

# Розвиток, бойове застосування та озброєння авіації

УДК 629.7.017.0031

О.Б. Леонт'єв<sup>1</sup>, В.О.Туголуков<sup>2</sup>, К.В. Башинський<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

<sup>2</sup> Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Феодосія

## ОЦІНКА БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ І ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ВИРІШЕННІ УДАРНИХ ЗАДАЧ

Запропонована методика оцінки ефективності багатофункціонального винищувача (БВ) при вирішенні ударних задач дозволяє оцінити його бойові можливості і ефективність при нанесенні ударів по наземним (надводним) цілям.

**Ключові слова:** бойова ефективність, критерій ефективності, багатофункціональний винищувач, удар по наземним цілям.

### Вступ

**Постановка задачі.** Необхідність реформування Збройних Сил (ЗС) України припускає їх переозброєння, оскільки на даний час більшість основних зразків озброєння і військової техніки (ОВТ), і особливо бойових авіаційних комплексів (БАК), які стоять на озброєнні Повітряних Сил (ПС) України, практично вичерпали свої ресурси і терміни зберігання.

**Аналіз останніх матеріалів.** У останнє десятиріччя перенесення загрози з крупних міжнародних конфліктів на регіональний рівень із значно ширшим спектром погроз і менш чіткою вірогідною лінією фронту примушують приділяти велику увагу тактиці швидкого реагування для стримування регіональних конфліктів. Спостерігається тенденція заміни наступальної бойової авіаційної техніки бойовими авіаційними комплексами, що успішно виконують ряд функцій сучасних винищувачів і штурмовиків, стаючи багатофункціональними. Це припускає використання меншої кількості більш живучих БАК з широкими можливостями в порівнянні з тими, що знаходяться на озброєнні фронтової і винищувальної авіації.

**Метою статі** є розробка загальної методики вибору критеріїв оцінки бойових можливостей і ефективності багатофункціонального винищувача при вирішенні ударних задач.

### Основний матеріал

При формуванні функціонального критерію оцінки при вирішенні ударних задач ( $W_{уд}$ ) у частини можливостей та ефективності ураження наземної цілі (НЦ) високоточними авіаційними засобами ураження (АЗУ) приймається, що імовірність попадання у НЦ високоточним АЗУ близька до одиниці, тому не враховується при порівняльній оцінці вибраних БВ.

При цьому БВ в ударному варіанті повинен во-

лодіти максимально можливими бойовим навантаженням з високоточною зброєю ( $m_{БН}$ ), тактичним радіусом дії ( $R_T$ ), дальністю виявлення НЦ ( $D_{НЦ}$ ), точністю визначення координат бортовою навігаційною системою ( $P_{нав.}$ ), мати малу радіолокаційну та інфрачервону помітність, а також достатньо високу виживаємість за рахунок засобів підвищення бойової живучості і радіоелектронного подавлення ( $P_{ППО}$ ) [1].

З іншого боку важливими факторами для БВ при виконанні ним вказаної задачі є злітно-посадочні характеристики, час підготовки до польоту, працевитрати та деякі інші ( $P_{підг.}$ ). Переведення БВ на ударний варіант приводить до істотного збільшення часу підготовки окремого БВ і групи БВ до повторного вильоту.

Тому функціональний критерій  $W_{уд}$  дорівнює:

$$W_{уд} = f(P_{підг.}, k_{мБН}, k_{R_T}, P_{нав.}, P_{вияв.НЦ}, P_{ППО}), \quad (1)$$

де  $P_{підг.}$  – імовірність підготовки БВ в заданий час;

$k_{мБН}$  – коефіцієнт маси бойового навантаження;

$k_{R_T}$  – коефіцієнт досягнення НЦ по тактичному радіусу дії;

$P_{нав.}$  – імовірність виходу БВ на НЦ (імовірність вирішення навігаційного завдання за точністю);

$P_{вияв.НЦ}$  – імовірність візуального виявлення типової НЦ;

$P_{ППО}$  – імовірність подолання ППО противника.

Величина  $P_{підг.}$  визначається як:

$$P_{підг.} = \left[ \Phi \left( \frac{\dot{O}_{\text{ц\ddot{a}a}} - \dot{O}_{1 \rightarrow \text{ц\ddot{e}}}}{\sigma_{\text{а\ddot{e}c\ddot{t}}}} \right) \right]. \quad (2)$$

Час підготовки БВ з урахуванням вимог п.2.1.2.2. ОТГ ВВС-86 [2] не повинен перевищувати заданий час ( $T_{зад.}$ ):

- $T_{зад.}$  попередньої підготовки ( $T_{зад.}^{ПП}$ ) – 180 хв.;
- $T_{зад.}$  передпольотної підготовки ( $T_{зад.}^{ППП}$ ) – 35 хв.;
- $T_{зад.}$  підготовки до повторного вильоту ( $T_{зад.}^{ППВ}$ ) – 30 хв.

Час підготовки БВ визначається по статистичних показниках або по наступних емпіричних формулах:

$$\hat{O}t_{\text{очік}} = (t_{\text{min}} + 4t_{\text{opt}} + t_{\text{max}}) / 6; \quad (3)$$

$$\sigma_{\text{визн}} = (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) / 6, \quad (4)$$

де  $T_{\text{очік}}$  – середньо очікуваний час підготовки (математичне очікування часу підготовки), хв.;

$\sigma_{\text{визн}}$  – середньо квадратична помилка у визначенні часу підготовки, хв.;

$t_{\text{min}}$  – час підготовки в найсприятливіших умовах (мінімальний час), хв.;

$t_{\text{max}}$  – час підготовки в не найсприятливіших умовах (максимальний час), хв.;

$t_{\text{opt}}$  – найвірогідніша оцінка часу підготовки (оптимальний час), хв.

Рахуючи показник  $R_{\text{підг}}$  для кожної із множини альтернатив зарубіжних БВ приймається однакове значення вхідних до розрахунку даних за відсутності експлуатаційних характеристик по кожному БВ [3...11].

Величина  $k_{\text{мБН}}$  визначається як:

$$k_{\text{мБН}} = m_{\text{БН}} / m_{\text{злітн}}, \quad (5)$$

де  $m_{\text{БН}}$  – маса бойового навантаження, кг;

$m_{\text{злітн}}$  – максимальна злітна маса БВ, кг.

Величина  $k_{\text{RT}}$  визначається як імовірність досягнення БВ по тактичному радіусу дій з центру території України, розтягнутої на 1316 км – по широті і на 893 км – по довготі, з урахуванням регламентної необхідності контролю розрахункової 130-кілометрової прикордонної смуги у відкритій частині периметра внутрішньої території сумарною площею 653,4 тис. км<sup>2</sup> [12], будь-якої точки НЦ на відстані 1316/2+130=788 км по широті і 893/2+130=577 км по довготі, а саме:

$$k_{\text{RT}} = \Phi\left(\frac{R_{\text{T}}}{788}\right) - \Phi\left(-\frac{R_{\text{T}}}{577}\right). \quad (6)$$

Величина  $R_{\text{нав}}$  визначається як:

$$R_{\text{нав}} = 1 - \exp\left(-\frac{\Gamma_{\text{необ.}}}{\sigma_{\text{T}}}\right)^2, \quad (7)$$

де  $\Gamma_{\text{необ.}}$  – необхідна точність;

$\sigma_{\text{T}}$  – середньоквадратична радіальна похибка.

Величина  $P_{\text{вияв.НЦ}}$  як імовірність візуального виявлення НЦ визначатиметься імовірністю виведення БВ в зону автоматичного супроводження ( $P_{\text{супров.}}$ ) вибраної НЦ радіолокаційним, оптико-електронним та ін. каналом прицільно-навігаційної системи (ПНС) при еволюціях БВ в горизонтальній площині (в межах  $\pm 5$  град.) відносно лінії "літак-ціль" та у вертикальній площині ( $\pm 5$  град.) відносно лінії "літак-ціль", а також імовірністю витримування лінії візування ( $P_{\text{візув.}}$ ) цілі та видачі сигналів цілевказання ГСН ракетної високоточної зброї за допомогою будь-якого каналу ПНС в діапазоні кутів в горизонтальній площині ( $\pm 5$  град.) та у вертикальній площині ( $\pm 5$  град.), або за допомогою нашоломної системи цілевказання (НСЦ) [13] в діапазоні кутів в двох площинах на відповідних відстанях

видимості виділеної НЦ за допомогою ПНС або НСЦ, забезпечив атаку НЦ з тої же імовірністю, тобто:

$$P_{\text{виявл}} = P_{\text{супров.}} \cdot P_{\text{візув.}} \quad (8)$$

Величина  $P_{\text{супров.}}$  визначається як:

$$D_{\text{НЦ}} \cdot \delta \hat{a} = \Phi\left(\frac{\ddot{A}_{\text{T}} \dot{I} \ddot{N} \cdot \text{tg} \Theta_{\text{аі}}^{\text{аі}} \ddot{e}}{\sigma_{\text{T.аі}} \ddot{e}}\right) + \Phi\left(\frac{\ddot{A}_{\text{T}} \dot{I} \ddot{N} \cdot \text{tg} \Theta_{\text{аа}}^{\text{аа}} \ddot{e}}{\sigma_{\text{T.аа}} \ddot{e}}\right), \quad (9)$$

де  $D_{\text{ПНС}}$  – дальність дії каналу ПНС, м;

$\Theta_{\text{гор.}}^{\text{евол.}}$  і  $\Theta_{\text{вер.}}^{\text{евол.}}$  – діапазони кутів відповідно в двох площинах при автоматичному супроводженні НЦ будь-яким каналом ПНС при еволюціях літака, град.;

$\sigma_{\text{T гор.}}$  і  $\sigma_{\text{T вер.}}$  – точність навігації літака в двох площинах польоту при автономній навігації, м.

Величина  $P_{\text{візув.}}$  визначається як:

$$D_{\text{а}}^{\text{а}} \cdot \delta \hat{a} = \Phi\left(\frac{\ddot{A}_{\text{д.і}} \dot{I} \ddot{N} \cdot \text{tg} \Theta_{\text{аі}}^{\text{аі}} \ddot{e}}{\sigma_{\text{А}}^{\text{аі}} \ddot{e}}\right) + \Phi\left(\frac{\ddot{A}_{\text{д.і}} \dot{I} \ddot{N} \cdot \text{tg} \Theta_{\text{аа}}^{\text{аа}} \ddot{e}}{\sigma_{\text{А}}^{\text{аа}} \ddot{e}}\right), \quad (10)$$

де  $D_{\text{р мин.}}$  – мінімальна дальність пуску ракетної високоточної зброї, м;

$\Theta_{\text{гор.}}^{\text{ПНС(НСЦ)}}$  і  $\Theta_{\text{вер.}}^{\text{ПНС(НСЦ)}}$  – діапазони кутів в двох площинах при витримуванні лінії візування цілі та видачі сигналів цілевказання ГСН ракетної високоточної зброї за допомогою будь-якого каналу ПНС або за допомогою НСЦ, град

$\sigma_{\text{д}}^{\text{ПНС}}$  – точність визначення дальності до цілі за допомогою ПНС, м.

У будь-якому випадку імовірність виконання завдання ураження НЦ, навіть при високому значенні  $P_{\text{вияв.НЦ}} = 0,75$ , а отже й імовірності атаки НЦ, зменшується на величину, пропорційну імовірності подолання ППО НЦ.

Успішність подолання сил ППО при атаці НЦ керованою зброєю залежить від часу перебування БВ в зоні дії ППО або часу, потрібному БВ для виходу його із зони ураження зенітних керованих ракет (ЗКР) ППО.

У всіх випадках атаки НЦ керованою зброєю БВ повинен діяти раптово, скорочувати час перебування в зоні вогню ЗРК або ЗАК, вирішувати задачу одним ретельно підготовленим ударом із застосуванням високоточної зброї. Завжди існує так звана гарантована зона пуску ЗКР або стрільби ЗАК область простору, при знаходженні літака в якій у момент пуску (стрільби) забезпечується ураження БВ, атакуючого НЦ, незалежно від наявності і виду ПРМ.

Умовою, при якій БВ зможе уникнути попадання в цю зону, є:

$$t_{\text{потр}} = t_{\text{зустр}} - t_{\text{льотч}}, \quad (11)$$

де  $t_{\text{потр}}$  – час, потрібний БВ для виходу його за межі зони ураження шляхом різкого ПРМ, сек.;

$t_{\text{зустр}}$  – польотний час до точки зустрічі ЗКР і БВ, сек.;

$t_{\text{льотч.}}$  – час, затрачуваний льотчиком на виявлення пуску ЗРК і введення БВ в ПРМ, сек.  
З другого боку

$$t_{\text{іі}} = \varphi / \omega, \quad (12)$$

де  $\varphi$  – кут розвороту БВ, град.;

$\omega$  – кутова швидкість розвороту БВ, град./сек.

Але  $\omega$ , у свою чергу, залежить від швидкості БВ як в горизонтальному, так і у вертикальному ПРМ:

$$\omega_{\text{аі}} = \frac{57,3 \cdot g \cdot \text{tg} \gamma}{V_{\text{АА}}}; \omega_{\text{аіі}} = \frac{57,3 \cdot g \cdot (n_y \pm \cos \lambda)}{V_{\text{АА}}}, \quad (13)$$

де  $\gamma$  – кут крену БВ, град.;

$\lambda$  – кут нахилу траєкторії (пікірування або кабрирування) БВ, град.;

$V_{\text{БВ}}$  – швидкість БВ, км/год. (м/сек.);

$n_y$  – нормальне перевантаження БВ при ПРМ.

Таким чином, швидкість БВ при ПРМ є критичним параметром подолання ППО при атаці НЦ.

Час перебування БВ в зоні вогню ЗРК, ЗАК ( $t_{\text{перебув.}}$ ), є також критичним по відношенню до подолання ППО (при умові, якщо ще БВ не опинився в гарантованій зоні, де ПРМ вже не ефективний), і повинен бути менше або рівний величині  $t_{\text{потр.}}$ , щоб уникнути попадання в гарантовану зону ураження шляхом різкого ПРМ:

$$t_{\text{перебув}} \leq t_{\text{потр}}. \quad (14)$$

Тоді імовірність подолання ППО ( $P_{\text{ППО}}$ ):

$$P_{\text{іі}} = 1 - \exp(-t_{\text{аіі}} / t_{\text{іі}}). \quad (15)$$

Величина  $P_{\text{ППО}}$  визначається при таких вихідних даних [14]:

– час  $t_{\text{потр.}}$  для різних швидкостей польоту БВ при атаці НЦ з розворотом до  $\varphi \geq 90$  град.

## Висновки

Запропонована методика вибору критеріїв оцінки бойової ефективності БВ в ударному варіанті може бути застосована при складанні коефіцієнту

бойового потенціалу БВ, що може бути використано при виборі перспективного БВ для Повітряних Сил Збройних Сил України.

## Список літератури

1. Ан-174 / материалы авиационной аналитической компании "Авиас" [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://aviac.ru/airpovor/174-rasshir-vozmozhn-veden.html>
3. F-15E Strike Eagle / Авиационная энциклопедия "Уголок неба" [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f15ef.html>.
4. F-16 / Авиационная энциклопедия "Уголок неба" [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f16.html>.
5. F-35 / Авиационная энциклопедия "Уголок неба" [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f35.html>.
6. Су-35 / Авиационная энциклопедия "Уголок неба" [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/su35.html>.
7. Миг-35 / Авиационная энциклопедия "Уголок неба" [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/mig35.html>.
8. EF-2000 / Авиационная энциклопедия "Уголок неба" [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.airwar.ru/enc/fighter/ef2000.html>.
9. Истребитель Jas-39 Gripen / каталог мирового вооружения [worldweapon.ru](http://worldweapon.ru) [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://worldweapon.ru/sam/jas39.php>.
10. 7. Rafal / Авиационная энциклопедия "Уголок неба" [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://airwar.ru/enc/fighter/rafal.html>.
11. Многоцелевой истребитель FC-1/JF-17. / "Стелс перспективы" [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://www.paralay.com/j17.html>.
12. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с
13. Петров В.И. /Маневрирование в воздушном бою/Зарубежное военное обозрение, №1, 1985.
14. Лагарьков А.Н. Фундаментальные и прикладные проблемы стелс-технологий / А.Н. Лагарьков, М.А. Погосян // Вестник российской академии наук – 2003. – Т. 73, № 9. – С. 848.

Надійшла до редколегії 30.09.2011

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.Б. Аніпко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ОЦЕНКА БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЕВЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ РЕШЕНИИ УДАРНЫХ ЗАДАЧ

О.Б. Леонтьев, В.А. Туголуков, К.В. Башинский

Предложенная методика оценки эффективности многофункционального истребителя (МИ) при решении ударных задач позволяет оценить боевые возможности и эффективность МИ при нанесении ударов по наземным (надводным) целям.

**Ключевые слова:** боевая эффективность, критерий эффективности, многофункциональный истребитель, удар по наземным целям.

## ESTIMATION OF BATTLE POSSIBILITIES AND EFFICIENCY OF BATTLE AVIATION COMPLEXES AT THE ATTACK MISSIONS

O.B. Leontiev, V.A. Tugolukov, K.V. Bashinsky

The efficiency estimation method for multifunctional fighter (MF) at the attack missions is offered and allows to estimate MF possibilities and efficiency for a choice of perspective MF for Ukrainian Air Forces.

**Keywords:** fighting efficiency, criterion of efficiency, multifunctional fighter, attack on surface targets.