

# Розвиток, бойове застосування та озброєння авіації

УДК 623.618.51

О.І. Волков<sup>1</sup>, П.П. Зуєв<sup>2</sup>, Г.В.Пєвцов<sup>3</sup>, О.І. Тимочко<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

<sup>2</sup> Повітряне командування «Південь» Повітряних Сил Збройних Сил України, Одеса

<sup>3</sup> Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВИНИЩУВАЛЬНОЮ АВІАЦІЄЮ В УМОВАХ НЕСТОХАСТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

*Ефективне управління винищувальною авіацією можливе при врахуванні низки чинників, що впливають на процес наведення літака на повітряну ціль. Визначення доцільної стратегії планованого перехоплення здійснюється в умовах нестохастичної невизначеності. Визначені особливості процесу управління літаками винищувальної авіації на етапі призначення впливів винищувачами по повітряних цілях противника.*

**Ключові слова:** автоматизоване управління, повітряна ціль, винищувач, метод наведення, стратегія планованого перехоплення, нестохастична невизначеність.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Повітряні бої характеризуються швидкою зміною бойової обстановки, маневреною, завадовою, вогневою протидією повітряних цілей (ПЦ) противника при виконанні завдань у всьому діапазоні висот, вдень і вночі, в простих і складних метеоумовах при безперервному підвищенні бойових можливостей засобів повітряного нападу, вдосконаленні тактичних прийомів їх застосування. Це ускладнює процес прийняття рішень при перехопленні сучасних, а тим більше перспективних ПЦ противника [1].

Вироблення рекомендацій особами, що приймають рішення (ОПР), про застосування доцільних параметрів планованого перехоплення (ППП) можливе при розгляді умов ведення бойових дій, тактичного положення винищувачів на момент виявлення ПЦ з урахуванням динамічних характеристик методу наведення (МН) [2].

Таким чином, виявлення і формулювання особливостей автоматизованого управління літаками винищувальної авіації (ВА) дозволить удосконалити спеціальне математичне забезпечення комплексів засобів автоматизації управління авіацією, що є актуальною науковою проблемою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз робіт [3, 4] показав, що визначення МН, напівсфери атаки (ПСА) та області можливих атак винищувачами ПЦ противника залежить від параметрів її руху.

При визначенні параметрів перехоплення мало-висотної ПЦ необхідно враховувати обмеження з використання маневрених характеристик винищувача, скорочення тактичного радіусу дії при збільшенні

швидкості польоту, орнітологічну обстановку. При визначенні параметрів наведення винищувачів на ПЦ, що здійснює політ в стратосфері, необхідно враховувати: погіршення стійкості, керованості і маневрених можливостей винищувача, збільшення його інертності, часу і радіусу розвороту, зменшення діапазону швидкостей, що розраховуються. У табл. 1 приведена порівняльна характеристика параметрів, аналізованих офіцером бойового управління при визначенні доцільної стратегії планованого перехоплення залежно від висоти польоту винищувача. При польоті ПЦ противника на великих висотах, в стратосфері найбільш ефективним є виведення винищувача на попутно-пересічний курс під ракурсом 2/4-3/4 до ПЦ противника. Це дозволяє раніше почати пошук і виявити ПЦ, причому ймовірність виявлення винищувача значно менше, чим при зближенні під невеликими ракурсами. Під стратегією планованого перехоплення маємо на увазі набір параметрів перехоплення (МН, ПСА, ракурс і висота атаки, дистанція виходу на ПЦ), що забезпечують тактично вигідне положення винищувача відносно ПЦ, з якого можливе здійснення успішної її атаки.

Аналіз робіт показав [1, 4, 5], що бойові можливості винищувачів багато в чому визначають область можливих атак ПЦ противника.

Безпосередній вплив на визначення способу зближення винищувача з ПЦ, ПСА роблять умови перехоплення, що характеризуються поведінкою ПЦ і способом її протидії [3, 6]:

маневрування ПЦ зумовлює використання таких МН, які не приводять до зростання ракурсу і перевищення над ПЦ в процесі атаки і менш чутливі до співвідношення швидкостей винищувача і ПЦ [7];

Таблиця 1

Порівняльна характеристика параметрів, аналізованих офіцером бойового управління при визначенні доцільної стратегії планованого перехоплення залежно від висоти польоту винищувача

Параметри \ Висоти	ПСА	Стратосфера	Великі	Малі, гранично малі
Витрата палива		малий		великий
Час польоту		триваліший		менш тривалий
Дальність польоту		велика		мала
Обмеження за швидкістю польоту		малі		великі
Обмеження за маневреними характеристиками винищувача		великі		великі
Вплив рельєфу		відсутній		сильне
Прийняття (перевищення) відносно ПЦ	ЗПС	не менше 1000 м	не менше 500 м	не менше 500 м
	ППС	не менше 1000 м		не менше 500 м
Дальність виявлення цілі БРЛС (МіГ-29)	ЗПС	25...35 км.		20...35 км.
	ППС	50...70 км.		40...70 км.

вогнева протидія ПЦ спричиняє за собою необхідність застосування способів зближення, що ускладнюють атаку ПЦ, погіршують умови пуску його ракет, а саме, тактичні відвороти, вихід в зону «сліпих» ракурсів БРЛС цілі, отримання переваги по висоті, запасу енергії [1, 8].

**Метою роботи** є визначення особливостей управління ВА для формулювання принципів і концепцій, з урахуванням яких вирішуватиметься завдання визначення ППП винищувачами ПЦ противника на автоматизованих командних пунктах.

### Основний матеріал

З урахуванням характеру сучасних повітряних боїв і в найближчій перспективі залежно від поведінки і протидії ПЦ можуть застосовуватися такі МН: «Пряме зближення», «Паралельне зближення», «Погоня», «Погоня з попередженням», «Маневр», «Пряме зближення з попередженням», «Статистичний», «Трьохточковий» [1, 9].

Методи наведення мають різні реакції на зміну параметрів руху ПЦ. Тому при прийнятті рішень вибирають малочутливий до маневрів ПЦ спосіб зближення винищувача. Інакше можливий зрив наведення. Вплив вказаних параметрів на цільову зміну (тактично вигідне положення винищувача відносно ПЦ в кінці етапу наземного наведення) неможливо описати в аналітичній формі. Це обґрунтовує необхідність застосування нетрадиційних підходів до прийняття рішень з визначення доцільної стратегії планованого перехоплення [8]. Виходячи з викладеного може бути сформована кінцева неповна множина стратегій планованого перехоплення.

Формування множини правил визначення доцільних стратегій здійснюється на етапі планування і ґрунтується на прогностичній інформації на досліджуваній момент часу. Визначення доцільної стратегії планованого перехоплення здійснюється на етапі бойових дій в умовах невизначеності.

Причому відомі завдання в умовах стохастичної і нестохастичної невизначеності [10].

В умовах стохастичної невизначеності кожній стратегії  $u \in U$  ставиться у відповідність імовірнісний розподіл на множині векторів характеристик  $(y_1, y_2, \dots, y_m)^T$  результатів  $g \in G$ :

$$(u, \Lambda_E) \begin{cases} \rightarrow p_1 \rightarrow g_1 \rightarrow (y_1, y_2, \dots, y_m)_1^T; \\ \rightarrow p_2 \rightarrow g_2 \rightarrow (y_1, y_2, \dots, y_m)_2^T; \\ \rightarrow \dots \rightarrow \dots; \\ \rightarrow p_n \rightarrow g_n \rightarrow (y_1, y_2, \dots, y_m)_n^T, \end{cases} \quad (1)$$

де  $\Lambda_E$  – наявність стохастичної невизначеності при прийнятті рішень.

Нестохастичні невизначеності розглядаються як «природні» ( $\Lambda^N$ ). Умови ведення бойових дій можуть формуватися в результаті діяльності інших об'єктів, які переслідують власні цілі, що не співпадуть з цілями ОПР. Невизначеності такого роду носять характер свідомої протидії. Таку невизначеність розглядають як «поведінкову» ( $\Lambda^B$ ).

При веденні бойових дій в умовах нестохастичної невизначеності кожній стратегії  $u \in U$  ставиться у відповідність лише множина можливих результатів  $g \in G$  з характеристиками  $(y_1, y_2, \dots, y_m)^T$ :

$$(u, \Lambda_F) \begin{cases} \rightarrow g_1 \rightarrow (y_1, y_2, \dots, y_m)_1^T; \\ \rightarrow g_2 \rightarrow (y_1, y_2, \dots, y_m)_2^T; \\ \rightarrow \dots; \\ \rightarrow g_n \rightarrow (y_1, y_2, \dots, y_m)_n^T, \end{cases} \quad (2)$$

де  $\Lambda_F$  – наявність нестохастичної невизначеності при прийнятті рішень.

Для розглянутого завдання говоримо про умови нестохастичної невизначеності за таких причин:  
поведінкова невизначеність сторін;  
не випадковість процесів ведення бойових дій;

розглядається віддалений момент часу, коли ОПР може лише прогнозувати ТТХ озброєнь і військової техніки, що його цікавлять.

Для формування правил визначення параметрів перехоплення використовуємо методи експертного оцінювання, оскільки оцінювані параметри суб'єктивні і отримати необхідні дані про них шляхом об'єктивних вимірювань неможливо.

На етапі експертизи вирішується завдання прийняття рішень  $(\Omega, ОП)$ , де  $\Omega$  – множина допустимих оцінок, ОП – принцип оптимальності, що виражає уявлення про найбільш точну оцінку і задається функцією вибору

$$C(X) = \begin{cases} a, & \text{якщо } a \in X \subset \Omega; \\ \emptyset, & \text{якщо } a \notin X \subset \Omega, \end{cases} \quad (3)$$

де  $a$  – оцінка системи (рішенням задачі  $(\Omega, ОП)$ ).

Під схемою експертизи мають на увазі: формування початкової множини допустимих оцінок  $\Omega$ , формування множини допустимих оцінок експертів  $\Omega_3$ , організацію взаємодії між експертами  $L$ , організацію зворотного зв'язку  $Q$ , проведення обробки  $\phi$  (відображення  $\Omega_3^П \rightarrow \Omega$ ).

Відомі методи обробки експертних даних пропонують, що експерт повинен вказати конкретне

значення оцінюваного параметра або конкретно вказати, який з даних елементів переважає. В умовах нестохастичної невизначеності експертиза проводиться за схемою, що дозволяє враховувати нечітке середовище і бажану точність результуючої оцінки даного параметра.

Таким чином, особливості рішення задачі визначення МН, ПСА, ракурсу і висоти атаки, дистанції виходу на ПЦ противника в умовах нестохастичної невизначеності дозволили виділити чинники, що враховуються в процесі управління ВА на етапі призначення дій винищувачами по повітряних цілях (рис. 1):

- неповнота вивченості процесів протидії сучасних, а тим більше перспективних ПЦ противника;
- невизначеність процесів зміни ПО;
- невизначеність в характері нальоту ПЦ противника;
- невизначеність поведінки ПЦ, що впливає на прогнозування можливих стратегій планованого перехоплення;
- несталість процесів при веденні бойових дій ВА;
- суперечність інформації про умови ведення бойових дій;
- інші невизначені чинники (фізико-географічні, погодні умови району, час доби, рівень підготовки льотчика).

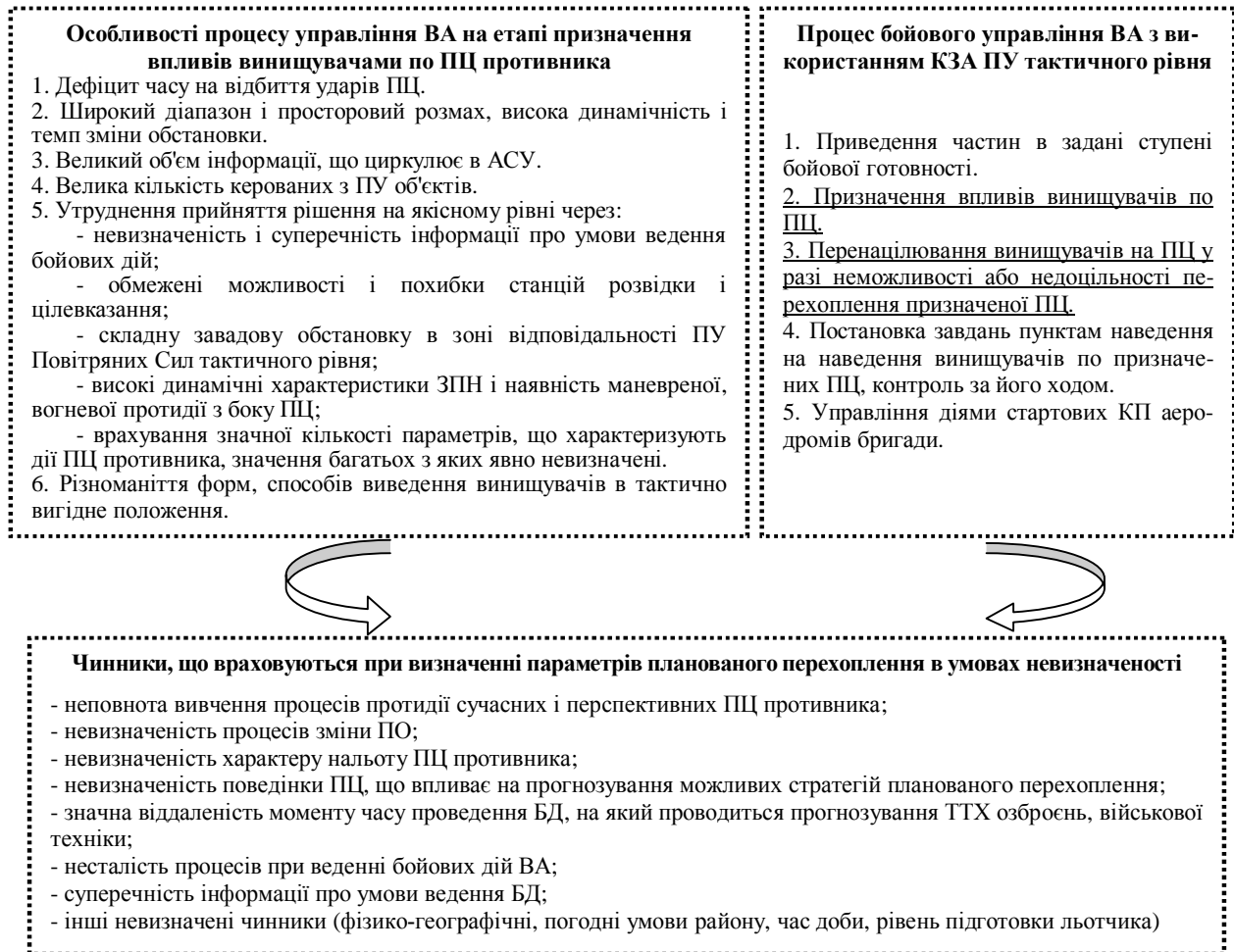


Рис. 1. Особливості управління ВА і чинники, що враховуються при визначенні ППП в умовах невизначеності

Аналіз вказаних вище чинників свідчать, що необхідний новий підхід до автоматизації процесу визначення параметрів перехоплення в умовах нестохастичної невизначеності.

Він полягає в автоматизації вирішення таких завдань:

1. Отримання, систематизація і аналіз відомостей про ПЦ, підлеглі сили і засоби, умови ведення бойових дій.

2. Визначення умов перехоплення з урахуванням поведінки ПЦ противника.

3. Визначення тактичного положення винищувача на момент виявлення ПЦ противника.

4. Визначення динамічних характеристик МН.

5. Генерація різних стратегій планованого перехоплення, оцінки можливих стратегій і вибору якнайкращого з них з погляду тактично вигідного положення винищувача відносно ПЦ противника, з якого можливе здійснення успішної її атаки.

6. Формування рекомендацій, необхідних для прийняття рішення про застосування доцільної стратегії, дотримуючись якої забезпечується тактично вигідне положення винищувача відносно ПЦ в кінці етапу наземного наведення.

### Висновки

Визначення ППП є складним інтелектуальним завданням, на результат вирішення якого впливає множина чинників. Шаблону тут допускати не можна. Тільки творчий підхід до рішення даного завдання дозволяє знайти доцільні прийоми і способи дій в конкретній обстановці.

Перераховані чинники дозволяють сформулювати принципи і концепції, з урахуванням яких вирішуватиметься завдання визначення параметрів перехоплення винищувачами ПЦ противника.

### Список літератури

1. *Авиация ПВО России и научно-технический прогресс: боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра: Монография / Под ред. Е.А. Федосова. – М.: Дрофа, 2004. – 816 с.*

2. *Тимочко О.І. Удосконалення методу обробки знань для управління літаком з урахуванням вибраного режиму польоту / О.І. Тимочко, Є.С. Лошаков, М.Б. Бровко // Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал. – 2010. – № 4 (24). – С. 170-174.*

3. *Управление полетами в частях авиации Вооруженных Сил СССР: мет. пос. – М.: МО СССР, 1985. – 198 с.*

4. *Самолетовождение: Учебное пособие / Под ред. В.Д. Тимофеева. – М.: Воениздат МО СССР, 1977. – 471 с.*

5. *Канащенков А.И. Формирование облика авиационных систем управления вооружением. / А.И. Канащенков. – М.: Радиотехника, 2006. – 336 с.*

6. *Королюк Н.О. Наведения винищувачів на повітряні цілі як складова частина процесу бойового управління авіацією / Н.О. Королюк Н.О., О.І. Тимочко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2005. – № 2 (42). – С. 53-61.*

7. *Гороценко Л.Б. Пути реализации координированного наведения и атаки несколькими истребителями группы самолетов противника / Л.Б. Гороценко // Полет. – 2000. – № 10. – С. 40-43.*

8. *Гороценко Л.Б. Принципы автоматизации управления боевыми действиями истребительной авиацией: учебн. пос. / Л.Б. Гороценко. – М.: Воениздат, 1979. – 134 с.*

9. *Королюк Н.О. Аналіз методів наведення як складова частина бойового управління / Н.О. Королюк, О.І. Тимочко, О.В. Касьян // Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем спеціального призначення: Матеріали II науково-практ. конф. (15-16 жовтня 2004 р.). – К.: НТУ „КПІ”, 2004. – С. 128-129.*

10. *Надежность и эффективность в технике. / Справочник в десяти томах. Том 3: Эффективность технических систем. – М.: Машиностроение, 1983. – 328 с.*

Надійшла до редколегії 30.09.2011

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

### ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ИСТРЕБИТЕЛЬНОЙ АВИАЦИЕЙ В УСЛОВИЯХ НЕСТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

А.И. Волков, П.П. Зуев, Г.В. Певцов, А.И. Тимочко

*Эффективное управление истребительной авиацией возможно при учете ряда факторов, которые влияют на процесс наведения самолета на воздушную цель. Определение целесообразной стратегии планируемого перехвата осуществляется в условиях нестохастической неопределенности. Определены особенности процесса управления самолетами истребительной авиации на этапе назначения воздействий истребителями по воздушным целям противника.*

**Ключевые слова:** автоматизированное управление, воздушная цель, истребитель, метод наведения, стратегия планируемого перехвата, нестохастическая неопределенность.

### FEATURES OF THE AUTOMATED CONTROL FIGHTER AIRCRAFT IN THE CONDITIONS OF UNSTOCHASTIC VAGUENESS

O.I. Volkov, P.P. Zuev, G.V. Pevcov, O.I. Timochko

*An effective control a fighter aircraft is possibly at the account of row of factors which influence on the process of aiming of airplane on an air purpose. Determination of expedient strategy of the planned intercept is carried out in the conditions of unstochoastic vagueness. The features of process of control by airs of fighter aircraft are certain on the stage of purpose of influences destroyers on the air aims of opponent.*

**Keywords:** an automated control, air purpose, fighter, aiming method, strategy of the planned intercept, unstochoastic vagueness.