

УДК 355.457.2:358.11.6 (043.3)

М.О. Єрмошин, М.Д. Кулешов, Ю.С. Антоненко

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ БОЙОВОГО РАДІУСА ДІЙ УДАРНИХ ЛІТАКІВ

У статті розглядається сучасні погляди до визначення бойового радіуса дії ударних літаків. Надана методика розрахунку бойового радіуса дії літаків, яка базується на розв'язанні задач лінійного програмування з урахуванням обмежень і допущень.

**Ключові слова:** бойовий радіус дії ударних літаків, профіль польоту літаків.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Тактичний радіус бойових дій як максимальна відстань, на якій літак може вирішити бойове завдання з повною заправкою палива при заданих режимах та профілі польоту та повернутися на аеродром вильоту без витрачання гарантованого запасу та невиробленого залишку пального. Існує методика розрахунку бойового радіуса дії літаків, яка базується на визначенні профілю польоту літаків з урахуванням льотно-тактичних характеристик літака. Однак при застосуванні формул розрахунку бойового радіуса дії літаків за змінними профілями польоту не завжди отримуються коректні результати. Тому виникає питання щодо уточнення цієї методики.

**Аналіз літератури.** В [1, 5] наведені основні визначення щодо розрахунку бойового радіуса дії ударних літаків. В [2] наведені основні поняття з теорії та практики щодо оцінювання повітряного противника. В [4, 6] надано підходи до тактики зенітних ракетних (ракетно-артилерійських) з'єднань, частин і підрозділів у складі угруповань військ (сил), але питання оцінки угруповання сил повітряного противника розглянути недостатньо.

**Мета статті:** надати методику розрахунку бойового радіуса дії літаків, яка базується на розв'язанні задач лінійного програмування з урахуванням обмежень і допущень.

### Розділ основного матеріалу

Бойовий радіус дії літаків ( $R_t$ ) – найбільша відстань, на яку може віддалитися літак для виконання бойового завдання при штатному озброєнні й нормальному бомбовому навантаженні та повернутися без проміжної посадки та дозаправлення на аеродром вильоту (рис.) [2, 5]:

для груп літаків:

$$R_t < 1/3 D_t;$$

для одиночних літаків:

$$R_t < 2/5 \cdot D_t.$$

Бойовий радіус дії літаків на малих висотах складає

$$R_{tm} = D_t / (2K),$$

де  $K = D_t / D_m > 1$  – коефіцієнт, що враховує польоти літака на оптимальній і малій висотах;

$D_m > 0$  – можлива дальність польоту літака на малій висоті;  $S_m$  – дальність польоту літака на малій висоті, що включає і маневр;  $S_o$  – дальність польоту на оптимальній висоті до можливих зон виявлення передових підрозділів ППО.

Величина коефіцієнту  $K$  залежить від висоти польоту літаків, його аеродинаміки та варіанту розміщення зброї:  $K_{ТА(ПА)}$  може бути рівним 2 – 2,5.

При польоті літаків за змінним профілем (рис. 1) тактичний радіус бойових дій визначається таким чином:

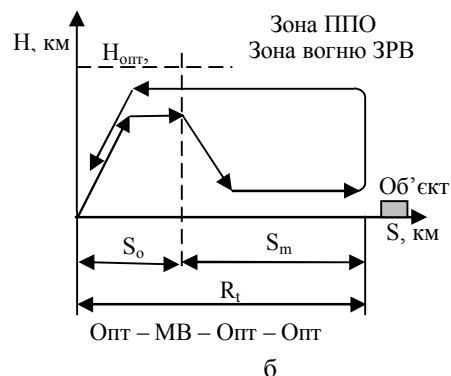
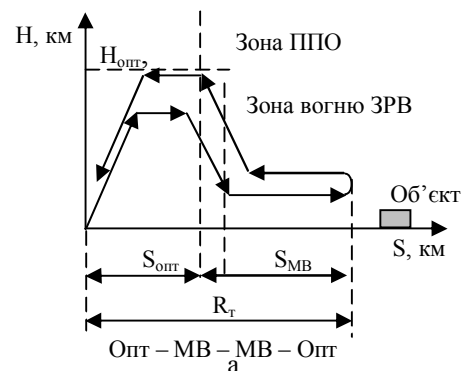


Рис. 1. Змінний профіль польоту літаків

МВ – МВ – МВ – Опт:

$$R_t = \frac{D_t + S_o(K-1)}{2K}; \quad (1)$$

МВ – МВ – Опт – Опт:

$$R_t = \frac{D_t}{K+1}; \quad (2)$$

Опт – МВ – МВ – Опт:

$$R_t = \frac{D_t - 2S_m(K-1)}{2}; \quad (3)$$

Опт – МВ – Опт – Опт:

$$R_t = \frac{D_t + S_o(K-1)}{K+1}. \quad (4)$$

Перевіримо формули 1 – 4 на граничних значеннях  $S_o, S_m, K$ , наприклад, для літака типа F-16, який має тактичну дальність  $D_t = 3000$  км.

Формула (1) МВ – МВ – МВ – Опт:

при  $K=2$ , якщо  $S_o = 150$  км, то  $R_t = 787$  км;  
 при  $K=2$ , якщо  $S_o = 200$  км, то  $R_t = 800$  км.  
 при  $K=3$ , якщо  $S_o = 150$  км, то  $R_t = 550$  км;  
 при  $K=3$ , якщо  $S_o = 200$  км, то  $R_t = 566$  км.

Однакож при збільшенні  $K = D_t / D_m$  бойовий радіус літака повинний збільшуватися, а не навпаки.

Формула (2) МВ – МВ – Опт – Опт:

при  $K=2$ ,  $R_t = 1000$  км;  
 при  $K=3$ ,  $R_t = 750$  км.

Бойовий радіус літака не залежить від  $S_o, S_m$ .

Формула (3) Опт – МВ – МВ – Опт:

при  $K=2$ , якщо  $S_m = 750$  км, то  $R_t = 750$  км;  
 при  $K=3$ , якщо  $S_m = 750$  км, то  $R_t = 0$  км;

При збільшенні  $K$  до 3 бойовий радіус літака взагалі 0.

Формула (4) Опт – МВ – Опт – Опт:

при  $K=2$ , якщо  $S_o = 150$  км, то  $R_t = 1050$  км;  
 при  $K=2$ , якщо  $S_o = 200$  км, то  $R_t = 1066$  км.  
 при  $K=3$ , якщо  $S_o = 150$  км, то  $R_t = 825$  км;  
 при  $K=3$ , якщо  $S_o = 200$  км, то  $R_t = 850$  км.

При збільшенні  $K$  бойовий радіус літака повинний збільшуватися, а не навпаки.

Таким чином, формули 1 – 4 не завжди надають коректний результат розрахунку бойового радіуса літака.

Тому пропонується удосконалити методику розрахунку бойового радіуса дій літаків на базі розв'язання задач лінійного програмування з урахуванням таких обмежень і допущень:

щодо польоту літаків у складі групи або тільки на малій висоті,

щодо кількості ділянок польоту на МВ чи на Опт висотах,

щодо кількості схем профілю польоту літаків [3].

Профіль польоту МВ – МВ – МВ – Опт:

$$R_t(S) = \frac{1}{K+K_1} \left( \frac{1}{2} S_o + \frac{3}{2} S_m \right) \rightarrow \max,$$

один літак:

$$\frac{1}{2} S_o + \frac{3}{2} S_m \leq \frac{2}{5} D_t; S_m \leq \frac{D_t}{2 \cdot K}, \quad (5)$$

$$\text{де } S_o = \frac{4}{5} D_t - \frac{3 \cdot D_t}{2 \cdot K}, 0 < K_1 \leq 1.$$

де  $K = D_t / D_m > 1$ ,  $K_1$  – коефіцієнт, що враховує кількість участків польоту літака на МВ і Опт. („+”  $K_1$  – це більше на МВ, „-”  $K_1$  – це більше за Опт, чи визначається за результатами досліджень або рішенням командира);

група літаків:

$$\frac{1}{2} S_o + \frac{3}{2} S_m \leq \frac{1}{3} D_t; S_m \leq \frac{D_t}{2 \cdot K}, \quad (6)$$

$$\text{де } S_o = \frac{2}{3} D_t - \frac{3 \cdot D_t}{2 \cdot K}.$$

Профіль польоту Опт – МВ – МВ – Опт:

$$R_t(S) = \frac{1}{K} (S_o + S_m) \rightarrow \max,$$

один літак

$$S_o + S_m \leq \frac{2}{5} D_t; S_m \leq \frac{D_t}{2 \cdot K}, \quad (7)$$

$$\text{де } S_o = \frac{2}{5} D_t - \frac{D_t}{2 \cdot K},$$

група літаків:

$$S_o + S_m \leq \frac{1}{3} D_t; S_m \leq \frac{D_t}{2 \cdot K}, \quad (8)$$

$$\text{де } S_o = \frac{1}{3} D_t - \frac{D_t}{2 \cdot K}.$$

Профіль польоту Опт – МВ – Опт – Опт:

$$R_t(S) = \frac{1}{K-K_1} \left( \frac{3}{2} S_o + \frac{1}{2} S_m \right) \rightarrow \max,$$

один літак

$$\frac{3}{2} S_o + \frac{1}{2} S_m \leq \frac{2}{5} D_t; S_m \leq \frac{D_t}{2 \cdot K}, \quad (9)$$

$$\text{де } S_o = \frac{4}{15} D_t - \frac{D_t}{6 \cdot K}, K - K_1 > 0,$$

група літаків:

$$\frac{3}{2} S_o + \frac{1}{2} S_m \leq \frac{1}{3} D_t; S_m \leq \frac{D_t}{2 \cdot K}, \quad (10)$$

$$\text{де } S_o = \frac{2}{9} D_t - \frac{D_t}{6 \cdot K}, 0 < K_1 \leq 1.$$

Перевіримо формули 5 – 10 на граничних значеннях:

якщо  $K = 2$ , то  $S_m = 750$  км,

якщо  $K = 3$ , то  $S_m = 750$  км,

$K_1 = 1$  для літака типа F-16, який має тактичну дальність  $D_t = 3000$  км.

Формула (5), один літак МВ – МВ – МВ – Опт:

при  $K = 2$ ,  $R_t = 417$  км;

при  $K = 3$ ,  $R_t = 300$  км.

Формула (6), група літаків МВ – МВ – МВ – Опт:

при  $K = 2$ ,  $R_t = 333$  км;

при  $K = 3$ ,  $R_t = 250$  км.

Формула (7), один літак Опт – МВ – МВ – Опт:

при  $K = 2$ ,  $R_t = 600$  км;

при  $K = 3$ ,  $R_t = 400$  км.

Формула (8), група літаків Опт – МВ – МВ – Опт:

при  $K = 2$ ,  $R_t = 500$  км;

при  $K = 3$ ,  $R_t = 333$  км.

Формула (9), один літак Опт – МВ – Опт – Опт:

при  $K = 2$ ,  $R_t = 1200$  км, але  $R_{t \max} < 750$  км

при  $K = 3$ ,  $R_t = 625$  км, але  $R_{t \max} < 500$  км.

Формула (10), група літаків Опт – МВ – Опт – Опт:

при  $K = 2$ ,  $R_t = 740$  км;

при  $K = 3$ ,  $R_t = 395$  км.

Таким чином, пропонуємо методика дає можливість не тільки за чотирьма участками польоту літаків (Опт, МВ) та трьома схемами, но для збільшення точності розрахунку тактичного бойового радіусу ударних літаків збільшити кількість участків польоту літаків до восьми та більше. Причому кількість математичних розрахунків значно ускладнюється. Хоча для своєї авіації значно збільшення точності розрахунку бойового радіус літаків якщо він визначається з застосуванням штурманських розрахунків, математичних моделей типу „Вираж-Авіа” через витрати палива на км польоту. В таких методиках враховується не тільки

паливо, но і бомбове навантаження, ППБ, аеродроми взльота та посадки тощо.

## Висновок

Таким чином, пропонуємо методика розрахунку бойового радіусу дій літаків, яка базується на розв'язанні задач лінійного програмування з урахуванням обмежень і допущень, має стати складовою частиною загальних тактичних методик оцінювання бойових можливостей повітряного противника з урахуванням аналізу сучасних війн і конфліктів майбутнього, досвіду застосування авіації в антитерористичної операції.

## Список літератури

1. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торочин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пащенко та ін. – К.: МО України, 2003. – 366 с.
2. Єрмошин М.О. Борьба в повітрі: Навчальний посібник / М.О. Єрмошин, В.М. Федай. – Х: ХВУ, 2004. – 242 с.
3. Кириченко И.О. Моделирование вооружения зенитных ракетных войск. Часть 1. Аналитические модели анализа процессов конфликтной природы / И.О. Кирпиченко. – Х.: ВИРТА ПВО, 1990. – 208 с.
4. Особливості застосування підрозділів зенітних ракетних військ у ситуації ескалації воєнного конфлікту на території держави : навч. посіб. / С.П. Ярош, В.В. Воронін, М.О. Єрмошин та ін.; за ред. С.П. Яроша. – Х.: ХУПС, 2015. – 140 с.
5. Єрмошин М.О. Типи цілей для зенітних ракетних підрозділів / М.О. Єрмошин, Г.А. Дробаха, М.М. Романюк // Системи озброєння і військова техніка. – 2009. – № 1 (17). – С. 45-49.
6. Нові підходи до тактики зенітних ракетних (ракетно-артилерійських) з'єднань, частин і підрозділів у складі угруповань військ (сил) / М.О. Єрмошин, О.В. Кулешов, С.І. Ряполов, В.В. Шулежко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 1 (16). – С. 94-98.

Надійшла до редколегії 23.12.2015

**Рецензент:** д-р військ. наук проф. Г.А Дробаха, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ БОЕВОГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЙ УДАРНЫХ САМОЛЕТОВ

М.А. Ермошин, М.Д. Кулешов, Ю.С. Антоненко

*В статье рассматриваются предложения по определению боевого радиуса действий ударных самолетов. Предоставлена методика расчета боевого радиуса действий самолетов, которая базируется на решении задач линейного программирования с учетом ограничений и допущений.*

**Ключевые слова:** боевой радиус действий ударных самолетов, профиль полета самолетов.

## THE OFFERS BY DEFINITION OF SHOCK JETS ACTIONS BATTLE RADIUS

М.О. Ermoshin, M.D. Kuleshov, Yu.S. Antonenko

*In the article examined the offers by definition of battle radius of actions of shock jets. The method of calculation of battle radius of actions of airplanes is given, which is based on the decision of tasks of the linear programming taking into account limitations and assumptions.*

**Keywords:** battle radius of actions of shock jets, structure to flight of jets.