

ПІДХІД ЩОДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ШТУРМАНСЬКИХ РОЗРАХУНКІВ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЛІТАКАМИ ВІНИЩУВАЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

У статті запропоновано загальний порядок виконання попередніх штурманських розрахунків із визначення відстаней рубежу введення винищувачів у бій. Проаналізовано, що застосування сил і засобів збройної боротьби, в ході широкомасштабного вторгнення РФ на територію України, свідчить про перехід від концепції «платформно-центричної війни», де основний акцент робиться на кількості озброєння та військової техніки, у бік «мережецентричної війни», основою якої є інтеграція всіх сил і засобів у єдиному інформаційному просторі. Підвищення ефективності управління можливе за рахунок практичної організації єдиного бойового управління всіма військами і силами авіації та протиповітряною обороною. Існуюча методика виконання попередніх штурманських розрахунків, що реалізована в спеціальному математичному та програмному забезпеченні комплексів засобів автоматизації посадовими особами бойової обслуги командного пункту, не враховує конфігурацію радіолокаційного поля залежно від рельєфу місцевості та висот польоту засобів повітряного нападу, зон виявлення та ураження зенітних ракетних комплексів, напрямку польоту засобів нападу. Обмеження впливають на точність їх виконання та обґрунтоване прийняття рішення на бойові дії. Розроблено алгоритм виконання розрахунків із визначення відстані рубежу введення винищувачів у бій. Обґрунтовано порядок розрахунку рубежу введення винищувачів у бій з урахуванням напрямку польоту повітряних цілей відносно заданого рубежу. Впровадження запропонованої методики розрахунку рубежів введення винищувачів у бій в автоматизовану систему дозволить оперативно та ефективно оцінити бойові можливості винищувальної авіації щодо виконання бойового завдання з перехоплення повітряних цілей на заданих рубежах.

Ключові слова: попередні штурманські розрахунки; навігаційно-тактичні рубежі; програма польоту; рубіж введення у бій; перехоплення; автоматизація.

Вступ

Постановка проблеми. В умовах збройної агресії російської федерації з 2014 року, коли під окупацію потрапили Донецька, Луганська області та Автономна Республіка Крим, що трансформувалася у широкомасштабне вторгнення з 24 лютого 2022 року, особлива увага військових науковців і воєнних практиків надається пошуку адекватної відповіді на щоденні виклики. Можливість віднайти такі відповіді виникає лише за умов належного теоретико-методологічного осмислення сутності сучасних збройної боротьби та зіткнень. Крім того, необхідним у цьому процесі є постійний аналіз, вивчення, узагальнення світового досвіду протистояння воєнним загрозам [1]. Найважливішим стратегічним завданням державної політики залишається забезпечення національної безпеки, захист державного суверенітету, відновлення територіальної цілісності. В умовах загострення військово-політичного стану питання національної безпеки набувають важливого і особливого значення.

Аналіз застосування засобів і сил збройної боротьби в ході широкомасштабного вторгнення свідчить, що основною тенденцією застосування військ є перехід від концепції «платформно-центричної війни», де акцентовано головну увагу на кількості озброєння і військової техніки, у бік

«мережецентричної війни», основою якої є інтеграція сил і засобів у єдине інформаційне середовище. Отже це дозволяє суттєво підвищити ефективність бойового застосування сил і засобів протиповітряної оборони (далі – ППО) шляхом зменшення тривалості циклу бойового управління. Підвищення ефективності управління можливе завдяки практичній організації єдиного бойового управління всіма військами і силами авіації і ППО [1–4]. Як показав досвід, угруповання сил та засобів повітряного нападу (далі – ЗПН) здатні виконувати оперативні, тактичні та стратегічні завдання, які обумовлюють підвищення значення боротьби у повітряному просторі для досягнення успіху в окремих операціях збройних сил та у війні в цілому [1; 2]. Аналіз збройних конфліктів та форм агресії російської федерації з 2014 року дозволив визначити наступні особливості повітряних операцій:

завчасне та старанне планування наступальних операцій з використанням нових інформаційних технологій;

висока динамічність бойових дій з використанням всіх видів розвідки, безпілотних літальних апаратів, авіації, ракетних військ, засобів радіо-електронної боротьби;

застосування нових тактичних прийомів;

невизначеність обстановки перед початком і в ході ведення бойових дій, що ускладнює своєчасне прийняття обґрунтованих рішень та їх корегування.

Використання ЗПН передбачає зростання вимог до процесу управління з пунктів управління (далі – ПУ) підпорядкованими силами та засобами [3]. Однією з вимог щодо ефективної боротьби з повітряним противником (далі – ПП) є оперативна оцінка повітряної обстановки (далі – ПО) та прийняття рішення щодо подальших дій підпорядкованими силами та засобами ППО.

Швидкоплинність та зростаюча динамічність бойових дій, високий ступінь невизначеності обстановки, необхідність оперативного аналізу, жорсткі часові межі та врахування значної кількості різномірних факторів свідчать про необхідність підвищення рівня автоматизації процесів оцінки ПО, визначення задуму ПП та реалізації штурманських розрахунків для управління літаками винищувальної авіації.

Під час підготовки та в ході ведення бойових дій посадові особи бойової обслуги командного пункту (далі – КП) повинні виконати низку штурманських розрахунків із визначення бойових можливостей винищувальної авіації щодо виконання бойового завдання з прикриття особливо важливих об'єктів держави та угруповань військ, необхідних командирів для прийняття рішення. Важливість розрахунків полягає у визначенні навігаційно-тактичних рубежів [1; 4]. На основі проведених штурманських розрахунків обираються способи бойових дій, місце розташування зон чергування в повітрі, розглядаються питання перебазування підрозділів авіації на передові (оперативні) аеродроми, дислокація підрозділів радіотехнічних військ, які забезпечують збір, обробку та видачу радіолокаційної інформації про повітряну обстановку [4].

Наявна методика виконання попередніх штурманських розрахунків, що реалізована в спеціальному математичному та програмному забезпеченні комплексів засобів автоматизації посадовими особами бойової обслуги КП не враховує конфігурацію радіолокаційного поля залежно від рельєфу місцевості та висот польоту ЗПН, зон виявлення та ураження зенітних ракетних комплексів, напрямку польоту ЗПН. Обмеження впливають на точність їх виконання та обґрунтоване прийняття рішення на бойові дії. Таким чином, виникають помилки, пов'язані з неврахуванням вищезазначених особливостей, що може призвести до зменшення ймовірності виконання бойового завдання з прикриття особливо важливих об'єктів держави, а в деяких випадках взагалі до його невиконання [3; 5]. Автоматизація проведення оперативно-тактичних розрахунків та подальше моделювання бойових дій, дозволить підвищити оперативність виконання вищезазначених розрахунків, якість, ефективність

прийнятих рішень відповідальною особою на виконання бойового завдання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах [1; 2] розглянуто загальний порядок визначення потрібного та можливого рубежу введення у бій. У праці [4] визначена методика розрахунку навігаційно-тактичних рубежів, яка дозволяє оцінити бойові можливості винищувальної авіації щодо виконання перехоплення ПП. Але в наведеній методиці не враховано напрямку польоту повітряної цілі, конфігурація радіолокаційного поля залежно від рельєфу місцевості та висоти польоту ЗПН. Це не дозволяє бойовій обслузі КП оцінити бойові можливості винищувальної авіації щодо перехоплення повітряних цілей на заданих рубежах.

Мета статті. Опис Автоматизація виконання розрахунку навігаційно-тактичних рубежів з урахуванням напрямку, висоти польоту засобів повітряного нападу з метою підвищення точності виконання розрахунків та якості прийнятого рішення.

Виклад основного матеріалу дослідження

Визначення схеми польоту на знищення повітряної цілі дає змогу автоматизувати процес виконання розрахунків щодо визначення дистанції рубежів введення у бій. Припустимо, на видаленні $D_{ц}$ від аеродрому вильоту винищувачів виявлена цілі, що летить до нього на висоті $H_{ц}$ зі швидкістю $V_{ц}$. Далі приймається рішення щодо її знищення, у визначений час подається команда на зліт винищувачів на перехоплення. Надалі, політ винищувачів до рубежу введення у бій виконується за доцільною програмою, що являє собою певну послідовність зміни висоти і швидкості польоту, при якій досягається набір заданої висоти (розгін літака за мінімальний час). На початку виконання розрахунків щодо визначення відстані можливих рубежів введення винищувачів у бій, необхідно визначити програму польоту на перехоплення повітряної цілі.

Основними характеристиками програми польоту є величини S_{Σ} і t_{Σ} , де S_{Σ} – величина відстані винищувача від аеродрому (зони чергування) за час t_{Σ} польоту по програмі. Час t_{Σ} відраховується від моменту подачі команди на зліт (початку наведення) винищувача. Під час польоту винищувачів для знищення повітряної цілі на малих, середніх та великих висотах величини S_{Σ} та t_{Σ} розраховуються за формулами:

$$t_{\Sigma} = t_{\text{пас}} + t_{\text{н}} + t_{\text{р}} + t_{\text{м}} + t_{\text{г}} + t_{\text{пр}},$$

$$S_{\Sigma} = S_{\text{н}} + S_{\text{р}} - L_{\text{см}} - S_{\text{г}} \text{ (для задньої півсфери),} \quad (1)$$

$$S_{\Sigma} = S_{\text{н}} + S_{\text{р}} + S_{\text{г}} + V_{\text{к}} t_{\text{пр}} \text{ (для передньої півсфери).}$$

де $t_{\text{пас}}$ - час прийняття рішення на ПУ,

$t_{\text{н}}$, $S_{\text{н}}$ – час та відстань набору висота та швидкості;

t_p, S_p – час та відстань розвороту;
 t_m – час маневру;
 t_r, S_r – час та відстань польоту в горизонтальній площині;
 $t_{пр}$ – час для приводу літака.

Величини S_Σ і t_Σ за відповідної програми польоту постійні, не залежать від дальності виявлення цілі, якщо виконується умова

$$D_{ц} + \Delta l_0 - V_{ц} t_\Sigma > S_\Sigma \quad (2)$$

де $D_{ц}$ – дальність до цілі;

Δl_0 – дистанція виходу на цілі по закінченню розвороту;

$V_{ц}$ – швидкість цілі.

В цьому випадку відстань рубежу введення винищувача у бій розраховується за виразом:

$$S_{РВБ} = \frac{D_{ц} + \Delta l_0 - V_{ц} t_\Sigma + n S_\Sigma}{1 + n} \quad (3)$$

де $n = \frac{V_{ц}}{V_B}$ – відношення швидкості цілі до швидкості горизонтального польоту винищувачів у режимі максимальної дальності. Під час атаки у задню півсферу Δl_0 береться зі знаком «+», а в передню – зі знаком «-».

Якщо виникає ситуація, що

$$D_{ц} + \Delta l_0 - V_{ц} t_\Sigma < S_\Sigma, \quad (4)$$

то ділянка горизонтального польоту в режимі максимальної дальності буде відсутня. Основна програма польоту з S_Σ і t_Σ стане нездійсненою. Тоді необхідно буде знайти таку траєкторію, яка відрізняється від основної меншим значенням S_Σ^* і для якої справедлива умова:

$$D_{ц} + \Delta l_0 - V_{ц} t_\Sigma = S_\Sigma^* \quad (5)$$

Необхідну програму польоту можна знайти, якщо буде відомий зв'язок між t_Σ^* і S_Σ^* . Цю програму можна виразити лінійною залежністю:

$$t_\Sigma^* = t_\Sigma - k_\Sigma (S_\Sigma - S_\Sigma^*), \quad (6)$$

де $k_\Sigma = \frac{\Delta t_\Sigma}{\Delta S_\Sigma}$ – коефіцієнт, що характеризує зміну

t_Σ^* і зміну S_Σ^* . Під час атаки у задню напівсферу k_Σ береться зі знаком «+», а в передню – зі знаком «-». Тоді відстань рубежу введення винищувачів у бій, що визначає програму польоту за відсутності горизонтальної ділянки на режимі максимальної дальності, потрібно розраховувати за формулою:

$$S_{РВБ} = S_\Sigma^* = \frac{D_{ц} + \Delta l_0 - V_{ц} t_\Sigma + k_\Sigma V_{ц} S_\Sigma}{1 + k_\Sigma V_{ц}} \quad (7)$$

або, якщо $n^* = k_\Sigma V_{ц}$, тоді

$$S_{РВБ} = S_\Sigma^* = \frac{D_{ц} + \Delta l_0 - V_{ц} t_\Sigma + n^* S_\Sigma}{1 + n^*} \quad (8)$$

Вихідними даними для розрахунку є швидкість польоту цілі ($V_{ц}$), відстань від аеродрому рубежу виявлення цілі, швидкість винищувачів (V_B), характеристики програми польоту на перехоплення $t_\Sigma, S_\Sigma, k_\Sigma, \Delta l_0$.

Порядок розрахунку відстаней рубежів введення у бій зводиться до такого: визначається величина $S^* = D_{ц} + \Delta l_0 - V_{ц} t_\Sigma$, яка порівнюється з величиною S_Σ , і якщо є умова (1), то розрахунок виконується за формулою (2), в іншому випадку – за формулою (3).

Блок-схема алгоритму розрахунку рубежів введення у бій винищувачів наведена на рис. 1.

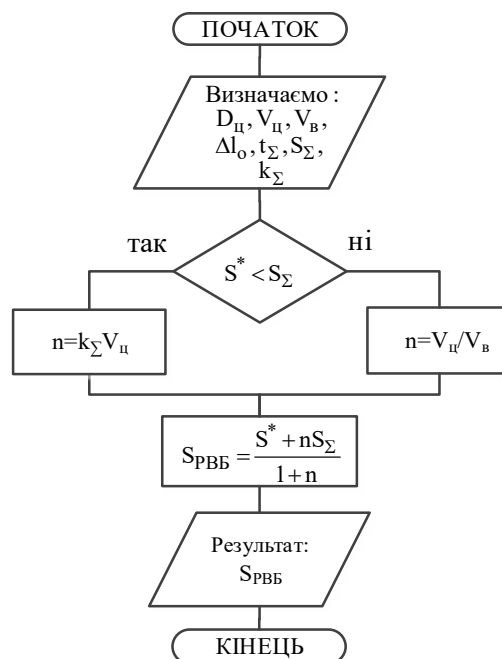


Рис. 1. Блок-схема алгоритму розрахунку рубежів введення у бій

У випадках, коли ціль прямує не на аеродром зльоту винищувачів, а з деяким курсом $\gamma_{Ц}$ (рис. 2), відстань рубежу введення у бій розраховується за формулою

$$S_{РВБ} = \frac{n\hat{S} - \sqrt{\hat{S}^2 + (1-n^2)y^2}}{n^2 - 1}, \quad (9)$$

де

$$\hat{S}^2 = D_{Ц} \cos \alpha - V_{Ц} t_{\Sigma} + \Delta l_0 + n S_{\Sigma} \quad (10)$$

$$y = D_{Ц} \sin \alpha, \quad n = \frac{V_{Ц}}{V_{В}}, \quad \text{якщо } D_{Ц} \sin \alpha \geq S_{\Sigma}, \quad (11)$$

або

$$n = D_{Ц} \cos \alpha - V_{Ц} t_{\Sigma} + \Delta l_0 \geq \sqrt{S_{\Sigma}^2 - y^2}, \quad \text{якщо } D_{Ц} \sin \alpha < S_{\Sigma}, \quad (12)$$

$$n = k_{\Sigma} V_{Ц}, \quad D_{Ц} \cos \alpha - V_{Ц} t_{\Sigma} + \Delta l_0 < \sqrt{S_{\Sigma}^2 - y^2}, \quad \text{якщо } D_{Ц} \sin \alpha < S_{\Sigma}, \quad (13)$$

$$\alpha = A_{Ц} - \gamma_{Ц} - 180^{\circ}, \quad (14)$$

де $A_{Ц}$ – азимут цілі.

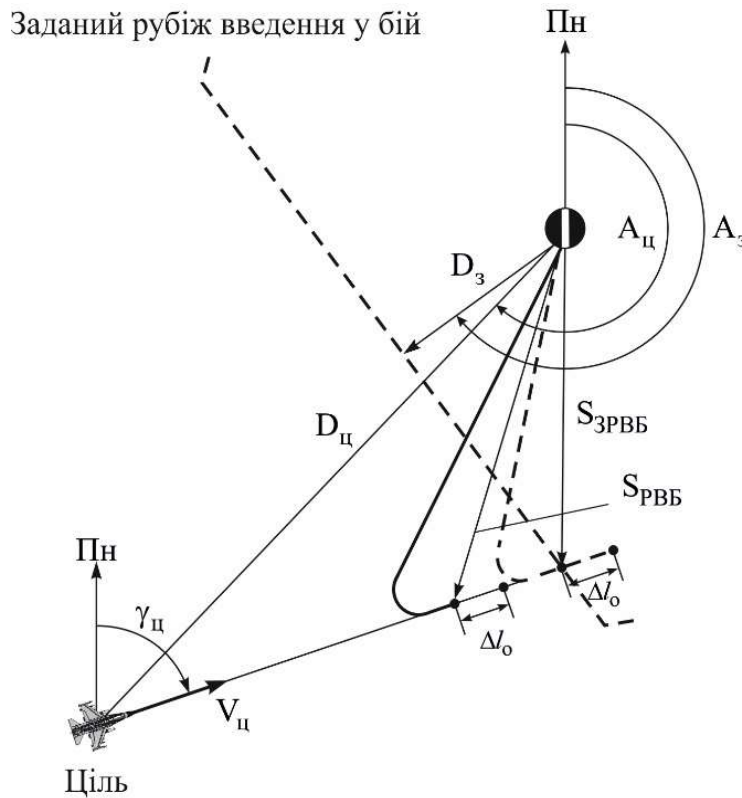


Рис. 2. Схема визначення $S_{РВБ}$

Відстань точки заданого рубежу введення у бій від аеродрому зльоту винищувачів залежить від напрямку її польоту, її положення у момент входу до радіолокаційного поля виявлення і розраховується за формулою:

$$S_{ЗРВБ} = \sqrt{\left(\frac{D_3 - D_{Ц} \sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta} \right)^2 + y^2} \quad (15)$$

де D_3 – найкоротша відстань від аеродрому зльоту до заданого рубежу:

$$\beta = \gamma_{Ц} - A_3 - 90^{\circ}, \quad (16)$$

A_3 – азимут найближчий до аеродрому точки заданого рубежу $S_{ЗРВБ}$.

Порівняння відстаней $S_{РВБ}$ та $S_{ЗРВБ}$ дає підставу припустити, що введення у бій винищувачів на заданому рубежі можливе, якщо значення $\Delta S_{РВБ} = S_{РВБ} - S_{ЗРВБ}$ позитивно, і неможливо, якщо негативно.

Загальний алгоритм визначення рубежу введення винищувачів у бій наведений на рис. 3

Тому, запропонований підхід щодо автоматизації виконання розрахунку навігаційно-тактичних рубежів з урахуванням напрямку, висоти польоту засобів повітряного нападу з метою підвищення точності виконання розрахунків та якості прийнятого рішення. Запропонований підхід сприятиме збільшенню ймовірності виконання бойового завдання з прикриття особливо важливих об'єктів держави.

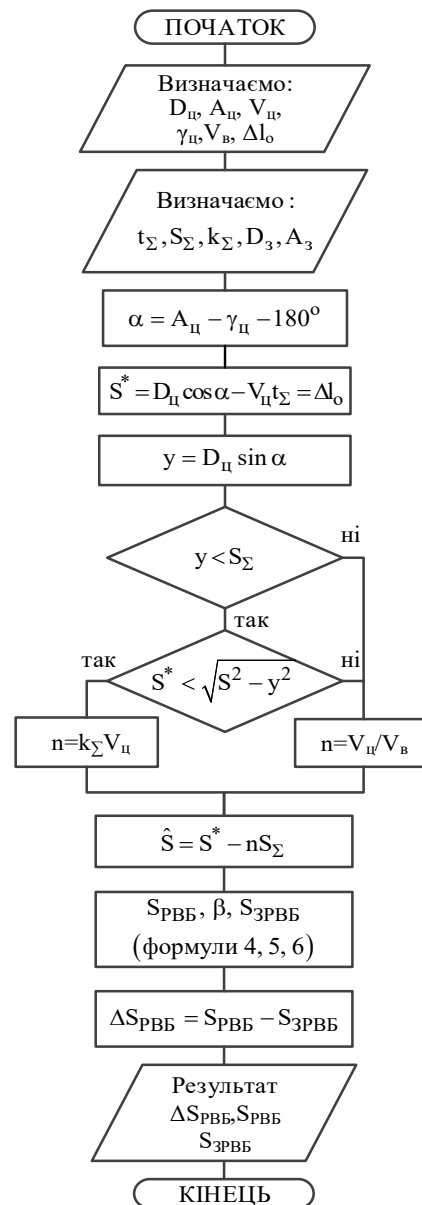


Рис. 3. Загальний алгоритм розрахунку РВБ

Висновки та перспективи подальших досліджень

Узагальнюючи зазначимо, що у статті запропоновано підхід визначення рубежів введення винищувачів у бій з урахуванням напрямку та висоти польоту повітряної цілі. Крім того, розроблено алгоритм розрахунку рубежів введення винищувачів у бій. Варто акцентувати увагу, що впровадження запропонованої методики для

автоматизації проведення оперативно-тактичних розрахунків і моделювання бойових дій дозволить підвищити оперативність виконання вищезазначених розрахунків та ефективність прийнятих рішень командиром щодо виконання бойового завдання з перехоплення повітряних цілей на заданих рубежах. Водночас, точність проведення розрахунків дає змогу стверджувати, що якість прийнятих рішень, на виконання завдань винищувачами, значно зросте.

Література

1. Alimpiev A., Berdnik P., Korolyuk N., Korshets O., Pavlenko M. Selecting a model of unmanned aerial vehicle to accept it for military purposes with regard to expert data Eastern-European. *Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 1. № 9(85). P. 53–60. 2. Чернов В. Г., Волобуєв В. А., Желем О. К. Наведення літаків на повітряні та наземні цілі : навчальний посібник. Харків : ХУПС, 2004. 131 с. 3. Command and Control of Joint Air Operations. Joint Publication/3-3010, February 2014. 4. Королюк Н. О., Першин О. В., Грідньова Т. О.,

Шевченко С. О. Обґрунтування сучасного підходу щодо автоматизації процесів прийняття рішень по управлінню авіацією. Збірник наукових праць. 2019. №1(59). С. 32–39. 5. Королюк Н. О., Корольов Р. В., Коршець О. А. Процедура формалізації даних, які використовуються при описі процесу управління рухом повітряних об'єктів. *Збірник наукових праць ХНУПС*. 2017. № 4(53). С. 103-106. 6. Камінський В. В., Тюрін В. В., Коршець О. А., Королюк Н. О. Аналіз застосування безпілотних літальних апаратів в сучасних збройних

конфліктах та АТО на Сході України. *Наука і оборона*. 2017. № 3(4). С. 4–8. **7. Субботин С.А., Олейник А. А., Гофман Е. А.** Интеллектуальные информационные технологии проектирования автоматизированных систем диагностирования и распознавания образов: монографія. Харків : ООО «Компания Смит», 2016. 317 с. **8. Пермяков О. Ю. Королюк Н. О.** Інформаційно-телекомунікаційні технології і сучасна збройна боротьба. *Актуальні проблеми інформаційних технологій* : збірник матеріалів наук.-техн. конф. молод. уч. (20–21 листопада 2018 року, м. Київ) : НУОУ, 2018. С. 5–6. **9. Mendel J., Hnagras H., John R.I.** Standard Background Material About Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems. 2010. *IEEE CIS Standards Committee*. URL: <http://ieeetcis.org/technical/standards/> (дата звернення: 13.12.2022). **10. Скорик А. Б., Воронин В. В., Зверев А. А., Галицкий О. Ф.** Актуальные вопросы оценки эффективности противовоздушного боя. *Збірник*

наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. 2010. Вип. 3 (25). С. 8–14. **11. Wu D., Mendel J. M.** Enhanced Karnik-Mendel Algorithms. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. August 2009. Vol. 17. № 4. P. 923–934. **12. Mendel J. M.** On centroid calculations for Type-2 Fuzzy Sets. *Appl. Comput. Math.* 2011. V. 10. № 1, Special Issue. P. 88–96. **13.** Світова гібридна війна: український фронт / за заг. ред. В. П. Горбуліна; Нац.ін-тстратег.дослідж. Київ : НІСД, 2017. 496 с. URL: <http://resource.history.org.ua/item/0013707> (дата звернення: 10.01.2022). **14. Чернов В. Г., Мажара І. П., Сургай В. М., Телятник Б. А.** Аналіз помилкових дій офіцерів бойового управління під час наведення винищувачів на повітряні цілі. *Новітні технології для захисту повітряного простору* : тези допов. наук. конф., 18–19 квіт. 2012 р. Харків : Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2012. С. 61.

APPROACH TO THE AUTOMATION OF NAVIGATION CALCULATIONS FOR FIGHTER AVIATION AIRCRAFT CONTROL

Natalia Korolyuk

Kharkiv national Air Forces University named after I. Kozhedub, Kharkiv, Ukraine

The article proposes a general procedure for performing preliminary navigational calculations for determining the distances of the boundary of the introduction of fighters into battle. It was analyzed that the use of forces and means of armed struggle during the large-scale invasion of the Russian Federation on the territory of Ukraine indicates a transition from the concept of "platform-centric war", where the main emphasis was placed on the number of weapons and military equipment, towards "network-centric war". the basis of which is the integration of all forces and means in a single information space. Increasing the effectiveness of management is possible due to the practical organization of unified combat management of all troops and forces of aviation and air defense. The existing method of performing preliminary navigational calculations, which is implemented in the special mathematical and software of the complexes of automation means by officials of the combat service of the command post, does not take into account the configuration of the radar field depending on the topography of the area and the altitude of the flight of air attack vehicles, the detection and defeat zones of anti-aircraft missile systems, the direction of flight of attack vehicles. Restrictions affect the accuracy of their execution and reasoned decision-making on combat operations. An algorithm has been developed for calculating the distance to the line of entry of fighter jets into battle. The procedure for calculating the boundary of the introduction of fighters into battle is substantiated, taking into account the direction of flight of air targets relative to the given boundary. The implementation of the proposed methodology for calculating the boundaries of the introduction of fighters into battle in the automated system will allow to quickly and effectively assess the combat capabilities of fighter aircraft in the performance of the combat task of intercepting air targets at the specified boundaries.

Keywords: preliminary navigator calculations, navigational and tactical milestones, flight program, engagement milestone, interception, automation.

References

1. Alimpiev, A. Berdnik, P., Korolyuk, N., Korshets, O., Pavlenko, M. (2017). Selecting of a model of unmanned aerial vehicle to accept it for military purposes with regard to expert data of Eastern – European. *Journal of Enterprise Technologies*, 1, 9 (85), 53–60. **2. Chernov, V. G. Volobuev, V. A., Jelly, O. K.** (2004). Aiming of aircraft at air and ground targets: study guide. Kharkiv : HUPS, 131. **3.** Command of and of Control of of Joint Air Operations. Joint Publication/3-3010, February 2014. **4. Korolyuk, N., Pershin, A.** (2019). Ground of modern method in relation to the ав-томатизації processes of making decision for by the aviation. *Collection of scientific works*, 1 (59), 32–39. **5. Korolyuk, N., Korolev R., Korshes, O.** (2017). Procedure of formalization of data, what used at description of process of traffic of air objects. *Collection of scientific works*. HNUPS, 4(53), 103–106. **6. Kaminskiy, V. V., Turin, V. V.** (2017). Analysis of application of UAF in modern armed conflicts on East of Ukraine. *Science and defensive*, 3 (4), 4–8. **7. Subbotin, S., Gofman, E.** (2016). Intellectual to of informative technology of planning of the ASC of diagnosing characters: monograph. Kharkiv : LTD. «Компания Смит», 317. **8. Permiakov, O., Korolyuk, N.** (2018). Information and telecommunication technologies and modern armed struggle. *Actual problems of*

information technologies: Scientific and technical conference of young scientists. Kiev, MD, 5–6. **9. Mendel, J.M., Hnagras, H., John, R. I.** (2010). Standard Background Material About Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems. *IEEE CIS Standards Committee*. URL : <http://ieeetcis.org/technical/standards/>. **10. Wu, H., Mendel, J. M.** (October, 2002). Uncertainty Bounds and Their Use in the Design of Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 10, 5, 622–639. **11. Wu, D., Mendel, J.M.** (2009). Enhanced Karnik-Mendel Algorithms. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, August, , 17, 4, 923-934. **12. Mendel, J. M.** (2011). On centroid calculations for Type-2 Fuzzy Sets. *Appl. Comput. Math.*, 10, 1, Special Issue, 88–96. **13.** World hybrid war: the Ukrainian front (2017). By General. ed. V. P. Horbulina; National University strategist research Kyiv: NISD. URL: <http://resource.history.org.ua/item/0013707> (date of application: 10.01.2022). **14. Chernov, V. G., Mazhara, I. P., Surgai, V. M., Telyatnik, B. A.** (2012). Analysis of erroneous actions of combat control officers during the guidance of fighters on aerial targets. The latest technologies for the protection of air space: theses of nauk. conference, April 18-19, 2012, Kharkiv : Kharkiv Air Force University named after Ivan Kozhedub, 61..