

УДК 358.4



В. П. Городнов



С. В. Лазебник



О. М. Місюра

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ЛІТАКІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ УДАРНОЮ АВІАЦІЄЮ

У методиці під час оцінювання необхідної кількості літаків радіоелектронної боротьби (РЕБ) послідовно враховані основні умови виконання бойових завдань ударною авіацією над територією противника. Наведено оцінки потрібної кількості літаків РЕБ, що показують можливість використання методики для пошуку раціональних варіантів застосування літаків РЕБ у сучасних умовах ведення збройної боротьби в повітрі.

Ключові слова: бойовий порядок, зенітний ракетний комплекс (ЗРК), літак РЕБ, математичне сподівання, постановник активних перешкод, ударна авіація.

Постановка проблеми. Зниження втрат ударної авіації (УА) у ході виконання бойових завдань може бути забезпечено застосуванням літаків радіоелектронної боротьби (РЕБ) і постановкою активних перешкод наземним засобам ППО противника.

Для прикриття літаків УА від стрільби зенітними ракетними комплексами (ЗРК) літаки РЕБ повинні перебувати у складі бойових порядків ударної авіації. Випромінювані літаком РЕБ радіоелектронні перешкоди ускладнюють виявлення літаків УА, які прикриваються, але дозволяють засобам ЗРК противника виявляти й уражати літаки РЕБ.

Знизити або виключити втрати літаків РЕБ можна у разі їх застосування для постановки перешкод засобам управління і стрільби системи ППО противника у смузі польоту УА, але поза зонами поразки ЗРК.

Тому в ході підготовки і ведення бойових дій у повітрі виникає потреба в оцінці необхідної кількості літаків РЕБ для виконання бойових завдань УА. Найбільш передові існуючі розробки [1–4] у цій галузі виконати такі розрахунки не дозволяють, що робить актуальною проблему пошуку методики для оцінювання кількості літаків РЕБ, необхідної для виконання бойових завдань ударною авіацією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У відомих публікаціях [1–4] основна увага приділялася наземним і повітряним засобам РЕБ під час виконання завдань ППО на своїй території. Питання дій ударної авіації над

територією противника розглядалися лише як обернена задача ППО, без спеціальних моделей і оцінок необхідних засобів РЕБ у складі бойових порядків УА, що й визначило необхідність пошуку адекватної методики для кількісних оцінок потреб у літаках РЕБ.

Метою статті є формування методики, яка дає змогу кількісно оцінювати втрати і кількість літаків РЕБ, необхідних для виконання бойових завдань ударною авіацією.

Виклад основного матеріалу. Літаки РЕБ можуть прикривати бойові порядки УА і виконувати постановку активних перешкод радіолокаційним засобам противника, зокрема:

- проти стрільби, знаходячись у бойових порядках УА;
- проти управління, знаходячись поза зонами поразки ЗРК.

1. Прикриття бойових порядків УА у разі знаходження авіації РЕБ у зонах поразки зенітних ракетних засобів противника.

Для прикриття бойових порядків УА в повітрі від поразки засобами наземних ЗРК літак РЕБ (постановник активних перешкод, скорочено ПАП) і весь бойовий порядок УА повинні знаходитися в межах променя антени ЗРК одночасно. У цьому випадку бойова обслуга ЗРК не зможе встановити склад бойового порядку УА через отримання активної перешкоди з напрямку польоту ПАП.

Ширина діаграми антени ЗРК істотно менше за ширину діаграми будь-якої РЛС виявлення повітряних цілей. Тому виконання

умов прикриття перешкодами бойового порядку УА від поразки ЗРК стає достатнім і для всіх РЛС виявлення повітряних цілей. Отже, для оцінки необхідної кількості літаків РЕБ досить розглянути процес виконання ними бойового завдання у зонах поразки ЗРК.

Розглянемо процес прикриття бойового порядку УА активними перешкодами у найпростішому випадку (рис. 1) під час польоту в зоні виявлення і поразки типового ЗРК з нульовим параметром.

При постановці активних перешкод засоби ЗРК (і РЛС) формують лінію пеленга за напрямком на ПАП, що дозволяє визначити його кутові координати. У промені шириною L відображення зондувального сигналу від літаків УА придушується, і бойовий порядок УА цим ЗРК не спостерігається.

Засоби ЗРК дозволяють оцінити дальність до ПАП і виконати стрільбу по ПАП серією, наприклад, із 2 зенітних керованих ракет з відомою ймовірністю поразки однією ракетою (p_1). Такий обстріл вимагає часу T_c , за який літаки УА і ПАП подолають відстань D_c . У разі поразки ПАП у складі бойового порядку УА повинен підключитися до виконання бойового завдання наступний літак РЕБ.

Таким чином, для спрощеного варіанта умов польоту загальна довжина маршруту УА ($L_{\text{сум}}$) у зоні поразки ЗРК буде складатися з k ділянок довжиною D_c кожна, що дозволяє знайти оцінку мінімальних втрат літаків РЕБ на маршруті польоту УА.

Усі засоби інших ЗРК спостерігають бойовий порядок УА збоку, де його довжина може виходити за межі ширини діаграми спрямованості антени ЗРК, і можуть встановити факт наявності групи УА та відкрити по них вогонь.

Послідовність розрахунків для оцінки мінімальних втрат літаків РЕБ на маршруті польоту УА така.

1. Визначається середнє значення ширини діаграми спрямованості антени ЗРК (у радіанах):

$$\varphi[\text{rad}] = \varphi[\text{град}] \cdot \pi / 180. \quad (1)$$

2. Визначається середнє значення ширини діаграми спрямованості L_1 антени ЗРК на дальній межі $D_{\text{пор}}$ зони поразки ЗРК:

$$L_1 = 2 \cdot D_{\text{пор}} \cdot \text{tg}(\varphi / 2), \quad (2)$$

і максимальна відстань L між ПАП по фронту, з урахуванням крайніх положень променя діаграми спрямованості антени ЗРК, при яких ПАП потрапляє у цей промінь, буде

$$L = 2 \cdot L_1. \quad (3)$$

3. Оцінюється (більше ціле) кількість $n_{\text{ПАП.фр}}$ літаків РЕБ, які необхідні для закриття перешкодами фронту бойового порядку УА:

$$n_{\text{ПАП.фр}} = \text{Int}[L_{\text{фр.бп}} / L]. \quad (4)$$

4. Оцінюється довжина пройденого шляху літаками УА за час T_c циклу стрільби ЗРК на дальній межі зони поразки ЗРК з урахуванням середньої швидкості $V_{\text{с.УА}}$ польоту літаків УА:

$$L_{\text{УА}}(T_c) = T_c \cdot V_{\text{с.УА}}. \quad (5)$$

5. Оцінюється мінімальна кількість $N_{\text{ц.стр}}$ циклів стрільби ЗРК по літаках РЕБ на протяжності $L_{\text{сум}}$ маршруту польоту УА до цілі:

$$N_{\text{ц.стр}} = \text{Int}[L_{\text{сум}} / L_{\text{УА}}(T_c)]. \quad (6)$$

6. Оцінюється ймовірність поразки p_2 літаків РЕБ серією з $n = 2$ зенітних керованих ракет ЗРК:

$$p_2 = 1 - (1 - p_1)^2. \quad (7)$$

7. Оцінюється математичне сподівання $N_{\text{пор.л.РЕБ.пр}}$ кількості уражених літаків РЕБ на траєкторії польоту УА до цілі:

$$N_{\text{пор.л.РЕБ.пр}} = N_{\text{ц.стр}} \cdot p_2. \quad (8)$$

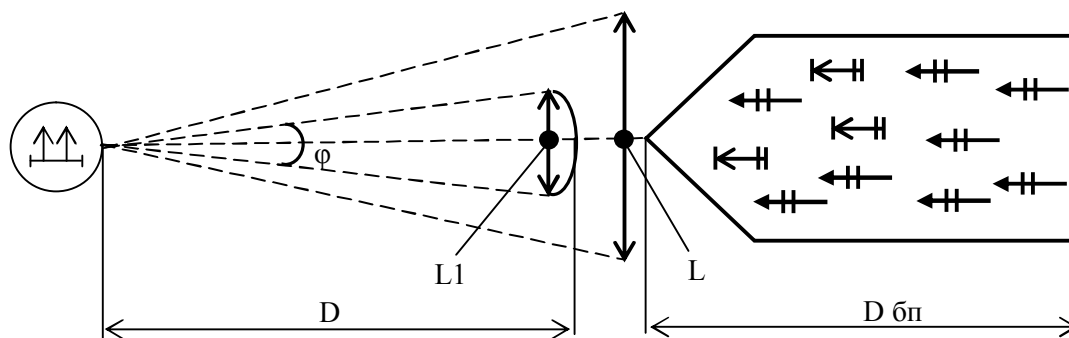


Рис. 1. Горизонтальний переріз променя візування цілі

8. Оцінюється математичне сподівання $N_{\text{пор.л.РЕБ.рез}}$ кількості уражених літаків РЕБ на траєкторії польоту УА до цілі і назад:

$$N_{\text{пор.л.РЕБ.рез}} = 2 \cdot N_{\text{пор.л.РЕБ.пр}} \quad (9)$$

Політ УА після виконання бойового завдання може супроводжуватися умовами стрільби ЗРК вдогін, що істотно (приблизно у 1,5-2 рази) зменшує ймовірність (p_1) поразки цілі і дозволяє оцінити втрати літаків РЕБ для таких умов:

$$N_{\text{пор.л.РЕБ.рез}} = 1,5 \cdot N_{\text{пор.л.РЕБ.пр}} \quad (10)$$

9. Оцінюється мінімальна кількість $N_{\text{мін.л.РЕБ.пр}}$ літаків РЕБ, яка необхідна для прикриття бойового порядку УА на траєкторії польоту УА до цілі з урахуванням очікуваних втрат літаків РЕБ:

$$N_{\text{мін.л.РЕБ.пр}} = \text{Int}[N_{\text{пор.л.РЕБ.пр}}] + n_{\text{ПАП.фр}} \quad (11)$$

10. Оцінюється мінімальна кількість $N_{\text{мін.л.РЕБ.рез}}$ літаків РЕБ, яка необхідна для прикриття бойового порядку УА на траєкторії польоту УА до цілі і назад з урахуванням очікуваних втрат літаків РЕБ:

$$N_{\text{мін.л.РЕБ.рез}} = \text{Int}[N_{\text{пор.л.РЕБ.вд}}] + n_{\text{ПАП.фр}} \quad (12)$$

Для розрахунків можуть використовуватися

відомі [5] ТТХ ЗРКС-300 ПМУ 1 (табл. 1).

Для наведених у табл. 1 початкових даних використання формул (1)–(12) методики дозволяє отримати такі результати розрахунків:

– кількість літаків РЕБ, які необхідні для закриття перешкодами фронту бойового порядку УА – 1;

– мінімальна кількість циклів стрільби ЗРК по літаках РЕБ на траєкторії польоту УА до цілі – 5;

– математичне сподівання кількості уражених літаків РЕБ на траєкторії польоту УА до цілі і назад з урахуванням стрільби ЗРК вдогін – 8;

– мінімальна кількість літаків РЕБ, яка необхідна для прикриття бойового порядку УА на траєкторії польоту УА до цілі і назад з урахуванням очікуваних втрат літаків РЕБ, – 9.

У процесі планування застосування авіації траєкторія польоту УА може бути вибрана за межами зон поразки ЗРК, або з мінімальним входом у зони поразки ЗРК. У цьому випадку слід визначити нове значення $L_{\text{сум}}$ і використати його у п. 5, що дозволить скоротити втрати літаків РЕБ (рис. 2).

Таблиця 1

Тактико-технічні характеристики ЗРК С-300 ПМУ 1

№ пор.	Назва характеристики	Значення	Одиниця виміру
1	Дальність виявлення повітряних цілей (оглядова РЛС, 96Л6Е)	300	км
2	Дальність виявлення повітряних цілей (РПН, 30Н6Е), $D_{\text{РПН}}$	140	км
3	Ширина діаграми спрямованості по азимуту, $\varphi_{\text{ср}}$	0,9	град
4	Максимальна дальність стрільби, $D_{\text{пор}}$	150	км
5	Цикл стрільби, $T_{\text{с}}$	120	с
6	Швидкість польоту ракети, V	2000	м/с
7	Швидкість польоту літака УА, $V_{\text{с.УА}}$	1000	км/час
8	Імовірність поразки цілі однією ракетою	0,7	
9	Загальна можлива протяжність маршруту польоту літаків УА у зоні ЗРК, $L_{\text{сум}}$	150	км

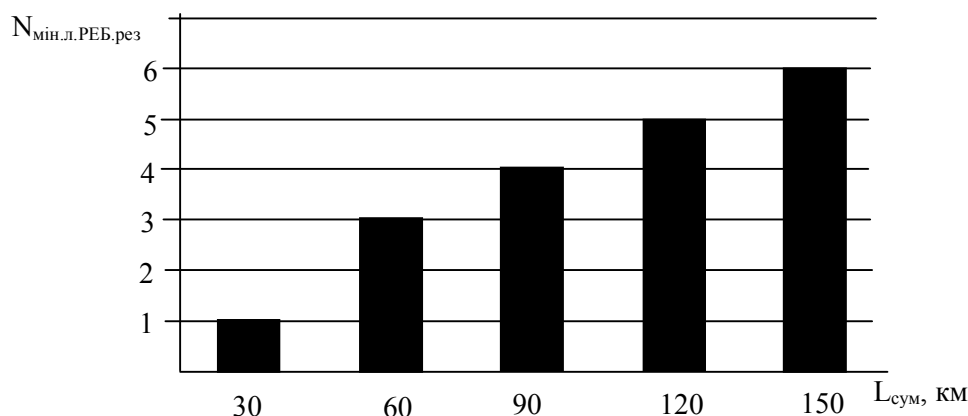


Рис. 2. Залежність втрат ($N_{\text{мін.л.РЕБ.рез}}$) літаків РЕБ від загальної протяжності маршруту польоту літаків УА в зоні ЗРК, $L_{\text{сум}}$, км

2. Прикриття дій ударної авіації літаками РЕБ, які перебувають поза зонами поразки зенітних ракетних засобів противника.

У цьому випадку постановка перешкод виконується для радіолокаційних станцій противника з метою приховування відбитих сигналів від УА в смузі шириною прольоту $L_{\text{ПАП}}$ (рис. 3).

Послідовність розрахунків з метою оцінки мінімальної кількості літаків РЕБ для постановки активних перешкод проти управління вогнем ЗРК противника по літаках бойового порядку УА така.

1. Оцінюється значення ширини діаграми спрямованості антени РЛС виявлення по азимуту (у радіанах):

$$\varphi[\text{rad}] = \varphi[\text{град}] \cdot \pi / 180. \quad (13)$$

2. Оцінюється значення L_1 у метрах ширини діаграми спрямованості РЛС по азимуту на середній, безпечній для літаків РЕБ відстані $D_{\text{безп}}$, що дозволяє уникнути поразки засобами ЗРК (аналогічно рис. 1):

$$L_1 = 2 \cdot D_{\text{безп}} \cdot \text{tg}(\varphi / 2). \quad (14)$$

3. Визначається максимальна відстань L між ПАП по фронту з урахуванням крайніх положень променя діаграми спрямованості РЛС, при яких ПАП потрапляє у цей промінь:

$$L = 2 \cdot L_1. \quad (15)$$

4. Оцінюється дальність $D_{\text{виявл}}$ виявлення літаків УА на гранично малих висотах:

$$D_{\text{виявл}}(H_{\text{УА}})[\text{км}] = 4,12 \cdot (\sqrt{H_{\text{ант}}} + \sqrt{H_{\text{УА}}}), \quad (16)$$

де $H_{\text{ант}}$ – висота підйому фазового центру антени, м; $H_{\text{УА}}$ – висота польоту літаків УА, м.

5. Визначається ширина смуги ($L_{\text{ПАП}}$) можливого розташування РЛС противника, які здатні виявити літаки УА ($H_{\text{УА}}$):

$$L_{\text{ПАП}} = L_{\text{фр.бп}} + 2 \cdot D_{\text{виявл}}(H_{\text{УА}}). \quad (17)$$

6. Визначається мінімально необхідна кількість літаків РЕБ для постановки активних перешкод у цій смузі прольоту УА:

$$N_{\text{ПАП}} = \text{Int}[L_{\text{ПАП}} / L]. \quad (18)$$

Початкові дані для розрахунку за формулами (13)–(18) методики наведені у табл. 2.

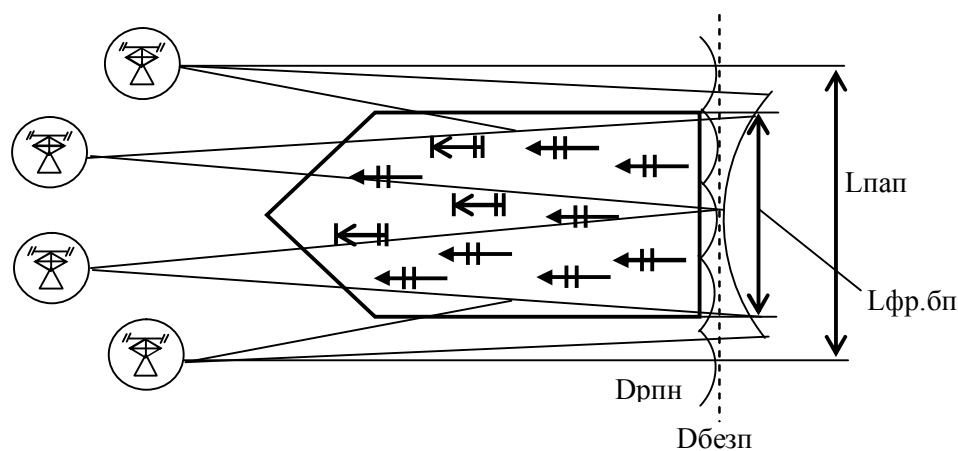


Рис. 3. Постановка активних перешкод літаками РЕБ під час прикриття дій ударної авіації у разі перебування поза зонами поразки зенітними ракетними засобами противника

Т а б л и ц я 2

Тактико-технічні характеристики [5, 6], які використовуються для розрахунків

№ пор.	Назва характеристики	Значення	Одиниця виміру
1	Дальність виявлення повітряних цілей (оглядова РЛС, 96Л6Е)	300	км
2	Безпечна для літаків РЕБ відстань, що дозволяє уникнути поразки ЗРК	170	км
3	Ширина діаграми спрямованості по азимуту, φ	2,3	град
4	Ширина бойового порядку літаків УА, $L_{\text{фр.бп}}$	2	км
5	Висота підйому фазового центру антени, $H_{\text{ант}}$	7	м
6	Висота польоту літаків УА, $H_{\text{УА}}$	80	м

З результатів розрахунків випливає, що для постановки активних перешкод засобом розвідки і цілевказування (перешкод проти управління), з метою забезпечення польоту УА в смузі 2 км необхідно побудувати бойовий порядок з 8 літаків РЕБ з інтервалом 14 км на середній висоті в смузі шириною 97 км із центром смуги, що збігається з центром смуги польоту УА на виконання бойового завдання.

Висновки

У розглянутій методиці покроково враховані основні умови виконання бойових завдань ударною авіацією над територією противника, що дозволяє обґрунтовано отримувати оцінки необхідної кількості літаків РЕБ для прикриття бойових порядків ударної авіації під час виконання ними бойових завдань. Подальші дослідження можуть бути пов'язані з урахуванням варіантів профілю польоту літаків УА і з поданням методики у формі штабної комп'ютерної моделі.

Наведена методика може бути використана органами військового управління оперативно-тактичного та оперативно-стратегічного рівнів управління Збройних Сил України на етапах підготовки і ведення бойових дій у процесі розроблення варіантів застосування ударної авіації та літаків РЕБ.

Список використаних джерел

1. Городнов, В. П. Основы оперативного искусства и тактики войск ПВО [Текст] / Городнов В. П. и др. – Харьков : ХВУ, 1994. – 320 с.
2. Городнов, В. П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений Войск ПВО [Текст] / В. П. Городнов. – Харьков : ВИРТА, 1987. – 380 с.
3. Моделирование бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними [Текст] : монографія / В. І. Ткаченко, Г. А. Дробаха, Є. Б. Смірнов та ін. – Харків : ХВУ, 2004. – 410 с.
4. Теорія прийняття рішень органами військового управління [Текст] : монографія / В. І. Ткаченко, Г. А. Дробаха, Є. Б. Смірнов та ін. ; за ред. В. І. Ткаченка, Є. Б. Смірнова. – Харків : ХУПС, 2008. – 545 с.
5. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. С-300 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1-300>. – Загл. с экрана.
6. Описание и основные характеристики РЛС 96Л6Е ПВО ВВС России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.rusarmy.com/pvo/pvo_vvs/rls_96l6e.html. – Загл. с экрана.

Стаття надійшла до редакції 26.02.2017 р.

УДК 358.4

В. П. Городнов, С. В. Лазебник, О. Н. Мисюра

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА САМОЛЕТОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ БОЕВЫХ ЗАДАЧ УДАРНОЙ АВИАЦИИ

В методике при оценке необходимого количества самолетов радиоэлектронной борьбы (РЭБ) последовательно учтены основные условия выполнения боевых задач ударной авиацией над территорией противника. Приведены оценки необходимого количества самолетов РЭБ, показывающие возможность использования методики для поиска рациональных вариантов применения самолетов РЭБ в современных условиях ведения вооруженной борьбы в воздухе.

Ключевые слова: боевой порядок, зенитный ракетный комплекс, самолет РЭБ, математическое ожидание, постановщик активных помех, ударная авиация.

UDC 358.4

V. P. Gorodnov, S. V. Lazebnik, O. M. Misiura

**METHODS ASSESS THE NEED FOR THE ELECTRONIC-WARFARE AIRCRAFT QUANTITY
IN STRIKE AIRCRAFT COMBAT MISSIONS**

Reducing the loss of strike aircraft in the course of performing combat missions can be ensured by the use of electronic warfare aircraft and the establishment of active barriers to enemy ground combat vehicles. In order to cover strike aircraft aircraft, anti-aircraft missile complexes, the electronic warfare aircraft should be part of the combat aircraft of the strike force. Radioelectronic obstacles that are emitted by the airborne aircraft complicate the detection of strike aircraft covered aircraft, but allow the enemy's anti-aircraft vehicles to detect and strike the electronic warfare aircraft. It is possible to reduce or eliminate the losses of the electronic warfare aircraft if they are used to set obstacles to the means of control and shooting of the enemy air defense system in the strike aircraft flight band, but outside the zones of damage to the anti-aircraft missile complexes. Therefore, in the course of preparation and conduct of combat operations in the air, there is a need to assess the required number of electronic warfare aircraft for the strike aircraft combat missions. The most advanced developments in this area do not allow such calculations, which raises the problem of finding a methodology for assessing the number of electronic warfare aircraft needed to perform combat strike aircraft missions. The purpose of the article is to formulate a methodology that allows quantifying the losses and the number of electronic warfare aircraft needed for combat strike operations.

In the methodology, when estimating the required number of electronic warfare aircraft (EWA), the basic conditions for the performance of combat missions by attack aircraft over enemy territory are consistently taken into account. Estimations are given of the required number of EWA aircraft, showing the possibility of using the technique to find rational applications for EW aircraft in the current conditions of armed combat in the air.

Keywords: *combat order, anti-aircraft missile system, EW aircraft, mathematical expectation, producer of active interference, strike aviation.*

Городнов Вячеслав Петрович – доктор військових наук, професор, професор кафедри управління повсякденною діяльністю Національної академії Національної гвардії України

Лазебник Сергій Володимирович – кандидат військових наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Місюра Олег Миколайович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба