

PILOTSUZ UÇUŞ APARATLARINDA DAYANIQLI NAVIQASIYA SİSTEMİNİN TƏTBİQİ

H.İ. Şərifov^{1a}, M.V. Eyvazzadə^{1,b}, M.E. Əliyev^{1,c}

¹ Azərbaycan Dövlət Bədən Tərbiyəsi və İdman Akademiyası

^a hicran.sharifov@sport.edu.az, orcid.org/0000-0002-9325-5111

^b mansur.eyvazzada@sport.edu.az, orcid.org/0009-0003-2862-9708

^c malik.eliyev@sport.edu.az, orcid.org/0009-0001-2979-7020

Nəşr tarixi

Qəbul edilib: 15 aprel 2024

Dərc olunub: 27 iyun 2024

© 2021 ADBTİA Bütün hüquqlar qorunur

Annotasiya. Son illərdə naviqasiya sistemlərinin bütün sahələrdə olduğu kimi, pilotsuz uçuş aparatlarında (PUA) da tətbiqi sürətlə inkişaf etmişdir. 44 günlük İkinci Qarabağ və Rusiya-Ukrayna müharibələrində PUA-lara qarşı müasir radioelektron mübarizə sistemlərinin (REM) tətbiqi naviqasiya sistemlərinin daha da təkmilləşdirilməsini aktuallaşdırır. PUA-larda hədəflərin dəqiq koordinatlarının müəyyən edilməsi və izlənməsi üçün etibarlı naviqasiya sistemləri lazımdır. Naviqasiya sistemləri uçuşun bütün mərhələləri üçün dayanıqlı və dəqiq olmalıdır. Eyni zamanda onlar həm də təyinat məntəqəsinə qədər olan məsafəni və aşkar edilmiş hədəflərin dəqiq koordinatlarını əldə etməyə imkan verməlidir. Araşdırma nəticəsində məlum olur ki, son müharibələrdə dayanıqlı naviqasiya sistemlərinə malik olan PUA-ların tətbiqi daha çox effektiv olur. Həmçinin komandirlərin düzgün qərar qəbul etməsinə və döyüş sahəsini daimi müşahidə altında saxlamasına, mühüm hədəflərin dərhal məhv edilməsinə səbəb olur. Qiyməti on dəfələrlə baha olan, daha çox faydalı yük və silah sistemləri ilə təchiz olunmuş, lakin REM tətbiqi zamanı tamamilə yanlış koordinatları ötürən, hətta idarəetməni itirərək fərqli istiqamətlərə uçuş edən PUA-lar isə etimadı doğrultmur və nəticədə düzgün olmayan planlaşdırmaya görə çoxsaylı şəxsi heyət itkisinə və ya məğlubiyyətə gətirib çıxarır. Buna görə də müharibənin bütün mərhələlərində dayanıqlı naviqasiya sistemlərinə malik olan PUA ilə döyüş tapşırıqlarını icra etmək çox vacibdir.

Açar sözlər: *pilotsuz uçuş aparatı (PUA), global naviqasiya peyk sistemləri, global mövqe müəyyənləşmə sistemi (GPS), inersial naviqasiya sistemi (İNS), hədəflər, məhvetmə vasitələri, riyazi modelləşdirmə, oyunlar nəzəriyyəsi.*

Son illərdə naviqasiya sistemlərinin bütün sahələrdə olduğu kimi, pilotsuz uçuş aparatlarında (PUA) da tətbiqi sürətlə inkişaf etmişdir. 44 günlük İkinci Qarabağ və Rusiya-Ukrayna müharibələrində PUA-lara qarşı müasir radioelektron mübarizə sistemlərinin (REM) tətbiqi naviqasiya sistemlərinin daha da təkmilləşdirilməsini aktuallaşdırır.

PUA-larda hədəflərin dəqiq koordinatlarının müəyyən edilməsi və izlənməsi üçün etibarlı naviqasiya sistemləri lazımdır. Naviqasiya sistemləri uçuşun bütün mərhələləri üçün dayanıqlı və dəqiq olmalıdır. Eyni zamanda onlar həm də təyinat məntəqəsinə qədər olan məsafəni və aşkar edilmiş hədəflərin dəqiq koordinatlarını əldə etməyə imkan verməlidir. Araşdırma nəticəsində məlum olur ki, son müharibələrdə dayanıqlı naviqasiya sistemlərinə malik olan PUA-ların tətbiqi daha çox effektiv olur. Həmçinin komandirlərin düzgün qərar qəbul etməsinə və döyüş sahəsini daimi müşahidə altında saxlamasına, mühüm hədəflərin dərhal məhv edilməsinə səbəb olur. Qiyməti on dəfələrlə baha olan, daha çox faydalı yük və silah sistemləri ilə təchiz olunmuş, lakin REM tətbiqi zamanı tamamilə yanlış koordinatları ötürən, hətta idarəetməni itirərək fərqli istiqamətlərə uçuş edən PUA-lar isə etimadı doğrultmur və nəticədə düzgün olmayan planlaşdırmaya görə çoxsaylı şəxsi heyət itkisinə və ya məğlubiyyətə gətirib çıxarır. Liviya vətəndaş müharibəsində, Liviya Milli Razılıq hö-

kuməti Türkiyə istehsalı olan “Bayraktar-TB2” silahlı PUA-nı, qiyamçı general Xəlifə Haf-tarın başçılıq etdiyi Liviya Milli Ordusu isə Çin istehsalı olan “Wing Loong II” silahlı PUA-nı tətbiq etmişdir. Bütün növ REM sistemlərinin tətbiq edildiyi bu müharibədə daha ucuz və “Wing Loong II” PUA-ya nisbətən kiçik qabarit ölçüyə malik olan “Bayraktar-TB2” silahlı PUA çoxsaylı hədəfləri məhv edərək böyük üstünlüyə malik olmuşdur. Buna görə də müharibənin bütün mərhələlərində dayanıqlı naviqasiya sistemlərinə malik olan PUA ilə döyüş tapşırıqlarını icra etmək çox vacibdir.

Texnologiyanın sürətli inkişafı pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) təkmilləşdirilməsi məsələsini daha da aktuallaşdırmışdır [1; 2]. Məlum olduğu kimi, PUA-ların müxtəlif təyinatlı zərbə və kəşfiyyat, yüklərin daşınmasında istifadə olunan və çoxməqsədli növləri mövcuddur. Yüksək texnologiya və süni intellekt elementlərinin istifadəsi ilə hazırlanan PUA-lar yüksək dəqiqliyə malik silahlar kateqoriyasına aid edilmişdir. PUA-lar uzun müddət havada qalma xüsusiyyətinə malikdir ki, bu da hədəflərin vaxtında aşkarlanaraq məhv edilməsinə, nəticədə qarşı tərəf üzərində üstünlüyün qazanılmasına imkan verir. Hazırda müasir PUA-ların tətbiq ilə qazanılan üstünlük müxtəlif döyüş növlərində yaranmış taktiki vəziyyətlərə və mümkün ssenarilərə görə bilavasitə nəzərdən keçirilir [3].

Son on ildə aparılan döyüş fəaliyyətlərinin təhlili göstərir ki, PUA-ların kütləvi tətbiqinə və hava zərbələrinə məruz qalan tərəf psixoloji çətinlik və uğursuzluqla üzləşir. Bəzi hərbi ekspertlər tərəfindən PUA-ların müxtəlif qoşun növlərinin zərərvermə vasitələri ilə birgə geniş tətbiq olunduğu İkinci Qarabağ müharibəsinin və Suriyanın şimalında Türkiyənin həyata keçirdiyi “Bahar qalxanı” əməliyyatının nəticələri öyrənilir. Rusiya–Ukrayna müharibəsində də PUA-ların döyüş tətbiqi öz aktuallığını qoruyub saxlayır. Müharibənin uzun müddət davam etməsi ilə bir çox silah nümunələri öz tətbiqi effektivliyini təsdiqləyə bildi. Bura bütün kateqoriyadan olan PUA-ları da aid etmək olar. Çünki hər keçən gün PUA-ların tətbiqi ilə yerinə yetirilən tapşırıqların əha-

tə dairəsi genişlənir. PUA-ların müasir nümunələri istehsal olunur, eləcə də onların digər qoşun növlərinin zərərvermə vasitələri ilə qarşılıqlı fəaliyyətdə birgə tətbiqi imkanları yaranır. Müharibənin yerüstü fazasında yaranan durgunluğun qarşısını almaq və yaranmış vəziyyətin məxfiliyinin təmin edilməsi baxımından PUA-ların tətbiqinə üstünlük verilir. PUA-ların tətbiqini, həm də müharibələrin gedişində yaranmış döyüş fasilələrinin kompensasiyası kimi qiymətləndirmək olar. Taktiki səviyyədən başlayaraq strateji hədəflərin məhv edilməsi kimi məsələlərin həllinə geniş spektrdə cəlb olunan PUA-ların idarə olunması və əməliyyatların gedişində onların koordinasiyası xüsusi yanaşma tələb edir. Bu kimi məsələlər müharibələrin gedişinə, əməliyyatların planlaşdırılmasına və aparılmasına, eləcə də döyüş taktikasının formalaşmasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Döyüşlərin planlaşdırılmasında, düzgün qərarın qəbulu edilməsi üçün lazım olan məlumatların əldə edilməsində, toplanan məlumatların dəqiqləşdirilməsində PUA-ların rolu danılmazdır. Əlavə olaraq, PUA, qərar-gahlara və komandirlərə döyüş meydanında düşmənin və öz bölmələrinin vəziyyətini real olaraq onlayn rejimdə izləməyə imkan verir. Nəticədə bölmələrin döyüş meydanında idarə edilməsi və zəruri istiqamətlərə yönəldilməsi xeyli asanlaşır. Bu proses inkişaf edir və müasir döyüş taktikasının formalaşmasına təsirsiz ötürmür. PUA-ların tətbiqinin üstün cəhətlərindən biri də süni intellekt elementlərini özündə ehtiva etməsidir. Çoxlu sayda şəxsi heyətin cəlb edilməsi ilə yerinə yetirilən tapşırıqların PUA-ların tətbiqi ilə daha az bir vaxta həll olunması müasir müharibələrin gərginliyinə, vəziyyətin dinamik inkişafına və sürətli dəyişməsinə səbəb olmuşdur [2, 3].

PUA-ların bir nöqtədən digər nöqtəyə uçuşu, onun naviqasiya sistemlərinin köməyi ilə təmin edilir və bütün növ tapşırıqlar üçün ən vacib mərhələdir. Mürəkkəb olmasına baxmayaraq, bu gün hava naviqasiya sistemləri inkişaf edərək avtonom bir vəziyyətə gətirilmişdir. Həm xarici naviqasiya vasitələri, həm də bort üzərində yerləşən sistemlərin köməyi ilə istənilən PUA-nı yüzlərlə kilometr məsafədə yüksək dəqiqliklə idarə etməyə imkan

verir. Pilot-operator PUA-nı uçuşa hazırlayarkən, ilk olaraq onun naviqasiya sisteminin elementlərinin işlək olmasını yoxlayır, uçuşdan əvvəl və uçuş ərzində monitor vasitəsilə daim onlara nəzarət edir.

PUA-ların idarəetməsi digər hava gəmilərində olan mürəkkəb naviqasiya sistemində əsaslanır. Naviqasiya sistemləri PUA-ların yer səthindən qalxma və enməsinə, yer səthinə paralel olaraq uçuşunu, dönməsini, təyin olunmuş nöqtələrə hərəkətini və s. yerinə yetirir. PUA-nı idarə edən bir pilot üçün ən təhlükəli mərhələ yer səthindən qalxma və enmədir. Döyüşü idarə edən komandir üçün isə ən vacib olan real vaxt rejimində dürüst və etibarlı kəşfiyyat məlumatlarının, hədəflərin dəqiq koordinatlarının əldə edilməsi, döyüşün havadan müşahidəsidir. Bunların hər ikisi naviqasiya sistemlərinin dayanıqlı və dəqiq olmasından asılıdır. Kəşfiyyat məqsədli PUA-nın naviqasiya sistemlərinin əsas vəzifələrinə aşağıdakılar daxildir: – PUA-nın uçuş kursu, hündürlüyü (mütləq və nisbi), sürəti, tanqaj və kren bucaqlarının təyini, hədəfin koordinatları və s. parametrlərin müəyyən edilməsi; – artilleriya və aviasiya atışlarının izlənilməsi, ona nəzarət və düzəlişlərin edilməsi üçün düzgün düzbucaqlı və coğrafi koordinatların təyin olunması; – hədəfə çatmaq üçün ən yaxın və optimal marşrutun qurulması. Bu halda naviqasiya sisteminin əsas vəzifəsi minimum yanacaq sərfiyyatı ilə təyinat yerinə ən qısa müddətdə çatmağa kömək etməkdir; – uçuş zamanı marşrutun operativ şəkildə korreksiyası. Uçuş tapşırığının dəyişdirilməsi zərurəti PUA-nın nasazlığı, hərəkət yolunda əlverişsiz meteoroloji şəraitin yaranması, müəyyən bir hava gəmisinə və yaxud yüksəkliyə yaxınlaşması, onunla toqquşmanın qarşısını almaq üçün yarana bilər. PUA-nın koordinatlarının və yerə nəzərən uçuş sürətinin müəyyən edilməsi üçün bir sıra metodlar mövcuddur. Bu metodlar avtonom və qeyri-avtonom olmaqla iki yerə bölünür. Kənar sistemlə əlaqəni tələb etməyən inersial metod avtonomluğu ən yaxşı şəkildə təmin edir. Bu metod hərəkət edən obyektin koordinatı, sürəti və təcilinə əsasən hesablanır [4]. Qeyri-avtonom metoddan isə PUA-nı yaxın məsafədə idarəetmə zamanı istifadə edilir. Be-

lə ki, bir çox böyük PUA-larda avtomatik qalxma və enmə (ATOL) sistemləri tətbiq edilməmişdir. Belə PUA-ların yerdən qalxması və enməsi xarici pilot tərəfindən qeyriavtonom yerinə yetirilir. PUA-larda onların döyüş tətbiqindən asılı olaraq müxtəlif naviqasiya sistemlərindən istifadə edilir. Ümumiyyətlə həm hərbi, həm də mülki aviasiyada hava hərəkətinin təhlükəsizliyini təmin etmək üçün dayanıqlı və etibarlı naviqasiya sistemləri vacibdir. Əks halda PUA-lar havada idarəolunmaz vəziyyətə gələ bilər. Eyni zamanda, kəşfiyyat məqsədli PUA-larda onlar həm də hərəkətin gedişini və təyinat məntəqəsinə qədər olan məsafəni və verilən kursdan yayınmanı, hədəfləri düzgün analiz edərək dəqiq koordinatını müəyyən etməyə imkan verməlidir.

PUA-ların naviqasiya sistemlərini 3 qrupa ayırmaq olar [5]:

1. Qlobal Naviqasiya Peyk Sistemi (Global Navigation Satellite System – GNSS);
2. İnersial Naviqasiya Sistemi (İnertial Navigation System – İNS);
3. Uçuşu İdarəetmə Sistemi (Flight Management System – FMS).

ƏDƏBİYYAT

1. **Həsənov A.Q.** *Pilotsuz uçuş aparatları vasitəsilə obyektlərin koordinatlarının təyini*. Ulu Öndər Heydər Əliyevin 99 illiyinə həsr olunmuş “Azərbaycan post müharibə dövründə: ordu quruculuğunda yeni yanaşmalar və perspektivləri” respublika elmi-praktik konfransın materialları, Bakı: AHİ, 12-13 May, 2022, s.16-19.
2. **Həsənov A.Q.** *Pilotsuz uçuş aparatlarının aşkarlanma metodlarının icmalı*. Bakı: Hərbi bilik, 2022. № 3, s.31-40.
3. **Piriyev H.K.** *Taktiki fəaliyyətlərin riyazi modelləşdirilməsi*. Monoqrafiya H.K. Piriyev, E.Q. Həşimov, A.A. Bayramov, Bakı: Hərbi Nəşriyyat, 2016, 250 s.
4. **Nəbiyev R.N., Məmmədov A.Z.** *Inersial naviqasiya sisteminin qurulma prinsipləri və inkişaf perspektivləri*. Pilotsuz uçuş aparatları üçün İNS modeli: [Elektron resurs]. Elmi məcmuələr, 2019. Cild 21, №3.URL:

URL:[http://www.anl.az/down/meqale/elmi_mecmueler/2019/03/05\(meqale\).pdf](http://www.anl.az/down/meqale/elmi_mecmueler/2019/03/05(meqale).pdf) p.

5. *How an aircraft navigation system works*: [Electronic resource]. January 22, 2021.

URL:<https://professionalaviationschool.com/how-an-aircraft-navigation-system-works/>

ПРИМЕНЕНИЕ СТАБИЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВАХ

Х.И. Шарифов^{1а}, М.В. Эйвазаде^{1,б}, М.Э. Алиев^{1,с}

¹ Азербайджанская Государственная Академия Физической Культуры и Спорта

^а hicran.sharifov@sport.edu.az, orcid.org/0000-0002-9325-5111

^б mansur.eyvazzada@sport.edu.az, orcid.org/0009-0003-2862-9708

^с malik.eliyev@sport.edu.az, orcid.org/0009-0001-2979-7020

Аннотация. В последние годы, как и во всех сферах, быстро развивается применение навигационных систем на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА). Применение современных радиоэлектронных боевых систем (РЭБ) против БПЛА в 44-дневной Второй Карабахской и российско-украинской войнах делает актуальным дальнейшее совершенствование навигационных систем. БПЛА необходимы надежные навигационные системы для определения и отслеживания точных координат целей. Навигационные системы должны быть стабильными и точными на всех этапах полета. При этом они также должны позволять получать расстояние до пункта назначения и точные координаты обнаруженных целей. В результате исследований известно, что в последних войнах более эффективно применение БПЛА со стабильными навигационными системами. Это также позволяет командирам принимать правильные решения и держать поле боя под постоянным

наблюдением, что приводит к немедленному уничтожению важных целей. БПЛА, которые стоят в десять раз дороже, оснащены большим количеством полезной нагрузки и систем вооружения, но при применении РЭМ передают совершенно неправильные координаты, теряют управление и летят в разные стороны, не оправдывают доверия и как следствие из-за неправильного планирования, возникают многочисленные кадровые потери что может привести к поражению к поражению. Поэтому очень важно выполнять боевые задачи БПЛА, имеющими устойчивые навигационные системы, на всех этапах войны.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат (БПЛА), глобальные навигационные спутниковые системы, система глобального позиционирования (GPS), инерциальная навигационная система (ИНС), цели, средства поражения, математическое моделирование, теория игр.

APPLICATION OF STABLE NAVIGATION SYSTEM IN UNMANNED AERIAL VEHICLES

H.I. Sharifov^{1a}, M.V. Eyvazzada^{1,b}, M.E. Aliyev^{1,c}

¹ Azerbaijan State Academy of Physical Education and Sport

^a hicran.sharifov@sport.edu.az, orcid.org/0000-0002-9325-5111

^b mansur.eyvazzada@sport.edu.az, orcid.org/0009-0003-2862-9708

^c malik.aliyev@sport.edu.az, orcid.org/0009-0001-2979-7020

Annotation. In recent years, the application of navigation systems in unmanned aerial vehicles (UAVs) has developed rapidly, as in all fields. The application of modern radio-electronic combat systems (REM) against UAVs in the 44-day Second Karabakh and Russia-Ukraine wars makes the further improvement of navigation systems urgent. UAVs need reliable navigation systems to determine and track the exact coordinates of targets. Navigation systems must be stable and accurate for all phases of flight. At the same time, they should also allow obtaining the distance to the destination and the exact coordinates of the detected targets. As a result of the research, it is known that in recent wars, the application of UAVs with stable navigation systems is more effective. It also allows commanders to make the right decisions and keep the battle-

field under constant surveillance, leading to immediate destruction of important targets. UAVs that cost ten times more, are equipped with more payloads and weapon systems, but transmit completely wrong coordinates during REM application, and even lose control and fly in different directions, do not justify the trust, and as a result, due to improper planning, numerous personnel losses and or leads to defeat. Therefore, it is very important to carry out combat missions with UAVs that have stable navigation systems in all phases of war.

Keywords: *unmanned aerial vehicle (UAV), global navigation satellite systems, global positioning system (GPS), inertial navigation system (INS), targets, means of destruction, mathematical modeling, game theory.*