

УДК 623.62+621.391.037

С. Д. ЗІБІН, наук. співробітник, А. О. ПОПОВ, канд. техн. наук, В. В. ТВЕРДОХЛІБОВ, канд. техн. наук
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ МАЛОГАБАРИТНИХ СИСТЕМ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ

Узагальнено тактико-технічні характеристики сучасних зразків малогабаритних систем радіоелектронної розвідки. Наведено основні напрями та тенденції їхнього розвитку. Здійснено порівняльний аналіз технічного рівня 10 зразків сучасних малогабаритних систем радіоелектронної розвідки.

Обобщены тактико-технические характеристики современных образцов малогабаритных систем радиоэлектронной разведки. Рассмотрены основные направления и тенденции их развития. Осуществлен сравнительный анализ технического уровня 10 образцов современных малогабаритных систем радиоэлектронной разведки. Анализ ТТХ осуществлялся по показателям платформ, групп целевого назначения, средств защиты и средств обеспечения функций связи и управления.

Tactical and technical specifications of the modern specimens of compact electronic intelligence (ELINT) systems are generalized. The main directions and the tendencies of their development are found out. The comparative analysis of technical level of 10 specimens of compact ELINT systems is carried out. As the last ones there were chosen the specimens of compact ELINT systems made in USA, Great Britain, France, Germany, Russia, and Turkey. The analysis of tactical and technical specifications was carried out over platform group indices, purpose group indices, defence/ECCM group indices, and control and communication group indices.

Швидкі темпи поширення радіоелектронних засобів (РЕЗ) у всіх сферах людської діяльності й триваючий технічний прогрес у галузі створення швидкодіючих завадозахищених засобів і систем радіозв'язку, що функціонують на принципі колективного використання окремих ділянок діапазону частот і застосування сигналів із складними видами дискретної модуляції, приводять до істотного ускладнення радіоелектронної обстановки (РЕО) з великим завантаженням робочих діапазонів частот і високою динамікою їхньої зміни в просторі та часі. У цих умовах ефективність виконання завдань пошуку, спостереження та визначення координат, які здійснюються з метою виявлення джерел розвідувальних відомостей (ДРВ) об'єктів розвідки, залежить як від часу, необхідного для виявлення ДРВ, так і від точності визначення координат ДРВ, що обумовлює необхідність постійного вдосконалювання широкосмугових швидкодіючих малогабаритних систем радіоелектронної розвідки (МС РЕР).

Найбільш важливими принципами побудови МС РЕР є використання цифрової обробки сигналів, застосування багатоканальних широкобазових

пеленгаційних антенних систем і малоканалних (як правило, двоканальних) радіоприймальних пристроїв (РПУ), що в разі прийнятної вартості апаратури, яку обумовлено, головним чином, кількістю каналів РПУ, забезпечує в широкому діапазоні частот високі чутливість РПУ та точність визначення координат, однак призводить до погіршення швидкодії МС РЕР, пропорційного відношенню кількості його антенних і радіоприймальних каналів.

Особливістю МС РЕР, які розглянуто, є використання малогабаритних широкосмугових антенних решіток.

Зараз на озброєнні Збройних Сил (ЗС) України немає МС РЕР.

Розробка та прийняття на озброєння сучасних та перспективних МС РЕР вимагає безперервного моніторингу сучасного стану розвитку засобів радіоелектронної розвідки (РЕР) у збройних силах передових держав світу, виявлення нових напрямів та тенденцій їхнього розвитку, а також здійснення порівняльного аналізу технічного рівня нових зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) в галузі РЕР [1–3].



Рис. 1. Малогабаритні системи радіоелектронної розвідки:

- 1 – TRC 6200-DF, Thales Land & Joint System, Франція [4]; 2 – TCI 803S, компанія TCI, США [5];
 3 – TCI 903S компанія TCI, США [5]; 4 – AN/PRD-13, Lincabit L3, США [6];
 5 – MEWS-M, L-3 TRL Technology, Велика Британія [7]; 6 – DDF007, Rohde & Schwarz, ФРН [8];
 7 – DDF119 Rohde & Schwarz ФРН [8]; 8 – «Артикул-Н1», Науково-виробнича компанія ЗАО «ІРКОС», РФ [9];
 9 – «Арча-ІТ», Науково-виробнича компанія ЗАО «ІРКОС», РФ [9]; 10 – ADF-3401, Aselsan, Туреччина [10]

Технічні характеристики МС РЕР наведено в табл. 1.

Метою роботи є, по-перше, узагальнення тактико-технічних характеристик сучасних зразків РЕР у класі МС РЕР, по-друге, виявлення основних напрямів та тенденцій їхнього розвитку, а також здійснення порівняльного аналізу технічного рівня зразків МС РЕР з найближчими аналогами.

Дані щодо тактико-технічних характеристик сучасних зразків РЕР у класі МС РЕР зібрано та узагальнено за різними джерелами відкритого доступу, наприклад, [4–10].

Для здійснення порівняльного аналізу як зразки-аналоги обрано такі МС РЕР: TRC 6200-DF, Thales Land & Joint System (Франція); TCI 803S, TCI 903S компанії TCI (США); AN/PRD-13, Lincabit L3 (США); MEWS-M, L-3 TRL Technology (Велика Британія); DDF007, DDF119 Rohde & Schwarz (R&S) (ФРН); «Артикул-Н1» та «Арча-ІТ» науково-виробничої компанії ЗАО «ІРКОС» (РФ); ADF-3401, Aselsan (Туреччина), які зображені на рис. 1.

Для зразків МС РЕР обрано типовий склад груп декомпозиції ТТХ аналогічний тому, який обрано в роботі [3]:

- показники носіїв (платформ, базових шасі тощо);

- показники засобів цільового призначення ОВТ;
 - показники засобів захисту ОВТ;
 - показники засобів забезпечення функцій зв'язку й управління ОВТ.

У межах наведених груп декомпозиції розглядатимуться такі ТТХ:

1) показники платформ: маса, мінімальний лінійний розмір, максимальний лінійний розмір, можливість установки на транспортні засоби або на безпілотний літальний апарат (БПЛА), нижня межа робочої температури, можливість роботи в русі;

2) показники засобів цільового призначення ОВТ визначаються основними технічними характеристиками: діапазон (діапазони) робочих частот (нижня/верхня межа діапазону частот РЕР), чутливість приймача, чутливість за полем, точність визначення пеленгу, швидкість сканування РПУ, час налаштування РПУ, мінімальна тривалість сигналу, що пеленгується, динамічний діапазон, час роботи від акумуляторної батареї, потужність споживання електроенергії, тривалість роботи від акумулятора;

3) показники засобів захисту: дальність виносу антенної системи, наявність системи захисту РПУ від перешкод;

Таблиця 1. Тактико-технічні показники малогабаритних систем радіоелектронної розвідки

Назва показника	TRC6200DF, Thales Land & Joint System, Франція	TCI803E, компанія TCI, США	TCI903S, компанія TCI, США	PRD-13 (V) 3, Lincabit L-3, США	MEWS-M, L-3 TRL Technology Велика Британія	R&S DD007 Rohde & Schwarz, ФРН	R&S DD F119, Rohde & Schwarz, ФРН	Арча- ИТ, ЗАО «ИРКОС», РФ	Артикул- Н1, ЗАО «ИРКОС», РФ	ADF-3401, Aselsan, Туреччина
показники носіїв										
Маса, кг	12	30	40	19,5	20	3,5	40	30	15	22
Мін. лінійний розмір, м	1,2	0,48	0,48	0,14	0,14	0,07	0,22	0,3	0,12	0,36
Макс. лінійний розмір, м	2,1	1,3	1,3	0,33	0,33	1,1	1,1	0,6	0,5	0,48
Можливість установки на транспортні засоби або на БПЛА	–	+	+	+	+	–	–	+	+	+
Можливість роботи в русі	–	–	–	+	–	+	–	+	+	+
Нижня межа робочої температури, °С	0	– 20	– 20	– 20	– 40	0	–10	– 40	– 40	0
показники засобів цільового призначення										
Нижня межа діапазону частот, МГц	2	20	20	2	2	20	0,5	20	1,8	20
Верхня межа діапазону частот, МГц	3000	3000	8000	2000	3000	6000	3000	3000	8000	3000
Чутливість приймача, дБ	0,4	10	10	10	5	1	1	2	0,8	5
Чутливість за полем, мкВ/м	10	10	10	19	10	1	1	12	1	10
Точність визначення пеленгу, град.	1	2	2	3	5	1,7	1,7	2	5	5
Швидкість сканування РПУ, ГГц/с	3	3	3	1	2	2	2	10	3,2	10
Час налаштування РПУ, мс	1	1	3	5	3	0,5	1	0,1	1	2
Мінім. тривалість сигналу, що пеленгується, мс	1	1	1	5	1	0,5	1	2	1	10
Динамічний діапазон, дБ	96	80	90	75	80	90	90	75	75	75
Потужність споживання, Вт	100	120	120	9,5	20	25	100	200	100	175
Час роботи від акумуляторної батареї, год.	5	4	4	5	20	5	4	4	4	5
показники засобів захисту										
Дальність виносу антенної системи, м	40	40	40	50	50	50	40	80	100	50
Наявність системи захисту від перешкод;	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
показники засобів забезпечення функцій зв'язку і управління										
Наявність каналу дистанційного управління	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Дальність зв'язку в разі централізованого управління, км	30	25	20	30	20	30	30	30	30	30

4) показники засобів забезпечення функцій зв'язку й управління: наявність каналу дистанційного управління МС РЕР, дальність управління.

Оцінка впливу визначених груп декомпозиції та окремо оцінка впливу визначених ТТХ у кожній групі на коефіцієнт технічного рівня OBT реалізується за допомогою методу прямої експертної оцінки. Середнє значення вагового коефіцієнта i -ї групи декомпозиції із чотирьох груп наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Середнє значення вагових коефіцієнтів у групах декомпозиції

Номер групи декомпозиції	Назва групи декомпозиції	Значення вагового коефіцієнта групи декомпозиції
1	Показники носіїв (платформ, базових шасі тощо)	0,2
2	Показники засобів цільового призначення	0,6
3	Показники засобів захисту	0,1
4	Показники засобів забезпечення функцій зв'язку й управління	0,1

Середнє значення вагового коефіцієнта j -ї тактико-технічної характеристики в i -й групі декомпозиції наведено в табл. 3.

Визначимо коефіцієнти технічного рівня зразків OBT РЕР та їхніх найближчих аналогів за відомими методиками [11–16]:

$$Q_k = \sum_{i=1}^I w_i \left(\frac{q_{ki}}{\max_k \{q_{ki}\}} \right) + \sum_{j=1}^J w'_j \left(\frac{\min_k \{q'_{kj}\}}{q'_{kj}} \right), \quad (1)$$

де q_{ki} (q'_{kj}) – i -й (j -й) параметр k -го зразка OBT, причому параметр q_{ki} належить до групи параметрів, в якій більше значення відповідає кращому параметру, та навпаки, параметр q'_{kj} належить до групи параметрів, в якій менше значення відповідає кращому параметру; w_i (w'_j) – ваговий коефіцієнт i -го параметра q_{ki} (q'_{kj}) k -го зразка OBT, за цим забезпечується правило нормування $\sum_{i=1}^I w_i + \sum_{j=1}^J w'_j = 1$; I – кількість параметрів q_{ki} , за якими здійснюється оцінка аналогів OBT, $i = 1, \dots, I$; J – кількість параметрів q'_{kj} , за якими здійсню-

ється оцінка аналогів OBT, $j = 1, \dots, J$; K – кількість аналогів, які оцінюються, $k = 1, \dots, K$.

Аналіз результатів розрахунків дозволяє провести порівняльну оцінку дослідного зразка з обраними зразками аналогами. Кращі за сукупністю ТТХ зразки OBT мають більші значення коефіцієнта технічного рівня (КТР), який визначається відносно еталонного зразка (ЕЗ), у якого $КТР_{ЕЗ} = 1,0$.

На рис. 2 наведено гістограму залежності коефіцієнтів технічного рівня Q_k (КТР) зразків-аналогів, які обрано.

Як видно з рис. 2, МС РЕР TRC-6200 DF, MEWS-M, DDF007, DDF119, «Артикул -Н1», «Арча-ИТ» знаходяться вище середнього значення ($КТР_{ср} = 0,417$), випереджаючи найгірші зразки-аналоги AN/PRD-13, TCI 803S, TCI 903S; ADF-3401, на 2...7%. До найкращих сучасних зразків МС РЕР з даної вибірки слід віднести зразки-аналоги DDF007 Rohde & Schwarz (ФРН) з $КТР = 0,676$, «Артикул-Н1» з $КТР = 0,509$, «Арча-ИТ» (РФ) з $КТР = 0,543$, DDF119 Rohde & Schwarz (ФРН) з $КТР = 0,509$, TRC6200 DF виробництва Thales Land & Joint System (Франція) з $КТР = 0,504$, MEWS-M, L-3 TRL Technology (Велика Британія) з $КТР = 0,421$.

Для аналізу причин відставання деяких зразків МС РЕР на рис. 3 зображено гістограми з деталізацією складових коефіцієнта технічного рівня за групами декомпозиції. Відносний внесок складових коефіцієнта технічної досконалості за чотирма групами декомпозиції показано цифрами 1, 2, 3, 4 відповідно.

З рис. 3 видно, що основними шляхами удосконалення найгірших зразків МС РЕР можуть, насамперед, бути: зниження масових і габаритних характеристик, зниження робочої температури та покращення ТТХ групи засобів цільового призначення OBT, а саме: чутливості за полем, підвищення швидкості сканування приймача, зниження потужності споживання та подовження часу роботи від акумуляторної батареї.

Таким чином, покращання ТТХ зразків МС РЕР розробникам доцільно проводити в першу чергу в межах групи засобів цільового призначення OBT (друга група декомпозиції), де відставання від зразків-аналогів найбільше, а в другу чергу – за рахунок зменшення масових і габаритних показників та забезпечення можливості застосування на БПЛА (перша група декомпозиції), а також покращення показників групи засобів захисту зразків та групи засобів управління й зв'язку за рахунок забезпечення можливості дистанційного управління МС РЕР (четверта група декомпозиції).

Таблиця 3. Середнє значення вагових коефіцієнтів тактико-технічних характеристик у групах декомпозиції

Назва групи декомпозиції	Назва j-ї тактико-технічної характеристики в i-й групі декомпозиції	Значення вагового коефіцієнта j-ї тактико-технічної характеристики в i-й групі декомпозиції
Показники платформ	маса	0,3
	мінімальний лінійний розмір	0,1
	максимальний лінійний розмір	0,1
	можливість установки на транспортний засіб або на безпілотний літальний апарат	0,2
	можливість роботи в русі	0,1
	нижня границя робочої температури	0,2
Показники засобів цільового призначення ОВТ	діапазон (діапазони) робочих частот (нижня/верхня межа діапазону частот)	0,1
	чутливість приймача	0,12
	чутливість по полю	0,18
	точність визначення пеленгу	0,16
	швидкість сканування РПУ	0,11
	час налаштування РПУ	0,13
	динамічний діапазон	0,08
	мінімальна тривалість сигналу, що пеленгується	0,07
	потужність споживання електроенергії	0,03
	час роботи від акумуляторної батареї	0,02
Показники засобів захисту	дальність виносу антенної системи	0,35
	наявність системи захисту від перешкод	0,65
Показники засобів забезпечення функцій зв'язку й управління	наявність каналу дистанційного управління	0,35
	дальність управління	0,65

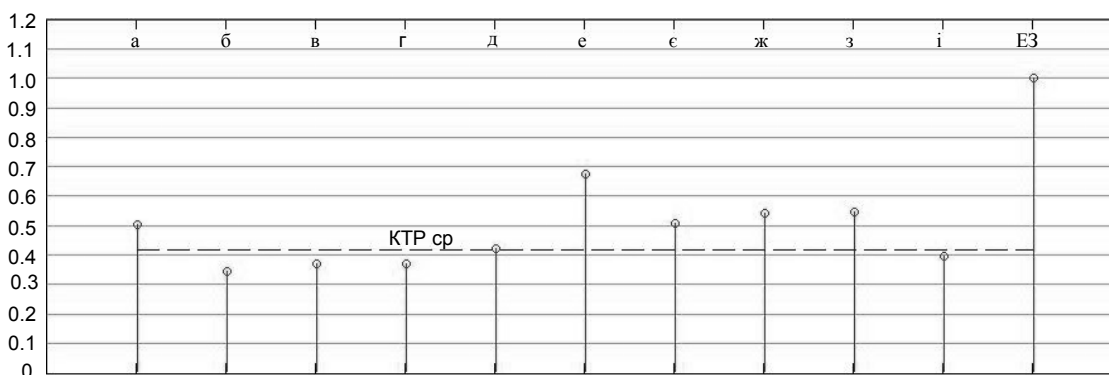


Рис. 2. Коефіцієнт технічного рівня малогабаритних систем радіоелектронної розвідки:

а – TRC 6200-DE, Thales Land & Joint System, Франція; б – TCI 803S, компанія TCI, США; в – TCI 903S компанія TCI, США; г – AN/PRD-13, Lincabit L3, США; д – MEWS-M, L-3 TRL Technology, Велика Британія; е – DDF007, Rohde & Schwarz, ФРН; є – DDF119, Rohde & Schwarz, ФРН; ж – «Артикул-Н1», Науково-виробнича компанія ЗАО «ИРКОС», РФ; з – «Арча-ИТ», Науково-виробнича компанія ЗАО «ИРКОС», РФ; і – ADF-3401, Aselsan, Туреччина

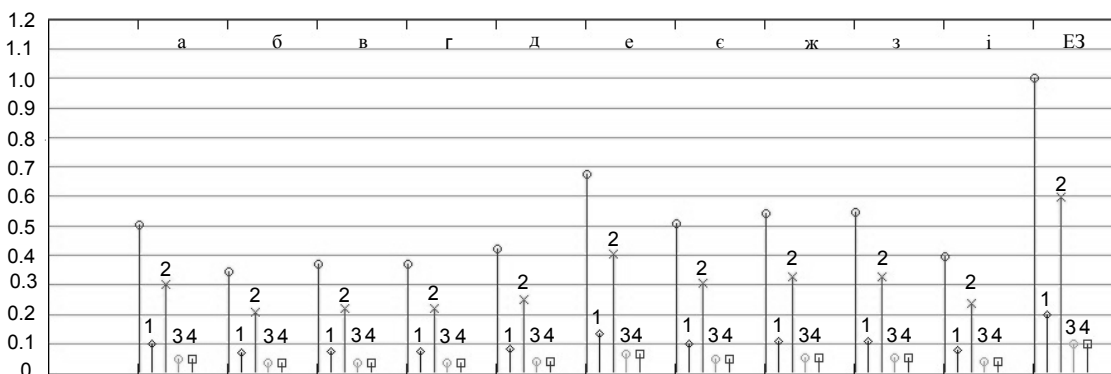


Рис. 3. Коефіцієнт технічного рівня малогабаритних систем радіоелектронної розвідки з деталізацією його складових за групами декомпозиції:

а – TRC 6200-DF, Thales Land & Joint System, Франція; б – TCI 803S, компанія TCI, США; в – TCI 903S компанія TCI, США; г – AN/PRD-13, Lincabit L3, США; д – MEWS-M, L-3 TRL Technology, Велика Британія; е – DDF007, Rohde & Schwarz, ФРН; є – DDF119, Rohde & Schwarz, ФРН; ж – «Артикул – Н1», Науково-виробнича компанія ЗАО «ИРКОС», РФ; з – «Арча - ИТ», Науково-виробнича компанія ЗАО «ИРКОС», РФ; і – ADF-3401, Aselsan, Туреччина; 1 – показники платформ; 2 – показники засобів цільового призначення ОВТ; 3 – показники засобів захисту; 4 – показники засобів забезпечення функцій зв'язку й управління

Узагальнений аналіз сучасного стану розвитку МС РЕР дозволяє зробити такі висновки.

Висновки

1. Відстежується тенденція забезпечення можливості визначення координат джерел розвідувальних відомостей, що використовують дискретні широкополосні сигнали, зокрема, сигнали з програмним перестроюванням частоти.

2. Достатньо чітко відстежується загальносвітова тенденція розвитку переносних пеленгаторів з метою вирішення задач зі здійснення радіоелектронної розвідки засобів радіозв'язку та передачі даних.

3. У сучасних засобах радіоелектронної розвідки в класі малогабаритних систем радіоелектронної розвідки проявляється тенденція розширення діапазону частот радіоелектронної розвідки (до 6...8 ГГц).

4. Результати порівняльного аналізу сучасних зразків малогабаритних систем радіоелектронної розвідки переконливо свідчить про достатньо високий технічний рівень Франції та Великої Британії у цій галузі.

Список літератури

1. Чепков І. Б. Загальні тенденції розвитку озброєння та військової техніки / Чепков І.Б., Нор П.

І. // Озброєння та військова техніка. – 2014. – № 1. – С. 4–13.

2. Попов А. О. Загальні тенденції розвитку засобів радіоелектронної боротьби / Попов А.О., Твердохлібов В. В. // Озброєння та військова техніка – 2014. – № 4. – С. 4–10.

3. Кузьменко Т. П. Оцінка технічного рівня сучасних зразків ОВТ радіоелектронної боротьби сухопутних військ ЗС РФ / Кузьменко Т. П., Попов А. О., Твердохлібов В. В. // Зб. наук. праць / ЦНДІ ОВТ ЗС України. – 2013. – № 4 (51). – С. 166–180.

4. Thales Land & Joint Systems, Франція: офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.thalesgroup.com.

5. Компанія TCI, США: офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.tcihr.com.

6. Lincabit Division, США: офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.L-3com.com.

7. L-3 TRLTechnology, Велика Британія: офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.QinetiQ.com.

8. Rohde&Schwarz, ФРН: офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.rohde-schwarz.com.

9. «Иркос», РФ: офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ircos.ru.

10. *Aselsan*, Туреччина: офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.aselsan.com>.
11. *Полегенько А. Ф.* Метод анализа иерархий: некоторые аспекты практического применения / А. Ф. Полегенько, К. Б. Круковский-Синевич, О. П. Коростелев. – К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2011. – 152 с.
12. *Семенов С. С.* Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники / С. С. Семенов, В. Н. Харчев, А. И. Иоффин. – М.: Радио и связь, 2004. – 552 с.
13. *Семенов С. С.* Оценка технического уровня оружия – важный фактор его развития / С. С. Семенов, В. Н. Харчев, А. И. Иоффин // Военный парад. – 1995. – № 1. – С. 87–89.
14. *Дочкин А. Г.* Особенности применения метода анализа иерархий при сравнительной оценке образцов вооружения и военной техники / А. Г. Дочкин, А. Ф. Полегенько, К. Б. Круковский-Синевич // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2004. – № 3. – С. 3–6.
15. *Дочкин А. Г.* К вопросу о практическом применении метода анализа иерархий // А. Г. Дочкин, К. Б. Круковский-Синевич, С. В. Лапицкий, А. В. Гурнович // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2005. – № 2. – С. 16–18.
16. *Круковский-Синевич К. Б.* Использование принципа идеального образца для обоснования тактико-технических требований к перспективным видам вооружения и военной техники // А. Ф. Полегенько, К. Б. Круковский-Синевич // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2005. – № 3. – С. 8–14.