

УДК 621.391

А.А. Гризо, В.В. Ковкін

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## АКТИВНИЙ ЗАХИСТ ОГЛЯДОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ ВІД ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ

Стаття присвячена проблемі захисту оглядових радіолокаційних станцій (РЛС) від протирадіолокаційних ракет. Наведено оцінки ефективності заходів захисту РЛС від протирадіолокаційних ракет. Враховані особливості бойового застосування протирадіолокаційних ракет та вражаючі фактори їх бойових частин. Обґрунтований спосіб активного захисту РЛС з використанням групи відволікаючих пристроїв. Наведено практичні рекомендації щодо реалізації активного захисту РЛС від протирадіолокаційних ракет.

**Ключові слова:** протирадіолокаційні ракети, методи захисту РЛС, активний захист.

### Вступ

**Аналіз літератури та постановка проблеми.** Одним з найбільш ефективних методів протидії системі ППО з боку повітряного противника є вогневе ураження об'єктів ППО за допомогою протирадіолокаційних ракет (ПРР) [1 – 3].

Характеристики протирадіолокаційних ракет постійно покращуються та вдосконалюються способи їх бойового застосування [4].

В роботі [5] наведена оцінка дії вражаючих факторів ПРР на РЛС, в роботі [6] викладена методика розрахунку імовірності ураження наземної оглядової РЛС ПРР.

Актуальною проблемою є оцінка ефективності заходів захисту РЛС від ПРР та розробка способів їх застосування.

Методи захисту РЛС від ПРР можливо умовно поділити на пасивні, активні і комбіновані [7, 8].

Пасивні методи застосовуються з метою зниження ефективності впливу протирадіолокаційних ракет шляхом удосконалення РЛС та способів їх бойового застосування. Пасивні методи захисту РЛС від ПРР полягають в підвищенні стійкості РЛС до вражаючих факторів ПРР, підвищенні енергетичної та просторової прихованості роботи РЛС, в зміні режимів роботи РЛС.

Активні методи захисту РЛС від ПРР потребують застосування додаткових засобів, які самі або у разі спільної роботи з РЛС забезпечують знищення, самоліквідацію або відвід ПРР на безпечну для РЛС відстань.

Проблема полягає в тому, що на сьогодні відсутні оцінки ефективності методів захисту оглядових РЛС від сучасних ПРР та науково обґрунтовані рекомендації щодо їх практичного використання.

**Мета статті** – пошук способів захисту оглядових РЛС, які здатні забезпечити їх живучість в умовах застосування сучасних протирадіолокаційних ракет.

### Виклад основного матеріалу

Напрямок на РЛС системою самонаведення ПРР визначається як нормаль до фазового фронту сигналу від РЛС. Застосування відволікаючих пристроїв (ВП) для захисту РЛС від ПРР веде до перекручування фазового фронту сигналу РЛС і, як наслідок, збільшення помилки наведення ПРР.

Залежність імовірності поразки РЛС типу 19Ж6 однією ракетою від величини середньоквадратичного відхилення (СКВ) ПРР, яка розрахована по методу [6], наведена на рис. 1.

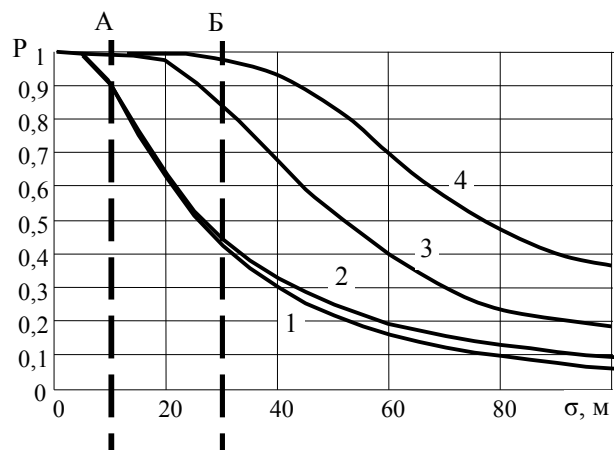


Рис. 1. Залежність імовірності ураження РЛС однією ПРР від СКВ наведення

Криві 1, 2 побудовані для осколково-фугасної бойової частини ПРР з рубчастою оболонкою, криві 3, 4 побудовані для осколково-фугасної бойової частини ПРР з готовими вражаючими елементами. Криві 1, 3 побудовані для бойових частин масою 66 кг (ПРР НАРМ), криві 2, 4 відповідають масі бойової частини 20 кг (ПРР «Армигер»).

Розрахунки виконані у припущенні, що помилка наведення ПРР не містить систематичної складової, розподіл помилок наведення описується законом Релея, гарантується спрацьовування зривника

(дистанційного або контактного при зустрічі з ціллю або поверхнею при промаху). Вважається, що РЛС виводиться з ладу механічним ушкодженням агрегатів осколками.

Криві 1, 2 при СКВ менш 40 м практично не відрізняються одна від одної, тому що із-за збільшеної маси осколків, навіть при меншій швидкості розльоту забезпечується висока пробивна здатність осколків. При використанні осколково-фугасної бойової частини з готовими елементами, залежність імовірності поразки цілі від маси бойової частини, значно більше відчутна.

У випадку коли жодних заходів щодо захисту РЛС від ПРР не вживається система самонаведення ПРР забезпечує середньоквадратичне відхилення від РЛС до 10 метрів, відповідно імовірність ураження РЛС сягає 0,9...0,99 (область ліворуч від лінії А на рис. 1).

Якщо після виявлення ПРР випромінювання РЛС вимикається, ПРР переходить до режиму наведення з використанням інерційної системи. Цей режим забезпечує середньоквадратичне відхилення від РЛС до 30 метрів, відповідно імовірність ураження РЛС для сучасних ПРР сягає 0,8...0,9 (область ліворуч від лінії Б рис. 1).

Для ПРР з бойовою частиною рубчастого типу виключення випромінювання РЛС може знизити імовірність її поразки до значення 0,4. Ці результати підтверджуються даними по використанню ПРР у В'єтнамі [3] коли вимкнення випромінювання РЛС приводило до зриву самонаведення та дозволяло значно зменшити втрати радіолокаційної техніки. Але слід зазначити, що в ті часи в ПРР використовувалася бойова частина застарілого типу (з рубчастою оболонкою).

Таким чином, застосування лише пасивних методів захисту РЛС від сучасних ПРР є неефективним.

Розглянемо ефективність активних методів захисту оглядової РЛС від ПРР з використанням відволікаючих пристроїв (ВП).

Застосування ВП може забезпечити захист РЛС за рахунок зміщення фазового центра системи некогерентних або когерентних випромінювачів.

При застосуванні ВП для захисту оглядової РЛС необхідно враховувати:

оглядова РЛС веде круговий пошук, отже, одержувана картина перевідбиттів буде постійно змінюватися, ділянки місцевості будуть опромінюватися бічними пелюстками з різним рівнем потужності й значенням фази сигналу;

управління фазами активних випромінювачів є досить складним, крім того, точність визначення координат ПРР оглядовою РЛС не дозволяє розраховувати необхідні фазові співвідношення для такого управління;

оглядові РЛС практично ніколи не застосовуються в складі групи однотипних РЛС на одній позиції.

Тому використовувати відомі методи керування випромінюваннями групи однотипних РЛС або керування фазою випромінювачів для збільшення помилки наведення ПРР неможливо.

Рівень сигналу від випромінювача-пастки повинен бути не менший сигналу, випромінюваного РЛС у напрямку на ПРР. Розрахунки показують, що для середньої потужності випромінювання РЛС 3 кВт, з рівнем бічних пелюсток 35 дБ (середній рівень), потужність ВП повинна становити не менш як 70 Вт за умови спрямованого випромінювання в напрямку дії ПРР.

На рис. 2 наведено залежність імовірності ураження РЛС однією ПРР типу HARM від зміщення точки наведення ПРР відносно РЛС. З графіка видно, що імовірність поразки РЛС швидко зменшується при зміщенні точки наведення від РЛС. На практиці достатньо зміщення точки наведення ПРР більш як на 100 метрів.

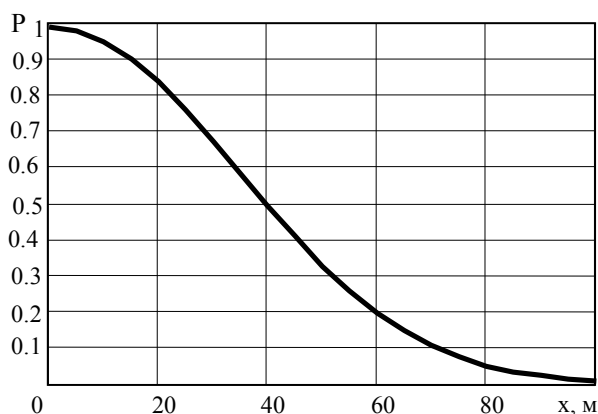


Рис. 2. Залежність імовірності ураження РЛС від зміщення точки наведення ПРР від РЛС

Очевидно, щоб зменшити імовірність поразки РЛС ВП слід розташовувати від РЛС якомога далі, але в цьому випадку зростає імовірність їх розрізнення системою самонаведення ПРР, та з'являється можливість перенацілювання ПРР на РЛС. Визначимо найбільшу відстань між ВП та РЛС, на якій вони будуть спостерігатися ГСН ПРР як одна ціль. Для дзеркальних антен, найбільш часто застосовуваних у головних частинах ракет, ширина діаграми спрямованості дорівнює [7]

$$2\Theta_{0,5p} = m \frac{\lambda}{d}, \quad (1)$$

де  $m$  – коефіцієнт, що враховує закон розподілу амплітуд на розкриві, дорівнює 65...80 град.;  $\lambda$  – довжина хвилі;  $d$  – діаметр антени (фактично корпусу) ПРР.

Таким чином, знаючи параметри  $\lambda = 0,1$  м,  $d = 0,3$  м, можливо розрахувати ширину діаграми

спрямованості антенної системи ПРР буде становити 20...30 град. Для більшості методів наведення справедливо вважати роздільну здатність рівною половині ширини діаграми спрямованості антени, тому кутова відстань між РЛС і ВП не повинна перевищувати 10...15 град.

При віднесенні ВП від РЛС на відстань 100...200 метрів вони сприймаються ГСН ПРР на дальності 500...1000 метрів як одна ціль, але на такій відстані перенацілювання ПРР вже неможливе.

За умов вимкнення випромінювання РЛС при відстані до ПРР 10 км та більше, відстань між РЛС та ВП може бути збільшена до 1 км.

Розглянемо два варіанти застосування ВП для захисту оглядової РЛС.

Перший варіант передбачає використання одного ВП, який розташований на відстані 500...1000 м від РЛС (рис. 3).

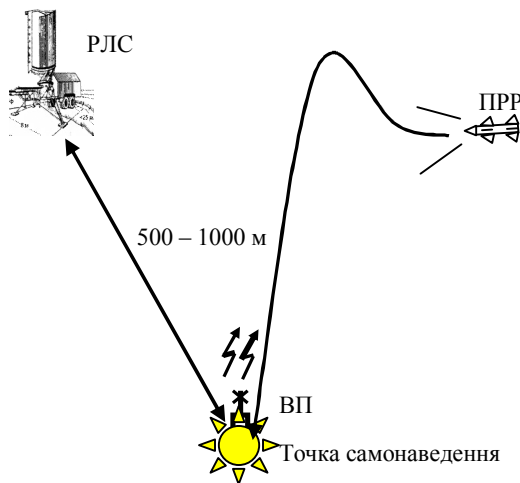


Рис. 3. Використання одного відволікаючого пристрою

При підльоті ПРР на відстань 10 км робота РЛС на випромінювання припиняється та включається в роботу (продовжує працювати) ВП. Внаслідок цього точка наведення ПРР зазнає зсуву на відстань розміщення ВП від РЛС.

Перевагами цього варіанту є висока ступінь захисту РЛС та мінімальна кількість ВП (лише один). Однак реалізація цього варіанту можлива лише за умов надійного виявлення ПРР та потребує тимчасового припинення роботи РЛС, що негативно впливає на якість радіолокаційної інформації. Крім того, при такому варіанті велика імовірність поразки самого ВП, тобто при масованому застосуванні ПРР цей варіант буде малоефективним.

Другий варіант передбачає використання групи ВП, які розташовуються на відстані 100...200 м від РЛС та один від одного (рис. 4), при цьому точка самонаведення ПРР випадково рухається у межах периметра утвореного ВП та РЛС. Випромінювачі

слід розміщувати трикутником таким чином щоб РЛС залишалася зовні периметра який ними утворюється. При такому розташуванні ВП з усіх напрямків будуть спостерігатися не менш двох ВП, точка наведення буде переміщуватися між джерелами випромінювання в залежності від фазових співвідношень.

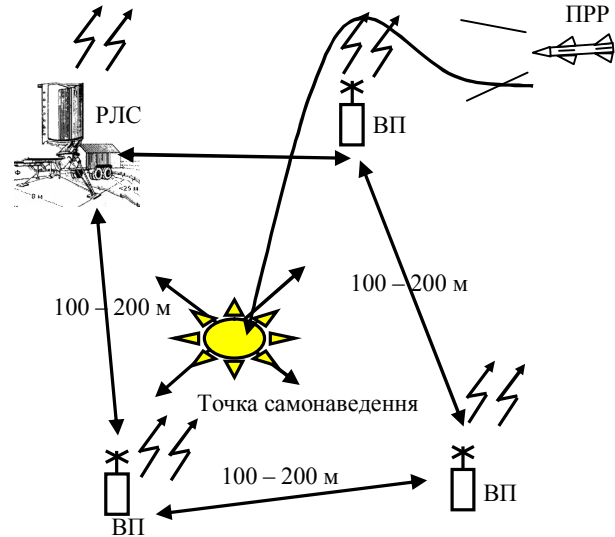


Рис. 4. Використання декількох відволікаючих пристроїв

В цьому випадку немає необхідності припинення роботи РЛС, тобто цей варіант забезпечує безперервність радіолокаційної інформації. Імовірність поразки РЛС (та ВП) дещо збільшиться порівняно з першим варіантом, але не перевищить 5%. Недоліком цього варіанта є необхідність одночасного застосування трьох ВП.

Порівняльна характеристика розглянутих способів захисту оглядової РЛС від ПРР наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика способів захисту від ПРР

Способи захисту РЛС від ПРР	Ефективність застосування ПРР	
	Імовірність ураження РЛС	Зниження темпу видачі РЛІ
Захист відсутній	0,9 ... 0,99	0
Періодичне виключення РЛС	0,8 ... 0,9	0,5
Виключення РЛС на кінцевій ділянці польоту ПРР	0,7...0,8	0,1...0,3
Застосування одного ВП з вимкненням випромінювання РЛС	0,001...0,01	0,1...0,3
Застосування групи ВП з одночасною роботою РЛС	0,01...0,05	0

Таким чином, використання ВП дозволяє на декілька порядків зменшити імовірність поразки РЛС без зменшення темпу видачі радіолокаційної інформації.

### Висновки

1. В умовах застосування протирадіолокаційних ракет з бойовими частинами підвищеної могутності використання лише пасивних методів захисту оглядових радіолокаційних станцій не забезпечує їх надійного захисту.

2. Використання активних методів захисту, заснованих на використанні відволікаючих пристроїв, дозволяє значно підвищити живучість РЛС (зменшити імовірність поразки на порядок). Найбільший ступінь живучості РЛС забезпечується при комбінованому захисті: виключення роботи РЛС на випромінювання та включення відволікаючого пристрою.

3. Застосування групи відволікаючих пристроїв дозволяє забезпечити надійний захист РЛС без припинення її роботи на випромінювання, тобто без втрати якості радіолокаційної інформації. Система випромінювачів повинна включати 3...4 випромінювача потужністю не менш 70 Вт, які розташовуються на відстані 100..200 м від РЛС та один від одного.

### Список літератури

1. Ямпольский Л.С. *Обобщенный анализ применения средств воздушного нападения ОВС НАТО при проведении военной операции в Югославии «Решительная сила» и в других локальных войнах в 90-х годах: учеб. пособие / Л.С. Ямпольский.* – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 80 с.

2. Черемухин Н. *Осетинский экзамен. Авиация и ПВО в «пятидневной войне» / Н. Черемухин // Авиапарк.* – 2008. – № 4. – С. 2-39.

3. Горчица Г. *Боевое применение противорадиолокационных ракет класса "воздух-земля" [Электрон. ресурс] / Г. Горчица, Л. Локарев.* – Режим доступа до документу: <http://www.interlibrary.narod.ru>.

4. *Аналіз стану й перспектив засобів вогневого ураження РЛС РТВ / А.А. Гризо, І.М. Невмержицький, В.М. Курпій, П.В. Пантус // Системи обробки інформації: зб. наук. пр.* – Х.: ХУ ПС, 2009. – Вип. 1 (75). – С. 33-38.

5. Ковкін В.В. *Оцінка дії вражаючих факторів протирадіолокаційних ракет на РЛС / В.В. Ковкін, А.А. Гризо // Системи озброєння і військова техніка.* – Х.: ХУ ПС, 2009. – № 1 (17). – С. 102-105.

6. Гризо А.А. *Методика розрахунку імовірності ураження наземної оглядової РЛС протирадіолокаційною ракетою / А.А. Гризо, В.В. Ковкін, І.М. Невмержицький // Системи озброєння і військова техніка.* – Х.: ХУ ПС, 2009. – № 3 (19). – С. 14-17.

7. Курпиров А.И. *Теоретические основы радиоэлектронной борьбы: учеб. пособие / А.И. Курпиров, А.В. Сахаров.* – М.: Вузовская книга, 2007. – 356 с.

8. *Основи радіоелектронної боротьби в радіотехнічних військах. Конспект лекцій / За ред. І.С. Добриніна.* – Х.: ООО „Контур”, 2006. – 108 с.

Надійшла до редколегії 18.09.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. Р.Е. Пашенко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### АКТИВНАЯ ЗАЩИТА ОБЗОРНЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ ОТ ПРОТИВОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ РАКЕТ

А.А. Гризо, В.В. Ковкин

*Статья посвящена проблеме защиты обзорных РЛС от противорадиолокационных ракет. Приведены оценки эффективности мер защиты РЛС от противорадиолокационных ракет. Учтены особенности боевого применения противорадиолокационных ракет и поражающие факторы их боевых частей. Обоснован способ активной защиты РЛС с использованием группы отвлекающих устройств. Приведены практические рекомендации по реализации активной защиты РЛС от противорадиолокационных ракет.*

**Ключевые слова:** противорадиолокационные ракеты, методы защиты РЛС, активная защита.

### ESTIMATION OF ANTI-RADIATION MISSILE STRIKING FACTORS ACTION ON RADAR

V.V. Kovkin, A.A. Grizo

*The article is devoted the problem of radar protecting from Anti-Radiation Missile. The estimations of efficiency of measures radar protecting from Anti-Radiation Missile are conducted. The features of battle application Anti-Radiation Missile and striking factors of their warheads are considered. The method radar active protection with using a few imitators are set. Practical reference by implementations of radar active protection are developed.*

**Keywords:** Anti-Radiation Missile, measures radar protection, active protection