [4, 5]. Критерії, показники оцінювання мають відображати цільове призначення, мати межі вивчення [6, 8]. Для оцінювання тактико-технічних характеристик станцій РР приймають узагальнений показник у вигляді лінійної функції, яка відображається у його нормованих параметрах:

#### **Порядок розрахунку**

1. Формується Табл. 1, де надані параметри комплексів (станцій) РР, які підлягають оцінюванню.

2. Табл. 1 перетворюється у Табл. 2, де представлені нормовані безрозмірні параметри (характеристики) для обраних станцій (комплексів) РР, які розраховані за формулою (2).

3. Створюється матриця рангів  $Q_{n,i}$ , ( $n = \overline{1, N}$  – характеристика виробу,  $i = \overline{1, I}$  – номер експерта,  $I=5$ ) через виставлення рангу важливості параметра комплексу (станції) РР кожним експертом. Порядок визначення важливості параметрів сигналів полягає у такому: кожний експерт присвоює найважливішому параметру номер 1, іншим параметрам, за зменшенням ступеня важливості, присвоюються наступні номери. Кількість номерів важливості має відповідати кількості параметрів, за якими оцінюється. Результати заносяться у таблицю, яка являє собою матрицю експертного оцінювання важливості параметрів кожного типу комплексу (станції) РР (Табл. 3). У цьому разі оцінювання проводилося п'ятьма експертами за кожним параметром комплексів (станцій) РР.

4. Матриця рангів важливості перетворюється у модифіковану матрицю рангів важливості  $Q_{mod}(n,i)$  за формулою  $Q_{mod}(n,i) = N + 1 - Q_{n,i}$ ,  $N=12$  – кількість

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЗБРОЙНИХ СИЛ**

параметрів, за якими оцінюється ефективність, Табл. 4.

5. Розрахунок вагових коефіцієнтів для кожного параметра станції (комплексу) РР з використанням показників модифікованої матриці (Табл. 4) за формулою

$$a_j = \frac{\sum_{i=1}^I Q(n,i)}{\sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I Q(n,i)}, \quad (3)$$

де  $I$  – кількість експертів;  
 $N$  – кількість параметрів;  
 $Q(n,i)$  – ранг параметра.

Вагові коефіцієнти кожного параметра комплексу (станції) РР дорівнюють:  $a_1 = 0,125$ ;  $a_2 = 0,121$ ;  $a_3 = 0,14$ ;  $a_4 = 0,15$ ;  $a_5 = 0,102$ ;  $a_6 = 0,14$ ;  $a_7 = 0,141$ ;  $a_8 = 0,16$ ;  $a_9 = 0,17$ ;  $a_{10} = 0,18$ ;  $a_{11} = 0,12$ ;  $a_{12} = 0,29$ .

Таблиця 1

**Параметри комплексів (станцій) радіорозвідки**

№ з/п	Основні характеристики	Хортиця-М (Україна)	AN/MLQ-44B Prophet-Enhanced (США)	ELK-7071 (Ізраїль)	Дозор-3 (Білорусь)	Базове значення
1	Діапазон частот (ГГц)	0,025 ... 6,00	0,02...2,0	0,002 ... 6,0	0,025 ... 3,0	0,025 ... 6,00
2	Дальність виявлення (км): наземні цілі повітряні цілі	до 30 до 350	до 30 до 350	до 30 до 350	до 30 до 350	до 30 до 350
3	Можливість виявлення сигналів з ППРЧ	так	так	Так	так	так
4	Діапазон частот пеленгування (МГц)	25 - 3000	відсутні дані	25 – 3000	25 - 3000	25 - 3000
5	Метод визначення координат джерел	Кутомірний 2D	Кутомірний 2D	Кутомірний 2D	Кутомірний 2D	Кутомірний 2D
6	Метод пеленгування	Кореляційно-інтерферометричний	відсутні дані	Кореляційно-інтерферометричний	Кореляційно-інтерферометричний	Кореляційно-інтерферометричний
7	Точність визначення координат (інструментальна похибка пеленгування / середньоквадратична помилка), град	не більше 3	відсутні дані	відсутні дані	відсутні дані	не більше 3
8	Режим пеленгації ППРЧ-сигналів	так	так	Так	відсутні дані	так
9	Робота в режимі реального часу	так	так	Так	так	так
10	Робота в режимі дистанційного керування по каналу зв'язку з мобільними і стаціонарними комплексами	так	відсутні дані	відсутні дані	так	так
11	Можливість роботи як у складі комплексу, так і автономно	так	так	Так	так	так
12	Середній час напрацювання на відмову (Тв), год	1000	1500	2000	1000	2000

Таблиця 2

Таблиця безрозмірних значень показників станцій (комплексів) РР

№ з/п	Основні характеристики	Хортиця-М (Україна)	AN/MLQ-44B Prophet-Enhanced (США)	ELK-7071 (Ізраїль)	Дозор-3 (Білорусь)
1	Діапазон частот (ГГц)	1	0,3	1	0,5
2	Дальність виявлення (км): наземні цілі повітряні цілі	1	1	1	1
3	Можливість виявлення сигналів з ППРЧ	1	1	1	1
4	Діапазон частот пеленгування (МГц)	1	0	1	1
5	Метод визначення координат джерел	1	1	1	1
6	Метод пеленгування	1	0	1	1
7	Точність визначення координат (інструментальна похибка пеленгування / середньоквадратична помилка), град	1	0	0	0
8	Режим пеленгації ППРЧ-сигналів	1	1	1	0
9	Робота в режимі реального часу	1	1	1	1
10	Робота в режимі дистанційного керування по каналу зв'язку з мобільними і стаціонарними комплексами	1	0	0	1
11	Можливість роботи як у складі комплексу, так і автономно	1	1	1	1
12	Середній час напрацювання на відмову (Тв), год	0,5	0,75	1	0,5

Таблиця 3

Матриця рангів важливості параметра станції (комплексів) РР

№ з/п	Основні характеристики	Номери експертів $i$ , ( $i = \overline{1,5}$ )				
		1	2	3	4	5
1	Діапазон частот (ГГц)	2	1	4	8	4
2	Дальність виявлення (км): наземні цілі повітряні цілі	12	10	8	1	3
3	Можливість виявлення сигналів з ППРЧ	1	3	1	9	9
4	Діапазон частот пеленгування (МГц)	3	2	3	10	8
5	Метод визначення координат джерел	11	9	6	2	5
6	Метод пеленгування	6	4	7	5	11
7	Точність визначення координат (інструментальна похибка пеленгування/ середньоквадратична помилка), град	4	6	5	3	1
8	Режим пеленгації ППРЧ-сигналів	5	5	2	6	12
9	Робота в режимі реального часу	8	8	11	12	2
10	Робота в режимі дистанційного керування по каналу зв'язку з мобільними і стаціонарними комплексами	9	12	10	7	7
11	Можливість роботи як у складі комплексу, так і автономно	7	11	12	4	6

12	Середній час напрацювання на відмову (Тв), год	10	7	9	11	10
----	--	----	---	---	----	----

Таблиця 4

## Модифікована матриця рангів важливості параметру станції (комплексу) РР

№	Основні характеристики	Номери експертів $i, (i = \overline{1,5})$				
		1	2	3	4	5
1	Діапазон частот (ГГц)	11	12	9	5	9
2	Дальність виявлення (км): наземні цілі повітряні цілі	1	3	5	12	10
3	Можливість виявлення сигналів з ППРЧ	12	10	12	4	4
4	Діапазон частот пеленгування (МГц)	10	11	10	3	5
5	Метод визначення координат джерел	2	4	7	11	8
6	Метод пеленгування	7	9	6	8	2
7	Точність визначення координат (інструментальна похибка пеленгування/ середньоквадратична помилка), град	9	7	8	10	12
8	Режим пеленгації ППРЧ-сигналів	8	8	11	7	1
9	Робота в режимі реального часу	5	5	2	1	11
10	Робота в режимі дистанційного керування по каналу зв'язку з мобільними і стаціонарними комплексами	4	1	3	6	6
11	Можливість роботи як у складі комплексу так і автономно	6	2	1	9	7
12	Середній час напрацювання на відмову (Тв), год	3	6	4	2	3

б. Розрахунок ефективності кожної станції (комплексу) РР за формулою (1):

$$W_{\text{Хортиця-М}} = 1,694, W_{\text{АН/MLQ-44В}} = 1,068, W_{\text{ELK-7071}} = 1,518, W_{\text{Дозор-3}} = 1,331.$$

**Висновки.** Отже, провівши розрахунок тактико-технічних характеристик чотирьох станцій (комплексів) РР, можна відмітити, що найкращі тактико-технічні характеристики у комплексу (станції) РР виробництва української компанії “Інфозахист” – “Хортиця-М” [9].

**Перспективи подальших досліджень.** Завдяки простоті та проведенню нескладних обчислень, метод експертних оцінок дасть змогу провести розрахунок та оцінювання тактико-технічних характеристик не тільки засобів РР, але й іншого озброєння та військової техніки, що зі свого боку вплине на прийняття ефективних (обґрунтованих) рішень щодо розроблення та закупівлі нових видів озброєння для ЗС України та

ефективного використання бюджетних коштів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Донбас і Крим: ціна повернення : монографія / за заг. ред. В. П. Горбуліна, О. С. Власюка, Е. М. Лібанової, О. М. Ляшенко. Київ : НІСД, 2015. 474 с
- Смірнов Ю. О. Основи радіоелектронної розвідки. Частина 1. Розвідувально-інформаційний процес, основні моделі системи РЕР ефективність і напрями її подальшого розвитку. Київ : НДІ ГУР МО України, 2009. 155 с.
- Орлов А. И. Экспертные оценки. Москва : ИВСТЭ, 2002. 498 с.
- Калашніков Є. М., Гаценко С. С., Шишацький А. В. Аналіз характеру сучасних воєнних конфліктів. *Challenges of hybrid war: information dimension* : International scientific and practical conf. (August 16–17, 2019, Vilnius). Vilnius, 2019. P. 24–27.

5. Варламов І. Д., Гаценко С. С. Аналіз проблем інформаційного забезпечення органів військового управління при плануванні оборонної операції за досвідом проведення Антитерористичної операції на сході України. *Основні напрямки застосування космічних систем та геоінформаційного забезпечення в інтересах національної безпеки і оборони* : матеріали наук.-практ. семінару / Нац. ун-т оборони України ім. І. Черняхівського. Київ, 2015. С. 35–41.
6. Гончаров Ю. И. Теоретические основы радио- и радиотехнической разведки. Ленинград : ВАС, 1989. 374 с.
7. Гаценко С. С., Металіди О. Г., Любарчук К. В., Мазуренко В. М., Савенко В. В. Оцінювання тактико-технічних характеристик станцій радіотехнічної розвідки Збройних Сил України та передових країн світу *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*. Київ, 2020. № 1 (68). С. 128–132.
8. Рембовский А. М., Ашихмин А. В., Козьмин В. А. Радиомониторинг: задачи, методы, средства. Москва, 2012. 357 с.
9. Науково-виробничий центр “ІНФОЗАХІСТ”. URL: <https://infozahyst.com/en/product/khorthytsia-m> (дата звернення: 21.11.2021).

Стаття надійшла до редакції 20.12.2021

## **Evaluation of the tactical and technical characteristics of radio intelligence complexes (stations) of the Armed Forces of Ukraine and the advanced countries of the world**

### **Annotation**

The state of development of the electronic intelligence system of the Armed Forces of Ukraine until 2014, relatively low funding, obsolescence of radio reconnaissance equipment and the armed aggression of the Russian Federation against Ukraine showed an extremely low level of readiness to provide intelligence tasks to combat force (units).

One of the first developments in this direction, which was developed in accordance with the requirements of the Armed Forces of Ukraine was the complex of RR "Khorthytsya-M" produced by the research and production center "Infozahist", which after testing was adopted.

One of the ways to solve the problem of providing the necessary intelligence information may be the purchase of radio reconnaissance (RR) complexes (stations) to provide units and subdivisions of the RER of the Armed Forces of Ukraine. The main foreign analogues of the complex (station) RR "Khorthytsya-M" are:

Israeli Aerospace Industries Group's Israeli-manufactured ELTA Systems Group – “ELK-7071”;  
General Dynamics Corp.'s American-made PP complex AN / MLQ-44B “Prophet-Enhanced”;  
RR complex of Belarusian production “Dozor-3”.

In order to make an informed decision regarding the purchase (continuation of purchase) of foreign-made RR complexes, it is necessary to assess their tactical and technical characteristics.

The method of expert assessments was used to calculate the tactical and technical characteristics of the four stations (complexes) of the RR. The best tactical and technical characteristics in the RR complex produced by the Ukrainian company “Infozahist” – “Khorthytsya-M”.

*Further use* of the method of expert assessments will allow calculating and assessing the tactical and technical characteristics not only of RR, but also other weapons and military equipment, which in turn will affect informed decisions on the development and purchase of new weapons for the Armed Forces of Ukraine and effective use of budget funds.

**Keywords:** assessment; radio intelligence; electronic intelligence; expert opinions.