

УДК 621.391

В.В. Ковкін, А.А. Гризо

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ОЦІНКА ДІЇ ВРАЖАЮЧИХ ФАКТОРІВ ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ НА РЛС

Стаття присвячена проблемі захисту РЛС від протирадіолокаційних ракет. Розглянуті особливості бойового застосування протирадіолокаційних ракет та вражаючі фактори їх бойових частин. Проведені оцінки фугасної та осколкової дії протирадіолокаційних ракет на РЛС. Встановлені безпечні відстані від центру вибуху бойової частини протирадіолокаційної ракети до РЛС. Розроблено практичні рекомендації щодо реалізації заходів захисту засобів радіолокації від протирадіолокаційних ракет.

Ключові слова: протирадіолокаційні ракети, захист РЛС, вражаючі фактори.

Вступ

Аналіз літератури та постановка проблеми. Засоби активної радіолокації на цей час є основним (а в більшості випадків і єдиним) джерелом інформації про повітряного противника в системі ППО.

Тому під час подолання системи ППО обов'язково передбачаються сили та засоби для ураження наземних засобів радіолокації [1]. Зокрема для поразки РЛС створена та широко застосовується спеціфічна зброя – протирадіолокаційні ракети (ПРР).

Протирадіолокаційні ракети почали широко застосовуватися для ураження наземних РЛС з середини 60-х років ХХ сторіччя і на даний час активно розвиваються [2]. Найбільш вразливими для ПРР є оглядові РЛС сантиметрового та дециметрового діапазону хвиль, які вимушені тривалий час перебувати у включеному стані та не мають засобів активного захисту. Відомо про розробку відволікаючих пристроїв, які працюють в частотному діапазоні РЛС та викликають збільшення помилки наведення ПРР [3 – 5]. Повідомляється про забезпечуване відхилення ПРР від РЛС на 100 м та більше [5].

Однак, як свідчить досвід воєнних конфліктів, на практиці захисту РЛС від ПРР приділяється недостатня увага. Так, відсутність штатних засобів захисту від ПРР грузинської РЛС 36Д6 в серпні 2008 року дозволила російським ВПС знищити її протирадіолокаційною ракетою Х-58 (рис. 1) [6].



Рис. 1. Результати ураження РЛС 36Д6 ПРР Х-58. Грузія, серпень 2008 року

Слід зазначити, що виведення з ладу РЛС 36Д6 привело до різкого зниження ефективності грузинської системи ППО – після цього, практично, не було збито жодного російського літака.

В роботі [7] наведено якісний аналіз імовірності поразки РЛС ПРР, але проблема полягає в тому, що для ефективного захисту РЛС від ПРР потрібно мати кількісні оцінки дії вражаючих факторів ПРР на РЛС. Кожна країна-виробник ПРР користується власною методикою, яка, з відомих міркувань, не розголошується.

Тому для здійснення заходів захисту РЛС від ПРР необхідно мати оцінки дії вражаючих факторів ПРР на РЛС на підставі відомих даних.

Мета статті – оцінка дії вражаючих факторів ПРР на РЛС та розробка пропозицій щодо захисту від них.

Виклад основного матеріалу

Як видно з табл. 1, найбільш поширені типи ПРР оснащуються осколково-фугасною бойовою частиною масою 66...150 кг з контактним та безконтактним лазерним підривачем [8].

Перед атакою РЛС ПРР виконує маневр «гірка», а неконтактний лазерний підривач забезпечує підрив бойової частини ПРР на відстані 7...8 м від РЛС (іншого об'єкту) для реалізації максимального радіусу поразки.

Таким чином, для оцінки імовірності поразки РЛС слід врахувати дію двох вражаючих факторів бойової частини ПРР: фугасного та осколкового. Фугасна дія бойової частини ПРР на РЛС може бути оцінена величиною надлишкового тиску, яка для вибуху в повітрі над землею поверхнею розраховується за формулою [9, с. 187]:

$$\Delta p = 0,95 \cdot \frac{\sqrt[3]{m \cdot k}}{r} + 3,9 \frac{\sqrt[3]{(m \cdot k)^2}}{r^2} + 13 \cdot \frac{m \cdot k}{r^3}, \quad (1)$$

де Δp – надлишковий тиск, атм.; m – маса вибухової речовини, кг; k – енергетичний тротиловий еквівалент вибухової речовини (для найбільш поширених вибухових речовин $k = 1,0...1,4$); r – відстань від центра вибуху, м.

Відомо, що доля вибухової речовини в бойовій частині ПРР AGM-88C HARM становить 0,31 (21 кг з 66 кг) [10, 11]. Будемо вважати це співвідношення типовим, тоді маса вибухівки в бойовій частині ПРР, як видно з табл. 1, може бути в діапазоні від 20 до 50 кг. Графіки залежності величини надлишкового тиску від відстані до центру вибуху наведені на рис. 2. Залежності отримані для значень маси вибухової речовини 20 кг та 50 кг, значення енергетичного тротилового еквівалента вибухової речовини прийнято $k = 1,4$.

Для радіолокаційної техніки слабкі пошкодження настають при величині надлишкового тиску 30 кПа, середні – 40 кПа, сильні – 50 кПа [9, с. 222].

З аналізу залежностей, наведених на рис. 2, можна зробити висновок, що фугасна дія бойової частини ПРР становить небезпеку для РЛС на відстані 20...25 м.

Таблиця 1

Характеристики протирадіолокаційних ракет

| Назва ПРР | Країна-виробник | Найбільша дальність пуску, км | Швидкість польоту, м/с | Розміри (довжина/діаметр/розмах крил), м | Маса ракети/бойової частини, кг | Тип бойової частини |
|--------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| AGM-88C HARM | США | 150 | 700 | 4,17/0,254/1,12 | 354/66 | Осколково-фугасна |
| AS-37 Martel/ARMAT | Франція | 60/120 | 300 | 4,12/0,4/1,2 | 535/150 | Осколково-фугасна |
| ALARM | Велика Британія | 93 | 680 | 4,3/0,224/0,72 | 268/- | Осколково-фугасна |
| Х-31П | РФ | 110 | 1100 | 4,7/0,36/0,78 | 600/90 | Осколково-фугасна |
| Х-58 | РФ | 120 | 700 | 4,15/0,38/0,9 | 640/150 | Осколково-фугасна |

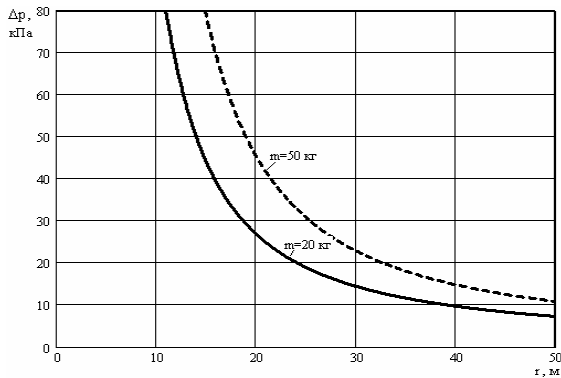


Рис. 2. Залежність надлишкового тиску від відстані до центру вибуху бойової частини ПРР

Імовірність влучення осколка в об'єкт з площею ураження S_y може бути описана такою залежністю [9, с. 85]:

$$P = 1 - \exp\left(-N \cdot S_y / \left(2 \cdot \pi \cdot r^2 (\cos \gamma_1 - \cos \gamma_2)\right)\right), \quad (2)$$

де N – кількість осколків в осколковому полі з кутовими межами γ_1 та γ_2 ; r – відстань до об'єкту від центра вибуху. Ширина сектору $\Delta\phi$, в якому відбувається розліт 80...90% осколків, зазвичай становить 15...25 град. (рис. 3).

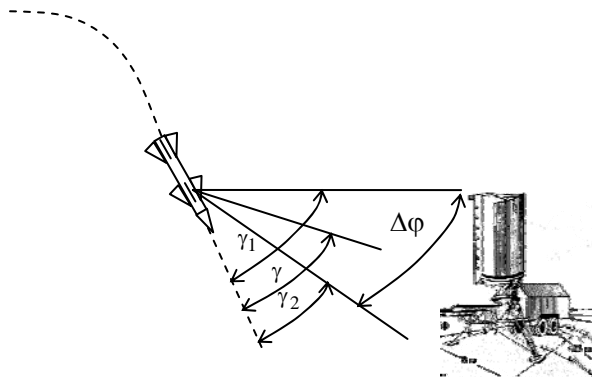


Рис. 3. Ураження РЛС осколковим полем

Середній напрямок розльоту осколків γ визначається співвідношенням початкової швидкості розльоту осколків V_o та швидкості польоту ПРР V_p :

$$\gamma = \arctg \frac{V_o}{V_p}. \quad (3)$$

Слід зазначити що поразка об'єкта осколками можлива лише на інтервалі поразки L – відстані на якій осколок зберігає швидкість, достатню для поразки цілі. Величина інтервалу поразки L для осколку масою m з початковою швидкістю польоту V_o може бути розрахована за формулою [9, с. 92]:

$$L = \frac{1}{A} \ln \frac{V_o \cdot m^{1/3}}{145 \cdot h_e \cdot F}, \quad (4)$$

де h_e – сталевий еквівалент об'єкту поразки (для РЛС може бути прийнятий 3...5 мм); F – параметр форми осколка (має значення 1,3...2,2);

$$A = \frac{\rho \cdot c \cdot F}{2 \cdot \eta^{2/3} \cdot m^{1/3}} - \text{балістичний коефіцієнт, в якому}$$

ρ – тиск повітря (біля земної поверхні становить 1 атм.); c – коефіцієнт лобового опору; η – щільність матеріалу осколка; m – маса осколка.

Початкова швидкість польоту осколків для зарядів з віськовою симетрією та готовими вражаючими елементами (які застосовуються в ПРР) розраховується за формулою [9, с. 49]:

$$V_o = 0,5 \cdot D \cdot \sqrt{\alpha / (2 - \alpha)}, \quad (5)$$

де D – швидкість детонації вибухової речовини (6...9 км/с); α – відношення маси вибухової речовини до маси осколків (коефіцієнт заповнення).

На рис. 4 наведені залежності інтервалу поразки від сталевго еквіваленту об'єкту поразки. Результати отримані для вольфрамових осколків кубічної форми масою 3,5 г, які застосовуються в ПРР AGM-88C HARM [12] та для сталевих осколків масою 5 г.

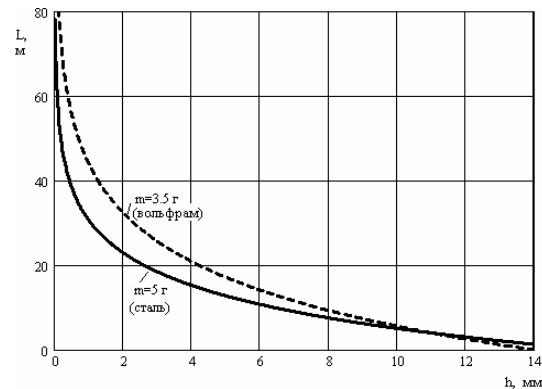


Рис. 4. Залежність інтервалу поразки осколків ПРР від сталевго еквіваленту об'єкту поразки

Проведені розрахунки підтверджують наявні відомості про здатність осколків ракети AGM-88C пробити сталевий лист товщиною до 12,5 мм [11], але слід зазначити, що це можливо на відстанях до 5 м від центра вибуху (де забезпечується поразка РЛС фугасною дією бойової частини ПРР).

Отримані результати свідчать, що інтервал поразки апаратури РЛС осколками ПРР не перевищує 40 м, елементи антенної системи можуть бути пошкоджені на відстані до 50 м.

На рис. 5 наведені залежності імовірності влучення осколка ПРР в об'єкти з площею ураження 2 м кв. та 3 м кв. від відстані до об'єкта. Розрахунки проведені по формулі (2) для умов, які відповідають застосуванню ПРР AGM-88C HARM [12]: осколково-фугасна бойова з 12800 вражаючими елементами загальною масою 45 кг, маса вибухової речовини становить 21 кг, тип вибухової речовини – оксоген (швидкість детонації становить 9,1 км/с), сектор розльоту осколків 25 град.

З рис. 5 видно, що на інтервалі поразки РЛС осколками ПРР (40...50 м) забезпечується практич-

но достовірне влучення осколків в агрегати РЛС, що приведе до виходу РЛС з ладу.

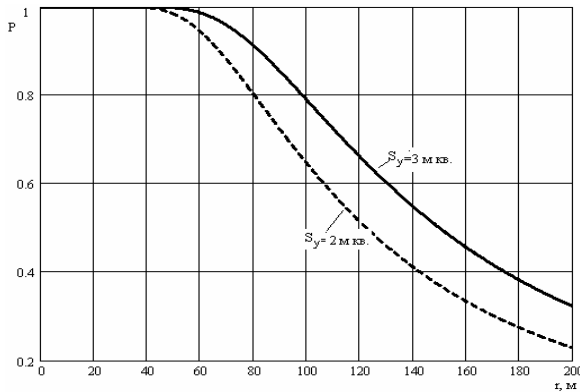


Рис. 5. Залежність імовірності влучення осколка ПРР в об'єкт з площею ураження S_y

Проведені розрахунки свідчать, що для ПРР з осколково-фугасними бойовими частинами радіус поразки РЛС визначається відстанню, на якій осколки зберігають швидкість, достатню для поразки РЛС. Дальність фугасної дії на РЛС приблизно вдвічі менша за осколкову.

Висновки

1. Протирадіолокаційні ракети становлять велику небезпеку для оглядових РЛС і захист від них є актуальною проблемою. Для здійснення заходів захисту РЛС від ПРР необхідно мати оцінки дії їх вражаючих факторів.

2. Основними вражаючим фактором ПРР є осколкова дія, яка дозволяє гарантовано вражати РЛС на відстанях 40...50 м. Фугасна дія бойової частини ПРР становить небезпеку для РЛС на відстані 20...25 м. Для особового складу небезпечна відстань дії осколків ПРР може становити 60...80 м.

3. Відволікаючі пристрої для захисту РЛС від ПРР, повинні забезпечувати відхилення ПРР від РЛС не менше ніж на 150...200 м.

4. Відстань між засобами радіолокації на позиції повинна перевищувати 100 м, з тим щоб не допустити одночасну поразку декількох засобів радіолокації однією ПРР.

5. У випадках загрози застосування ПРР проти-вником необхідно проводити фортифікаційне обладнання позицій РЛС (обваловка кабін РЛС, влаштування захисних екранів), особовому складу перебувати на позиції та в кабінах РЛС в засобах індивідуального захисту.

Список літератури

1. Старков В.М., Шушков А.В. Высокая точность и большая мощность [Електрон. ресурс]. – Реж. доступу: <http://www.vko.ru>.
2. Advanced Anti-Radiation Guided Missile (AARGM) Receives Milestone C Approval for Entry Into Low Rate Initial Production [Електрон. ресурс]. – Реж. доступу: <http://www.defense-aerospace.com>.
3. Способ защиты РЛС от противорадиолокационных ракет. Патент Российской Федерации 2153684 [Електрон. ресурс]. – Реж. доступу: <http://ru-patent.info>.
4. Средство защиты радиолокационных станций от противорадиолокационных ракет «Газетчик – Е». [Електрон. ресурс]. – Реж. доступу: <http://www.rusarmy.com>.
5. Обманка для ракеты [Електрон. ресурс]. – Реж. доступу: <http://www.vremya.ru/2005/71/4/>.
6. Черемухин Н. Осетинский экзамен. Авиация и ПВО в «пятидневной войне» // Авиапарк. – 2008. – № 4. – С. 2-39.
7. Гризо А.А.. Анализ stanu и перспектив засобів вогневого ураження РЛС РТВ / А.А. Гризо, І.М. Невмержицький, В.М. Купрій, П.В. Пантус // Системи обробки інформації. – 2009. – № 1(75). – С. 33-38.
8. Авиационная энциклопедия. [Електрон. ресурс]. – Реж. доступу: <http://www.airwar.ru>.
9. Балаганский И.А. Действие средств поражения и боеприпасов: учебник / И.А. Балаганский, Л.А. Мерзневский. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2004. – 408 с.
10. AGM-88 HARM. [Електрон. ресурс]. – Реж. доступу: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/smart/agm-88.htm>
11. "HARM" AGM-88. Информационная система «Ракетная техника». [Електрон. ресурс]. – Реж. доступу: <http://www.new-factoria.ru/missile/>.
12. Raytheon AGM-88 HARM». [Електрон. ресурс]. – Реж. доступу: <http://www.designation-systems.net/dusrm/m-88.html>.

Надійшла до редколегії 20.02.2009

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

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ПРОТИВОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ РАКЕТ НА РЛС

В.В. Ковкин, А.А. Гризо

Статья посвящена проблеме защиты РЛС от противорадиолокационных ракет. Рассмотрены особенности боевого применения противорадиолокационных ракет и поражающие факторы их боевых частей. Проведены оценки фугасного и осколочного воздействия противорадиолокационных ракет на РЛС. Установлены безопасные расстояния от центра взрыва боевой части противорадиолокационной ракеты до РЛС. Разработаны практические рекомендации по реализации мероприятий защиты средств радиолокации от противорадиолокационных ракет.

Ключевые слова: противорадиолокационные ракеты, защита РЛС, поражающие факторы

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 features of battle application Anti-Radiation Missile and striking factors of their warheads are considered. The estimations of blast and fragmentation action of Anti-Radiation Missile warhead on radar are conducted. Safe distances from the center of explosion of Anti-Radiation Missile warhead to radar are set. Practical reference by implementations of measures radar protection are developed.

Keywords: Anti-Radiation Missile, protecting radar, striking factors