

УДК 629.7.017.0031

В.О. Туголуков, К.В. Башинський

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Феодосія

## ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ВИНИЩУВАЧА ПРИ ВІДБИТТІ НАЛЬОТУ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

Запропонована методика оцінки ефективності багатоцільового винищувача (БЦВ) при відбитті нальоту засобів повітряного нападу дозволяє оцінити бойові можливості БЦВ по перехопленню повітряної цілі і веденню повітряного бою по частковим показникам, як складовим головного показника – потенційної ефективності БЦВ, для розробки методики вибору перспективного БЦВ для Повітряних Сил.

**Ключові слова:** багатоцільовий винищувач, показник бойової ефективності, засоби повітряного нападу, потенційна ефективність, імовірність, дальній ракетний бій, ближній повітряний бій.

### Вступ

**Постановка задачі.** Розв'язування гострої прикладної проблеми оновлення парку літаків може бути здійсненим в загальному випадку різними шляхами, а саме: закупівлею багатоцільових винищувачів розроблених типів; виготовленням нових літаків силами вітчизняної промисловості за ліцензіями країн-розробників авіаційної техніки тощо. При обґрунтуванні вибору того або іншого шляху оновлення парку бойової авіаційної техніки повинна бути обраною система показників, за якою здійснюються оцінки альтернативних варіантів багатоцільових винищувачів (БЦВ). При цьому, однією з головних складових такої системи оцінки повинна бути оцінка бойової ефективності БЦВ, тобто до складу такої системи вибору повинні бути включені показники, що описують рівень ефекту від застосування перспективного зразка [1].

Як відомо, бойова ефективність будь якого БЦВ відображає узагальнений рівень його функціональної досконалості. При цьому, коли БЦВ може застосовуватися за декількома призначеннями, тобто є багатофункціональним, оцінювання його бойової ефективності повинно бути проведеним за всіма його цільовими призначеннями, тобто оцінювання його потенціалу (потенціальної ефективності) по можливостям перехоплення повітряних цілей, ведення повітряного бою та нанесення удару по наземним (морським) цілям. Для оцінювання потенціалу БЦВ виникає необхідність попереднього визначення часткових показників для оцінки його можливостей по відбиттю нальоту засобів повітряного нападу (ЗПН) противника [2].

У зв'язку з цим **метою статі** є обґрунтування переліку часткових показників бойової ефективності БЦВ, що описують його можливості по відбиттю нальоту ЗПН, для використання при побудові головного показника (потенціальної ефективності) перспективного БЦВ.

### Основний матеріал

При відбитті нальоту ЗПН, разом з основними та частковими показниками бойової ефективності – математичним сподіванням числа знищених ЗПН ( $M_{ЗПН}$ ) до рубежів виконання ними бойового завдання та імовірністю ураження ЗПН багатоцільових винищувачів дуельній ситуації ( $P_{урЗПН-БЦВ}$ ) і величиною запобіжного збитку ( $\Delta U$ ), визначається також необхідне співвідношення сил сторін, при якому ще гарантується виконання силами багатоцільових винищувачів завдання відбиття нальоту ЗПН.

В якості ЗПН прийняті літаки, як ударні, так і винищувачі супроводу, з ефективною площею розсіювання (ЕПР) навколо  $3 \text{ м}^2$  та крилаті ракети (КР) з ЕПР до  $0,1 \text{ м}^2$ .

Імовірність ураження одного ЗПН одним БЦВ для випадку пасивного ЗПН (тобто в полігонних умовах) [3]:

$$P_{урЗПН БЦВ} = P_{вияв} \times P_{нав} \times \left[ 1 - (1 - P_1)^{n_p^{БЦВ}} \right], \quad (1)$$

де  $P_{вияв}$ ,  $P_{нав}$  – імовірність виявлення і наведення БЦВ з літака РЛДН, відповідно;

$P_1$  – імовірність ураження ЗПН однією ракетою;

$n_p^{БЦВ}$  – боєкомплект ракет на БЦВ, що витрачається в одній атаці.

Математичне сподівання числа уражених ЗПН за умови однієї атаки по кожному ЗПН:

$$M_{урЗПН} = N_{БЦВ} \times P_{урБЦВ}, \quad (2)$$

де  $N_{БЦВ}$  – бойовий склад БЦВ, що піднімаються на відбиття нальоту ЗПН.

При цьому

$$N_{БЦВ} = N_{БЦВ ПС} \times K_{БГ} \quad (3)$$

де  $N_{БЦВ ПС}$  – загальна кількість БЦВ у складі повітряних сил (ПС);

$K_{БГ}$  – коефіцієнт боєготовності БЦВ, що залучаються до відбиття нальоту ЗПН.

У разі проведення декількох атак (1,2,...,i) загальна імовірність ураження усіх ЗПН бойовим складом БЦВ може бути описана наступним виразом [4]:

$$P_{урБЦВ} = P_{1урБЦВ} + (1 - P_{1урБЦВ}) \times P_{2урБЦВ} + \dots + P_{iурБЦВ} \quad (4)$$

Для випадку відбиття нальоту груп ЗПН, що супроводжуються N винищувачами (В),

$$M_{урЗПН} = M_{ВЗПН} = (N_{БЦВ} - N_{В}) \times P_{урБЦВ} \quad (5)$$

за умови, що один БЦВ зв'язує боєм один винищувач супроводу на час проходження нальоту.

Можливі такі результати повітряного дальнього ракетного бою (ДРБ):

якщо дальність пуску ракет багатоцільових винищувачів перевищує дальність пуску ракет винищувача противника ( $D_{рБЦВ} > D_{рВ}$ ), то реалізується полігонна імовірність ураження винищувача;

якщо  $D_{рБЦВ} < D_{рВ}$ , то реалізується полігонна імовірність ураження БЦВ;

якщо  $D_{рБЦВ} \approx D_{рВ}$ , то результат ДРБ обчислюється.

У близькому повітряному бою (БПБ) ефективність багатоцільового винищувача і винищувача оцінюється за допомогою імітаційних математичних моделей БПБ.

В результаті ДРБ і БПБ можливі наступні випадкові події, що характеризуються відповідними імовірностями:

ураження винищувача противника з боку БЦВ ( $V \downarrow БЦВ$ ) – імовірність  $P_{V \downarrow БЦВ}$ ;

ураження БЦВ з боку винищувача ( $В БЦВ \downarrow$ ) – імовірність  $P_{В БЦВ \downarrow}$ ;

взаємне ураження ( $V \downarrow БЦВ \downarrow$ ) – імовірність  $P_{V \downarrow БЦВ \downarrow}$ ;

взаємне неуряження ( $В БЦВ$ ) – імовірність  $P_{В БЦВ}$ .

Завдання ураження виконане, якщо реалізується умова:

$$V \downarrow БЦВ \vee В БЦВ \downarrow .$$

Тоді імовірність  $P_{V \downarrow БЦВ}$  ураження винищувача з боку БЦВ в результаті ДРБ і БПБ складатиме:

$$D_{A \downarrow A \hat{O} \hat{A}} = D_{1 \hat{a} \hat{a}} \times \left[ \left[ D_{A \downarrow A \hat{O} \hat{A} - \hat{A} \hat{E} \hat{A}} + D_{A \downarrow A \hat{O} \hat{A} \downarrow - \hat{A} \hat{E} \hat{A}} + D_{A - A \hat{O} \hat{O} \hat{A} - \hat{A} \hat{E} \hat{A}} \right] \times (D_{A \downarrow A \hat{O} \hat{A} - \hat{A} \hat{I} \hat{A}} + D_{A \downarrow A \hat{O} \hat{A} \downarrow - \hat{A} \hat{I} \hat{A}}) \right] \quad (6)$$

де P з індексом «дрб» позначена імовірність відповідних результатів дальнього ракетного бою, а P з індексом «бпб» – імовірність відповідних результатів близького повітряного бою.

Аналогічно, імовірність ( $P_{В БЦВ \downarrow}$ ) ураження БЦВ з боку винищувача:

$$P_{В-БЦВ \downarrow} = P_{нав} \times \left[ \begin{array}{l} P_{В БЦВ \downarrow ДРБ} + P_{В \downarrow БЦВ \downarrow ДРБ} + \\ + P_{В БЦВ-ДРБ} (P_{В БЦВ \downarrow БПБ} + \\ + P_{В \downarrow БЦВ \downarrow БПБ}) \end{array} \right] \quad (7)$$

При цьому у випадку, якщо боекомплект ракет ДРБ, що витрачається в одній атаці, на винищувач складає  $n^{PB}$ , на БЦВ –  $n^{P_{БЦВ}}$ , а імовірність ураження винищувача однією ракетою БЦВ –  $P_{1БЦВ В}$ , і навпаки –  $P_{1В БЦВ}$ , то:

$$P_{В \downarrow БЦВ-ДРБ} = (1 - P_{1В БЦВ})^{n^{PB}} \times \left[ 1 - (1 - P_{1БЦВ В})^{n^{P_{БЦВ}}} \right]; \quad (8)$$

$$P_{В БЦВ \downarrow ДРБ} = (1 - P_{1БЦВ В})^{n^{P_{БЦВ}}} \times \left[ 1 - (1 - P_{1В БЦВ})^{n^{PB}} \right]; \quad (9)$$

$$P_{В \downarrow БЦВ \downarrow ДРБ} = \left[ 1 - (1 - P_{1БЦВ В})^{n^{P_{БЦВ}}} \right] \times \left[ 1 - (1 - P_{1В БЦВ})^{n^{PB}} \right]; \quad (10)$$

$$P_{В БЦВ ДРБ} = \left[ 1 - (1 - P_{1БЦВ В})^{n^{P_{БЦВ}}} \right] \times (1 - P_{1В БЦВ})^{n^{PB}} \quad (11)$$

Імовірність ураження однією ракетою ( $P_1$ ) відома для різних ситуацій радіоелектронної протидії (РЕП) уражаемого літака (В або БЦВ).

В середньому імовірність  $P_1$  ураження однією ракетою з радіолокаційною головою самонаведення (РЛГСН):

$$P_1 = 0,45 \quad \text{– по В (БЦВ) з РЕП;}$$

$P_1 = 0,6$  – по КР на висоті 50...100 м на фоні землі без РЕП.

Імовірність  $P_{БПБ}$  також відома, наприклад:

для однотипних В і БЦТВ

$$P_{БПБ} \approx 0,5;$$

для різнотипних В і БЦВ (Су-27, МіГ-29, F-16):

$$P_{БПБ 27-29} \approx 0,6...0,4;$$

$$P_{БПБ F16-29} \approx 0,4...0,6;$$

$$P_{БПБ F16-27} \approx 0,3...0,7.$$

Величина запобігнутого збитку ( $\Delta U$ ) для об'єктів, що прикриваються, визначається співвідношенням:

$$\Delta U = \frac{M_{ЗПН}}{N_{поліг.ЗПН} \times O} \times 100\%, \quad (12)$$

де  $N_{поліг.ЗПН}$  – наряд ЗПН, необхідний для ураження об'єкту у полігонних умовах;

O – загальна кількість найбільш важливих в оперативнотактичному значенні об'єктів, що прикриваються.

При різних варіантах нальоту ЗПН визначається склад групи БЦВ, що забезпечує успішне відбиття нальоту ЗПН, тобто наряд БЦВ:

$$N_{\text{БЦВ}} = \frac{\ln(U_{\text{доп}}/100)}{\ln(1 - \prod P_{\text{урБЦВуср}})} \times N_{\text{полігЗПН}} \times O, \quad (13)$$

де  $U_{\text{доп}}$  – допустимий збиток, що наноситься при-квиваємим об'єктам, при якому ще зберігається їх життєдіяльність і здатність функціонувати (процентний вираз допустимої кількості уражених об'єктів від їх загальної кількості);

$P_{\text{ур БЦВ уср}}$  – усереднена імовірність ураження одного ЗПН одним БЦВ.

$$P_{\text{урБЦВ уср}} = \frac{1}{\eta} \prod_1^{\eta} \frac{1}{3} (P_{\text{урБЦВ ул}} + P_{\text{урБЦВ в}} + P_{\text{урБЦВ кр}}), \quad (14)$$

де  $P_{\text{урБЦВ ул}}$ ,  $P_{\text{урБЦВ в}}$ ,  $P_{\text{урБЦВ кр}}$  – імовірність ураження одним БЦВ одного ударного літака (УЛ), винищувача супроводу (В) або крилатої ракети (КР) відповідно;

$\eta$  – кількість типів БЦВ.

Вираз (13) визначає потрібне співвідношення сил сторін [5], тобто

$$C_{\text{потр}} = \frac{N_{\text{БЦВ}}}{N_{\text{полігЗПН}} \times O} = \frac{\ln(U_{\text{доп}}/100)}{\ln(1 - \prod P_{\text{урБЦВуср}})}. \quad (15)$$

Значення цього критерію дозволяє оцінити необхідність застосування заходів щодо посилення можливостей груп БЦВ (наприклад, шляхом широкого маневру винищувальної авіації і наземних засобів ППО Повітряних Сил як по фронту, так і по глибині; залученням додаткових сил з інших оперативно-тактичних напрямів, а також ударної авіації – для завдання ударів по наземних системах управління ЗПН).

Якщо склад нальоту ЗПН відомий, достатньо в (15) замість  $(N_{\text{поліг ЗПН}} \times O)$  підставити  $(N_{\text{ул}} + N_{\text{в}} + N_{\text{кр}})$ , де  $N_{\text{ул}}$ ,  $N_{\text{в}}$ ,  $N_{\text{кр}}$  – кількість УЛ, В і КР відповідно:

$$C_{\text{потр}} = \frac{N_{\text{БЦВ}}}{N_{\text{ул}} + N_{\text{в}} + N_{\text{кр}}}. \quad (16)$$

Тоді необхідний бойовий склад БЦВ, виходячи з показника ефективності одиночного БЦВ, складе:

$$N_{\text{БЦВ}} = C_{\text{потр}} (N_{\text{ул}} + N_{\text{в}} + N_{\text{кр}}). \quad (17)$$

## Висновок

Розглянуті показники бойової ефективності БЦВ, що описують його можливості по відбиттю нальоту ЗПН, можуть бути застосовані для побудови головного показника – потенціальної ефективності БЦВ, що допоможе розробити методику вибору перспективного зразка БЦВ для Повітряних Сил.

## Список літератури

1. Семон Б.Й. Сучасний метод бойових потенціалів в прикладних задачах планування розвитку та застосування тактичної авіації: монографія / [Б.Й. Семон, О.Б. Леонтьєв, О.Б. Котов та ін.]; під ред. Б.Й. Семона та О.Б. Леонтьєва. – К.: НАОУ, 2009. – 336 с.
2. Гевелинг В.Н. Боевая эффективность летательных аппаратов / В.Н. Гевелинг // Издание ВВИА им. Н. Жуковского, 1963. – 216 с.
3. Венцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Венцель. – М.: Физматлит, 1962.
4. Пономарев А.Н. Авиация настоящего и будущего. / А.Н. Пономарев. – М.: Воениздат, 1984.
5. Фендриков Н.М. Методы расчетов боевой эффективности вооружения / Н.М. Фендриков, В.И. Яковлев. – М.: Воениздат, 1971.

Надійшла до редколегії 21.02.2011

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

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОЦЕЛЕВОГО ИСТРЕБИТЕЛЯ ПРИ ОТРАЖЕНИИ НАЛЕТА СРЕДСТВ ВОЗДУШНОГО НАПАДЕНИЯ

В.А. Туголуков, К.В. Башинский

Предложенная методика оценки эффективности многоцелевого истребителя (МЦИ) при отражении налета средств воздушного нападения позволяет оценить боевые возможности МЦИ по перехвату воздушных целей и ведению воздушного боя по частным показателям, как составляющим главного показателя – потенциальной эффективности МЦИ, для разработки методики выбора перспективного МЦИ для Воздушных Сил.

**Ключевые слова:** многоцелевой истребитель, показатель боевой эффективности, средства воздушного нападения, потенциальная эффективность, вероятность, дальний ракетный бой, ближний воздушный бой.

## AS TO EFFICIENCY ESTIMATION OF COMBAT FIGHTER AT AIR ATTACK REPULSE

V.A. Tugolukov, K.V. Bashinsky

The offered method of efficiency estimation of combat fighter (CF) at air attack repulse allows to estimate the CF combat possibilities to intercept air targets and to take the air by particular exponents, as the constituents of main exponent – the potential efficiency of CF, for elaboration of method to choose the perspective CF for Air Forces.

**Keywords:** combat fighter, combat efficiency exponent, air attack weapons, potential efficiency, probability, air-to-air fight, dog fight.