

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗАЩИТНОГО ПРОТИВОМИННОГО ЭКРАНА

С.П. Бисык

В статье приведены результаты исследований влияния способов повышения эффективности применения противоминного экрана для защиты экипажей боевых бронированных машин от поражающих факторов взрыва минно-взрывного устройства. Проведена оценка эффективности нескольких конструктивных схем усиления противоминного экрана и целесообразность выполнения его из разных материалов. Применение модульного способа повышения противоминной стойкости боевых бронированных машин улучшит оперативность повышения защищенности боевых бронированных машин как разрабатываемых, так и штатных образцов.

**Ключевые слова:** противоминная стойкость, защитный противоминный экран, моделирование взрывной нагрузки, защищенность боевых машин, метод конечных элементов, взрыв.

## STUDY CONSTRUCTION PROTECTIVE MINE SCREEN

S. Bisyk

The article presents results of studies of the ways to improve the efficiency of using protective screen to protect crews combat vehicles from damaging factors undermining mine-explosive device. The evaluation of the effectiveness of several structural reinforcement schemes protective mine screen and its implementation feasibility of different materials. The use of modular method of increasing the stability of mine armored combat vehicles will improve efficiency more protective combat vehicles like those being developed and regular samples.

**Key words:** mine protective, protective mine screen, explosive simulation, military vehicles protection, finite element method, blast.

УДК 681.3.01:519.67

І.І. Опанасюк

*Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів*РАДИОЛОКАЦІЙНІ СТАНЦІЇ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ  
ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ

У статті проведено аналіз стану радіолокаційних станцій контрбатареїної боротьби, які знаходяться на озброєнні провідних країн світу з метою впровадження їх досвіду при створенні перспективних станцій для озброєння Сухопутних військ Збройних Сил України.

**Ключові слова:** радіолокаційна станція, антенна решітка, балістичний об'єкт, координати цілей.

## Постановка проблеми

У вогневому ураженні артилерією ключова роль відводиться точності інформації про ціль та швидкості визначення коректур [1]. Як наслідок, засоби розвідки повинні забезпечити достовірну інформацію про ціль практично у реальному масштабі часу. Серед відомих засобів артилерійської розвідки – радіолокаційні станції артилерійської розвідки. За допомогою сучасних станцій контрбатареїної боротьби (КББ), в яких використовується електронно-кероване діаграмоутворення, можливо одночасно виявляти та супроводжувати декілька балістичних об'єктів (БО) на траєкторіях їх польоту. Протягом декількох секунд прогнозувати місця їх розривів та місцеположення вогневих засобів.

В Україні через ряд причин розробці та створенню засобів КББ не приділялось достатньої уваги. Радіолокаційні станції артилерійської розвідки, які прийняті на озброєння 1РЛ232 та 1РЛ239, експлуатуються більше 30 років та за своїми тактико-технічними характеристиками не повною мірою відповідають вимогам сучасного бою, в основному через обмежені можливості по виявленню цілей [2, 3]. Таким чином, без сучасних засобів артилерійської розвідки забезпечити ефективність вогневого ураження артилерійськими засобами неможливо.

**Метою статті** є аналіз можливостей сучасних станцій КББ, які знаходяться на озброєнні провідних країн світу, та визначення напрямів подальшого розвитку вітчизняних станцій КББ.

## Виклад основного матеріалу

В сучасному бою одним із поширених засобів для визначення вогневих позицій противника є радіолокаційні станції контрбатареїної боротьби (КББ). Виявлення стріляючої батареї противника здійснюється шляхом реєстрації частини траєкторії польоту снаряда [3]. Сучасні системи (КББ) вирішують цю задачу в автоматичному режимі. Самий простий випадок траєкторії – парабола, яка характерна для польоту мінометних мін. Траєкторія польоту артилерійського снаряда та ракет параболі не відповідає, тому необхідно використовувати більш складні розрахунки.

Крім розрахунку траєкторії, необхідно вирішити задачу виявлення, супроводження та визначення координат балістичного об'єкта (БО). Дальність та точність виявлення БО залежить від ефективної площі розсіювання (ЕПР). В таблиці 1 наведено орієнтовні значення ЕПР для різних типів БО [4].

Таблиця 1

### Значення ЕПР для різних типів БО

Тип БО	Значення ЕПР ( $M^2$ )
Мінометна міна	0,01
Артилерійський снаряд	0,001
Ракета калібр 122 мм	0,009
Ракета калібр 227 мм	0,018

Для радіолокаційного виявлення таких цілей використовується, як правило, сантиметровий діапазон радіохвиль [5, 6, 7].

Сучасні станції КББ виявляють снаряди гаубиць на відстані близько 30 км, ракети та мінометні міни – більше 50 км. На великих дистанціях точність визначення координат (колове ймовірне відхилення) складає приблизно 0,3 – 0,4 % від дальності.

Принцип роботи РЛС КББ ґрунтується на виявленні артилерійських засобів ураження на ранній стадії польоту БО і проведенні декількох вимірів поточного положення БО з метою розрахунку його траєкторії. На основі пролонгації і екстраполяції вимірів визначаються місцезнаходження вогневих засобів і місця можливого розриву їх боеприпасів.

Для виявлення вогневих позицій артилерії противника, промінь РЛС сканує простір над лінією горизонту, утворюючи бар'єр виявлення. При отриманні відбитого сигналу, станція супроводжує ціль впродовж часу, необхідного для уточнення траєкторії польоту снаряда і обчислення методом екстраполяції координат вогневої позиції та місця падіння боеприпасу. При цьому автоматично визначаються калібр боеприпасу і тип стріляючої гармати, оцінюються орієнтовні розміри вогневої позиції батареї противника та здійснюється класифікація цілей.

До складу РЛС КББ провідних країн світу [5, 6] входять: антенна система, приймач, апаратура обробки, зв'язку і передачі даних, система електроживлення.

Антенна станції – фазована антенна решітка (ФАР), у якій огляд простору здійснюється електронним скануванням променя діаграми спрямованості. Сектор електронного сканування по азимуту в середньому складає 90°, по куту місця – до 30°. Для забезпечення круговою огляду простору ФАР може встановлюватися на поворотну платформу.

Апаратура обробки, зв'язку і передачі даних розміщується в стандартних контейнерах і встановлюється на різну колісну або гусеничну базу з вантажопідйомністю не менше 5 т. Для підвищення можливостей РЛС КББ проводиться їх безперервна модернізація, і в першу чергу, за рахунок розробки нового програмного забезпечення і впровадження нових модульних засобів. Одним із важливих напрямів є розробка і впровадження системи точної топографічної прив'язки. Під час передислокації РЛС і в процесі ведення розвідки з бойової позиції бортова навігаційна система визначає своє місце розташування і орієнтує антенну систему, що значною мірою підвищує точність визначення вогневих позицій противника.

До основних РЛС КББ, що перебувають на озброєнні збройних сил США та інших країн НАТО, відносяться станції типів AN/TPQ - 36 і AN/TPQ - 37 (США) різних модифікацій, «COBRA» (ФРН, Франція, Великобританія, США) і «ARTHUR» (Швеція, Норвегія). Основні ТТХ вказаних станцій наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

### Основні ТТХ станцій КББ

Характеристика	AN/TPQ - 36(V)	AN/TPQ - 37(V)	EQ - 36	AN/TPQ 48(V)2A	COBRA	ARTHUR				EL/M - 2084
						A	B	C	D	
Дальність виявлення вогневих позицій, км										
мінометів	3-18		0,5-20	10	20	30-35	30-40	35-40	16-40	до 10
артилерійських гармат	0,75-14,5	30	3-34		20	15-20	20-25	25-30	25-30	до 50

РСЗВ	8-24	50	5-60		50			45-60	45-60	100
Сектор огляду, град.										
по азимуту	90-360	90-360	90 - 360	360	270	90	90	90	360	120
по куту місця	2,45-6,95	1,65-7,65	60	30						80
Кількість одночасно супроводжуваних цілей	10	10	50			8	8	8	8	200
Діапазон робочих частот, ГГц	8-9	3-4	3-4	1-2	4-8	5-6	5-6	5-6	5-6	1-2
Кількість робочих частот	32	15								
Точність визначення координат вогневих позицій, відс.	1-2,5 від дальності	0.9 від дальності			0,3 від дальності					на дальності 50 км - 125-150 м
Тип антенної системи	ФАР	ФАР	ФАР	ФАР	ФАР	ФАР			ФАР	

Аналіз вищенаведених даних, свідчить про те, що в збройних силах провідних країн світу пріоритетними напрямками при розробці станцій КББ є:

- використання фазованих антенних решіток, що дає змогу одночасно виявляти та супроводжувати декілька цілей;

- використовувати декілька робочих частот для забезпечення електромагнітної сумісності та підвищити заводо захищеність приймального тракту приймача;

- використання цифрової обробки сигналів, що дає змогу постійної модернізації алгоритмів обробки сигналів;

- використання модульної системи побудови станцій для їх подальшої модернізації;

- розташування модулів на самохідних гусеничних або колісних платформах для забезпечення мобільності;

- включення станцій КББ як складової частини до АСУ відповідної ланки, що дозволить оперативно і точно виконувати вогневі завдання.

Таким чином, при розробці сучасної станції КББ для Збройних Сил України необхідно передбачити:

- роботу у складній перешкодовій обстановці;
- можливість задавати сектор пошуку БО;
- електронного сканування заданого сектора пошуку;

- виявлення та супроводження БО;

- зав'язку траєкторії польоту виявленого БО;

- автоматичне визначення місцезнаходження станції;

- екстраполяцію до точки вибуху та місцезнаходження вогневої позиції;

- ідентифікацію типу БО;

- автоматизовану видачу результатів розвідки.

Для реалізації наведених можливостей необхідно використати ФАР із можливістю формування чотирьох парціальних променів у діаграмі спрямованості для реалізації моно-імпульсного методу пеленгації цілі (для режиму визначення поточних координат БО та

його супроводження) [8]. РЛС повинна визначати чотири координати (дальність, азимут, кут місця та швидкість БО). Крім того, необхідно передбачити можливість ведення розвідки літальних апаратів (в тому числі і безпілотних). Для вирішення задачі екстраполяції РЛС повинна забезпечити виявлення БО на вихідних ділянках траєкторії польоту, в тому числі об'єкти із мінімальною ЕПР (таблиця 1). Технічні можливості РЛС по швидкості сканування променів діаграми спрямованості ФАР, обробки відбитих сигналів та визначення координат, необхідно узгоджувати із швидкісними характеристиками польоту БО.

Необхідно забезпечити точність визначення координат, яка характеризується коловим відхиленням із ймовірностями 0,5 та 0,9. Для сучасних РЛС КББ [5, 6] вона складає орієнтовно 0,3 – 0,65% від дальності (для ймовірного колового відхилення 0,5) та 1 – 1,5% від дальності (для ймовірного колового відхилення 0,9) у залежності від типу БО.

Для захисту від перешкод використати адаптивні системи зміни несучої частоти РЛС та цифрову систему селекції рухомих цілей [9]. При цьому забезпечити регулювання рівня «хибних» тривог та формування «карти» перешкод для формування провалів у діаграмі спрямованості антени та зниження потужності зондувальних сигналів, що ускладнить виявлення працюючої РЛС КББ засобами радіоелектронної розвідки противника. Для збільшення дальності виявлення та точності визначення координат БО при обробці сигналу використати цифрове стискання імпульсного сигналу, фільтрацію доплерівських частот та розрахунок моноімпульсної помилки.

## Висновки

1. Аналіз РЛС КББ провідних країн світу свідчить про їх інтенсивне використання при виявленні стріляючих засобів противника та для коректування вогню артилерії.

2. Існуючі РЛС артилерійської розвідки, які знаходяться на озброєнні Збройних Сил України не повною мірою відповідають вимогам до таких станцій в сучасному бою в основному через обмежені можливості по виявленню цілей, ефективність їх використання значною мірою залежить від «людського фактора».

3. Перспективні зразки РЛС КББ для Збройних Сил України необхідно створювати за модульним принципом на самохідній базі.

4. Для забезпечення ефективної роботи станції у складній радіоелектронній обстановці необхідно використати антенні решітки із цифровим діаграмоутворенням та цифровими алгоритмами обробки сигналів.

### Список літератури

1. *Правила стрільби і управління вогнем наземної артилерії. Група, дивізіон, батарея, взвод, гармата / В.М. Рябоконь, П.І. Руденко, П.В. Полениця, О.В. Сміронов. – Л.: Видавництво ЛІСВ, 2009. – 292 с.*

2. [Http://skeiz.livejournal.com/1064315.html](http://skeiz.livejournal.com/1064315.html) "Разбор войны с точки зрения специалиста", автор бывший начштаба тб. 79 зв. т. п. 7 зв. т. д. полковник запаса Мураховский В.И., 18 августа 2008 г.

3. Лобачов А.І. До питання про маневрування ракети щодо приховування дійсної точки старту/ А.І. Лобачов, О.В. Аксененко, В.А. Андронов, В.М. Радченко// Військово-технічний збірник. – 2011. – № 2(5). С. 40 – 48.

4. Електронний ресурс Режим доступу [https://ru.wikipedia.org/wiki/РЛС\\_контрбатаре́йной\\_борьбы](https://ru.wikipedia.org/wiki/РЛС_контрбатаре́йной_борьбы)

5. А. Куприков. Радиолокационные станции контрбатаре́йной борьбы основных зарубежных стран // "Зарубежное военное обозрение". – 2010. – № 12. – С. 32 – 41.

6. Е. Викторов. РЛС контрбатаре́йной борьбы EQ-36 для СВ США // "Зарубежное военное обозрение". – 2008. – № 12. – 85 с.

7. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации: Учебник для вузов/ М.И. Финкельштейн. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1983. – 536 с., ил.

8. Зубков А.М. Оптимізація алгоритмів комплексування парціальних каналів багатоспектральних приладів артилерійської розвідки для всіх етапів спостереження/ А.М. Зубков, А.В. Дяков // Військово-технічний збірник. – 2011. – № 2(5). – С.12 – 16.

9. Бакулев П.А., Степанов В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей/ П.А. Бакулев, В.М. Степанов. – М.: Радио и связь, 1986.

**Рецензент:** к.т.н., с.н.с. Ю.І. Бударецький, НДВ РВіА НЦ СВ, м. Львів.

## РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СТАНЦИИ КОНТРБАТАРЕЙНОЙ БОРЬБЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

И.И. Опанасюк

*В статье проведен анализ состояния радиолокационных станций контрбатаре́йной борьбы, которые находятся на вооружении ведущих стран мира, с целью внедрения их опыта при создании перспективных станций для вооружения Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины.*

**Ключевые слова:** радиолокационная станция, антенная решетка, баллистический объект, координаты целей.

## ARTILLERY MONITORING BATTLEFIELD RADARS AND PROSPECTS OF THEIR DEVELOPMENT

I. Opanasyuk

*The article examines the state of artillery monitoring battlefield radars of the world leading countries in order to introduce advanced know-how for creation of perspective radars in the Ukrainian Army.*

**Key words:** artillery monitoring battlefield radars, array, ballistic object, target position data.