

AVIASIYA TEXNİKASI

UOT: 623.746.4-519

DOI: 10.34826/NAA.2020.22.3.004

**KONVERTOPLAN TIPLİ PILOTSUZ UÇUŞ APARATLARI HAQQINDA:
CARİ VƏZİYYƏT VƏ PERSPEKTİVLƏR****Nəbiyev R.N., Abdullayev A.A.***Milli Aviasiya Akademiyası*

Məqalədə mülki və hərbi sahədə geniş tətbiq imkanları və hərbi əməliyyatlar zamanı üstünlük əldə etmək üçün böyük potensiala malik olan konvertoplan tipli uçuş aparatları müqayisəli şəkildə təhlil edilmişdir. Son zamanlar texnik və operator tərəfindən istismarı mürəkkəb olmayan konvertoplan tipli pilotsuz uçuş aparatlarının təkmilləşdirilmiş variantları aviasiya parkına daxil edilmişdir. Yaradılan pilotsuz uçuş aparatları (PUA) sistemləri ilə uğurlu nəticələr əldə edilmiş və gələcəkdə bu faydanın daha da artacağı gözlənilir.

Onlardan hədəfin izlənməsi və elektron-optik kəşfiyyatın aparılması, sərhəd təhlükəsizliyi, əməliyyat-axtarış tədbirləri, avia və artilleriya zərbələrinin endirilməsi, zərbə, ətraf mühitin monitorinqi və kənd təsərrüfatı işləri, məsafədən zondlama və meteoroloji məsələlər həlli üçün, həmçinin bir çox ictimai tapşırıqların icrası zamanı müvəffəqiyyətlə istifadə olunur.

Layihələndirmə zamanı tapşırıqların icrasının müvəffəqiyyətlə tamamlanması üçün PUA-ların uçuş imkanlarının artırılması, avtonomluğun və bu kimi digər imkanların genişləndirilməsi problemlərinin təmin edilməsi qarşıya qoyulan əsas tələblərdəndir.

Monoton və insan həyatı üçün təhlükəli olan tapşırıqların icrası zamanı PUA-ların tətbiqi pilot tərəfindən idarə olunan uçuş aparatlarına nisbətən daha etibarlı və təhlükəsiz olur. Perspektivli sahə olduğu üçün müxtəlif ölkələrin elmi-tədqiqat mərkəzləri və hərbi sənaye kompleksləri PUA-ların imkanlarını təkmilləşdirmək və daha əlçatan etmək üçün öz elmi-texniki potensiallarını yüksəltmək, istehsal və yüksək texnologiyaların ən son nailiyyətlərini tətbiq etməklə bu sahənin inkişaf etdirilməsinə çalışırlar.

Həmçinin, məqalədə konvertoplan tipli pilotlu və pilotsuz uçuş aparatlarının hazırlanmasının əsas inkişaf mərhələləri, uçuş rejimləri, aerodinamik sxemləri və uçuş-texniki xüsusiyyətləri təhlil edilmiş, digər tip uçuş aparatları ilə müqayisədə istismarının üstünlükləri və çatışmazlıqları, eləcə də tətbiq sahələri tədqiq edilmişdir. Qalxma çəkisini, uçuş sürətini və s. göstəriciləri, həmçinin uzun müddətli uçuşlarının təmin edilməsi məqsədi ilə enerji və hərəkətverici sistemləri nəzərə alınmaqla PUA-ların geniş təsnifatı verilmişdir.

Açar sözlər: *pilotsuz uçuş aparatı, konvertoplan, taktiki-texniki xüsusiyyətlər, elektrik mühərriki, hibrid enerji mənbəyi, təsnifatlanma, şaquli uçuş, üfüqi uçuş, avtonom uçuş.*

Uçuşu məsafədən, pilot-operator tərəfindən idarə edən yerüstü idarəetmə stansiyası (YİS), buraxıcı qurğu, yerüstü məlumat terminalı (YMT) və s. ilə təmin edilən uçuş aparatına (UA) pilotsuz uçuş aparatı (PUA) deyilir. Strukturuna PUA, onu idarə etmək üçün zəruri avadanlıqlar, rabitə şəbəkəsi, mütəxəssis heyəti və s. daxil olan sistemə PUA sistemi deyilir [1-3]. Aerodinamik xüsusiyyətlərinə görə fərqli konfigurasiyada olan konvertoplan tipli PUA bir-birindən kəskin fərqlənən iki uçuş rejimi ilə xarakterizə olunur [4, 5]. Konvertoplan hibrid UA qismində, helikopterin daşıyıcı pərləri vasitəsi ilə şaquli istiqamətdə havaya qalxıb-enmək və havada asılı qalmaqla bərabər həmçinin lazımi trayektoriya üzrə uçuşu təmin etmək və təyyarənin, qaldırıcı qüvvəyə malik tərpənməz qanadlı PUA-nın itələyici mühərrikinin təmin etdiyi sürətdə yaranan aerodinamik qüvvə hesabına üfüqi uçuş xüsusiyyətlərini özündə birləşdirir [6, 7].

İşin məqsədi hal-hazırda istifadədə və yaradılma mərhələsində olan PUA-ları təsnifatlandırmaq, uçuş və taktiki-texniki xüsusiyyətləri müqayisəli şəkildə təhlil edərək perspektivdə bu növ aparatların hazırlanmasında mütərəqqi istiqamətləri və aerodinamik parametrlərə qoyulan əsas tələbləri müəyyənləşdirməkdən ibarətdir.

1. PUA sistemləri avtonom olaraq məsafədən idarə olunan və UA-nın təhlükəsiz uçuşunu təmin edən vahid kompleks olmaqla, həm hərbi, həm də mülki sahələrdə özünə geniş tətbiq sahələri tapmışdır. PUA sistemləri inkişaf etmiş və aviasiyanın təkmilləşdirilmiş bir sahəsinə çevrilmişdir. İnsan həyatı üçün təhlükəli olan hallarda monitoring aparmaq üçün PUA sistemlərinin tətbiqi daha əlverişli olur [8, 9]. Ümumiyyətlə, PUA sistemi – UA, YİS və YMT-dən ibarət olan vahid bir sistem qismində xarakterizə olunur. Konfigurasiyadan asılı olaraq sistem aşağıdakı elementlərdən ibarət olub, daha mürəkkəb struktura malikdir.

- müxtəlif konfigurasiyalı PUA-lar;
- YİS (konsul);
- tapşırıq idarəetmə stansiyası;
- qalxma və enmə (QE) zolağı;
- YMT (antena);
- uzaqlaşdırılmış video terminal (RVT);
- tapşırığın təyinatına uyğun faydalı yük;
- hava məlumat ötürücüləri (retransliyator);
- QE-ni təmin edən avadanlıqlar;
- yerüstü dəstək və test avadanlıqları.

2. UA-ların inkişaf mərhələləri

Son illər klassik planer konstruksiyalı PUA-ların inkişafı ilə paralel olaraq konvertoplan tipli PUA-ların inkişafı da sürətlə getmişdir. Belə ki, konvertoplan tipli UA-nın hazırlanması istiqamətində elmi-tədqiqat işlərinə 1919-cu ildə İspan konstrukturu X.D. Sierve tərəfindən başlanılmışdır [10, 11]. O, biplan tipli üç mühərrikli UA-nın sönmüş mühərriklə qəza enişi etməsini, hava axınlarının təsiri nəticəsində pərlərin fırlanmasını və daşıyıcı avtorotasiya pərinin və biplanın ölçülərinin böyük olmasını əsas texniki şərt olaraq qoymuşdu. X.D. Sierve 1923-cü ildə "C-4", sonra "C-8" UA-larını hazırlamış, sonuncu UA ilə "Paris" və "London" şəhərləri arasında uçuş yerinə yetirmişdir. 1938-ci ildə Almaniya şirkəti konvertoplan tipli mövcud UA-nın ilk təcrübi nümunəsi sayılan "*Weserflug P.1003*"-ü layihələndirmişdir. Sonrakı illərdə multirotasiya əsaslı UA-ları helikopterlər əvəz etməyə başladı. Helikopterin əsas çatışmazlığı, onun üfüqi sürətinin aşağı olması idi. Dayanıqlığın az olması və idarəolunmanın itmə ehtimalının yüksək olması helikopterin konstruksiyasının dağılmasına səbəb olurdu. Bunun da əsas səbəbi kimi, aviasiya mütəxəssisləri daşıyıcı pərin dövrlər sayının çox olmasını göstərirdilər. Beləliklə, aparıcı aviasiya mütəxəssisləri dövrlər sayının artırılması fikrinə qarşı idilər. Nəticədə helikopteri, konstruktiv olaraq təyyarə qanadı ilə təchiz etmək fikri yaranmış və ABŞ, Böyük Britaniya, Fransa, Kanada və s. ölkələrin aparıcı müəssisələri, sonralar "*konvertoplan*" adlandırılan belə UA-nın iki tip konstruksiyasının hazırlanması istiqamətində tədqiqatlara başlamışdılar [12]:

- uçuş zamanı helikopter rejimindən təyyarə rejiminə və əksinə keçid üçün UA-da quraşdırılan mühərriklər dönmə mexanizmi ilə təchiz olunur;
- UA-da mühərriklərin oxlarına bərkidilən daşıyıcı pərlərin bir qrupu helikopterdə olduğu kimi qaldırıcı qüvvəni, digər qrupu isə təyyarədə olduğu kimi üfüqi uçuşu təmin edən dartı qüvvəsini yaradır və bütün mühərriklər UA-ya tərpənməz quraşdırılır [13].

ABŞ konstrukturları 1964-cü ildə helikopter və təyyarə rejimində QE hərəkətlərini icra edən "*XC 142A*" hərbi nəqliyyat konvertoplanını hazırlamışdılar. Qalxma zamanı turbopərli dörd ədəd mühərrik 2850 at g. yaradır və sinxron mexanizm isə onun qanadlarını 106° döndərirdi [14]. Bir müddət sonra ABŞ Hərbi-Hava Qüvvələri (HHQ), ümumilikdə 1250 at g. təmin edən "*YT58-GE-8D*" tipli dörd mühərrikli "*Bell X-22A*" konvertoplanını hazırlamışdılar [15]. UA-da pərlər ilk dəfə olaraq dairəvi örtük içərisində yerləşdirilmişdi. Bu da həm şaquli, həm də üfüqi uçuşda faydalı iş əmsalını (FİƏ) artırırdı. "*Bell*" şirkəti tərəfindən hazırlanmış "*Bell X-22A*" tipli iki konvertoplandan biri qəzaya uğramış, ikincisi isə 1966-1988 illərdə ABŞ-ın Silahlı Qüvvələrində istismar olunmuşdu. Lakin UA-nın kütləvi istehsalına başlanılmamışdır [16]. 1965-ci ildə Kanada konstrukturları 500 km/saat üfüqi uçuş sürətinə və qanadları 100° dönmək imkanına malik, ekipajı iki pilotdan və on iki heyət üzvündən ibarət "*CL-84 Daynvert*" hibrid UA hazırlamışdılar. 1967-ci

ildə Fransa şirkəti ekipajı bir pilotdan ibarət, çəkisi 1300 kq olan və ilk uçuşunu 1968-ci ildə yerinə yetirmiş kiçik ölçülü "Nord 500 Cadet" konvertoplanını layihələndirmişdir. Bu tip uçuş-texniki xüsusiyyətlərə malik UA-ya ehtiyacın olmaması səbəbindən layihə dayandırılmışdır [17].

50-ci illərdə SSRİ-də iki qaldırıcı və iki itələyici mühərriqli "Ka-22" konvertoplanının layihələndirilməsinə başlanılmış və artıq 1961-ci ildə sürəti 356.3 km/saat olan, 16485 kq yükü 2000 m yüksəkliyə qaldırmaq imkanına malik UA yaradılmışdır. Lakin iki ədəd UA-nın qəzaya uğraması və maliyyə çatışmazlığı səbəbindən layihənin icrası dayandırılmışdır [18].

Rusiyada hazırlanan yeni konvertoplanın sınaqları 2011-ci ildə uğurla keçmişdir. Riyazi modeldən və proqram təminatından istifadə etməklə UA-nın mühərriklərinin uçuş zamanı şaquli vəziyyətdən üfüqi vəziyyətə keçmə metodologiyası, helikopter rejimində havadan asılı qalma və təyyarə rejimində az enerji sərf etməsi xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir [19].

1982-ci ildə ABŞ-ın "Bell" və "Boeing" şirkətləri üç modifikasiyanı əhatə edən çoxməqsədli "V-22 Osprey" hərbi nəqliyyat konvertoplanını hazırlamışdılar. Proqram çərçivəsində dəniz piyadaları və ya desant daşımaq üçün "MV-22", Hərbi-Dəniz Qüvvələri üçün axtarış-xilasetmə təyinatlı "HV-22" və HHQ-nın xüsusi təyinatlı qüvvələri üçün "CH-22" konvertoplanları istehsal edilmişdir. Layihənin uğurlu alınması nəticəsində "V-22 Osprey" konvertoplanı "Bell" şirkəti tərəfindən seriyalı istehsal edilir. "V-22 Osprey" silahlanmaya qəbul edilmiş konvertoplan tipli yeganə UA-dır. Eləcə də, "Bell" şirkəti tərəfindən çəkili 2180 kq və 5900 kq olan "XV-3" və "XV-15" tipli konvertoplanlar hazırlanmışdır. 2013-cü ildə "Bell Helicopter" şirkəti üçüncü nəsli "Bell V-280 Valor" konvertoplanını hazırlamışdır. Konvertoplanın konstruksiyasının xüsusiyyətlərinə mühərriklərin hərəkətsiz yerləşdirilməsi, uçuşun təyyarə rejiminə keçidi zamanı yalnız hava pərlərinin dönməsi, aerodinamik dayanıqlığın yüksəldilməsi məqsədi ilə səpilən hava kütləsinin effektiv sahəsini bir qədər azaltmağa imkan verən "V" şəklində bütöv quyruq hissəsinin olması və üçqat təkrarlanan idarəetmə kanalları ilə təchiz edilməsi daxil idi.

3. Konvertoplan tipli PUA-lar



Şəkl. 1. "Project Zero" elektrik konvertoplanının üfüqi uçuş zamanı mühərriklərin vəziyyəti

Güc sisteminə aid olan elektrik mühərriklərinin (EM) enerji təchizatı akkumulyator batareyalarından (AB) yerinə yetirilən və pərləri 90° dönmək imkanına malik konvertoplan tipli "Project Zero" PUA-nın eksperimental nümunəsinin nümayişi 2011-ci ildə olmuşdur. Pərlərin profilənmiş kanalda yerləşdirilməsi, havadan asılma rejimində halqəşəkilli kanalda dönmə mühərriqli sxem üzrə hazırlanan konvertoplanın FİƏ-sini yüksəltməyə imkan verir. Nəticədə istismar zamanı UA-nın təhlükəsizliyi yüksəlir. Dayanma zamanı konvertoplanın pərləri küloyə tərəf istiqamətlənir və onların fırlanması AB-nin doldurulmasına xidmət edir (şəkil 1) [20]. Şassi və pərlərin bucaq

dönmələri EM-lər ilə hərəkətə gətirilir. Uçuşun idarəetmə sistemində hidravlik və mexaniki ötürmə sistemlərindən imtina edilməsi konstruksiyanın etibarlılığını və dözümlülüyünü artırmışdır. Üfüqi uçuş zamanı əsas qaldırıcı qüvvə UA-nın qanadları, uçuşun əlavə sabitliyi isə kiçik V-şəkilli quyruq vasitəsi ilə təmin edilir. Bəzi hallarda, konvertoplandan "helikopter" rejimində istifadə edilməsi nəzərdə tutulur. UA-nın çəkisini azaltmaq və manevr qabiliyyətini artırmaq məqsədi ilə qanad hissələri çıxarıla bilər. EM ilə təchiz edilmiş konvertoplanın yüksək hündürlüklərdə və tutqun havada uçuşlar yerinə yetirə bilməsi, praktik olaraq akustik küy effekti yaratmaması, eləcə də uçuşda çox kiçik istilik effekti yaratması "Project Zero"-nün aşkar edilməsini çətinləşdirir. "AgustaWestland" şirkəti bu tip PUA üçün hibrid enerji sisteminin yaradılması istiqamətində tədqiqat işləri aparır.

Almaniyanın "Litium" şirkəti tərəfindən yaradılmış, kiçik çəki-qabarit ölçülərinə malik, ikikonturlu turbopərli dönmə mühərriklər və idarə edilən şassi sistemi ilə təchiz olunmuş konvertoplan tipli PUA-nın qalxıb-enməsi üçün 15*15 m sahə tələb olunur. Güc sisteminin enerji təchizatı AB ilə yerinə yetirilən PUA peyk naviqasiyası ilə təchiz edilmişdir və böyük yük bölməsinə, eləcə də batareyalar bir dəfə yükləndikdə 500 km məsafəyə uçmaq imkanına malikdir [21]. "Skywalker X8 Flying Wing 2120 mm FPV/UAV Airplane Kito" planeri əsasında hazırlanmış

PUA helikopterin və təyyarənin xüsusiyyətlərini özündə birləşdirir (cədvəl 1). Konvertoplanın hibrid funksiyası *"PixHawk"* avtopilot sistemi vasitəsi ilə idarə olunur və enerji təchizatı LiPo tipli AB ilə təmin edilir. Güc sisteminə qaldırıcı qüvvəni yaradan dörd, dartı qüvvəsini yaradan bir ədəd kollektorsuz EM daxildir. *"Skyvalker X8"* planerinin ağırlıq mərkəzi burun hissədən 440 mm arxa tərəfdə yerləşir. Şaquli və üfüqi uçuşu təmin etmək məqsədi ilə dörd qaldırıcı və bir itələyici mühərriklə təchiz edilmiş aerodinamik sxemi *"uçan qanad"* formalı konvertoplan tipli PUA maraqlı kəsb edir [8, 9].

Cənubi Koreyanın *"Hankuk Carbon"* və İsrailin *"IAI"* şirkəti ilə birgə istehsal olunan *"Pantra"* konvertoplanının xüsusiyyətləri. Dönən mühərrikli konvertoplanın 8.5 kq faydalı yüklə uçuş müddəti 8 saat təşkil edir. UA-nın çəkisi 67 kq, qanad uzunluğu və füzelyajın uzunluğu 8 m və 2.9 m olur. Maksimal uçuş sürəti 130 km/saat və radiokanalın idarəetmə uzaqlığı 60 km təşkil edir (cədvəl 1).

Kütləsi 10 kq olan, *"Mini-Panther"* konvertoplanın uçuş zamanı kreyser sürəti - 60 km/saat, uçuş hündürlüyü - 300 m, faydalı yük götürmək imkanı-2 kq, uçuş radiusu -20 km, uçuş müddəti-90 dəq, qanad uzunluğu-3,5 m təşkil edir. 2002-ci ildə Cənubi Koreyanın *Havada Hərəkətin Tədqiqi* Elmi Tədqiqat İnstitutu yüksək uçuş sürətinə və şaquli QE xüsusiyyətlərinə malik *"Smart"* konvertoplan tipli PUA yaratmışdır. 2010-cu ildə İsrailin *"IAI"* şirkəti mühərrikləri dönmə mexanizminə malik üçrotorlu *"Panther"* konvertoplan tipli PUA-nı təqdim etmişlər. Daha sonra 2015-ci ildə Cənubi Koreya şaquli QE texnologiyasına əsaslanan qanad uzunluğu pərlərlə birlikdə 5 m, cihaz uzunluğu 3 m, uçuş sürəti 250 km/saat olan və kəşfiyyat aparmaq üçün təyinatlı elektron-optik gecə kamerası ilə təchiz edilmiş *"TR-60"* konvertoplanını hazırlamışdır [22].

Cədvəl 1-də konvertoplan tipli PUA-ların taktiki-texniki və uçuş-texniki xüsusiyyətləri verilmişdir [24, 25].

PUA-ların aşkarlanma ehtimalını və səthi əksətdirmə əmsalını minimuma qədər endirmək, həmçinin uzun müddətli uçuşlarının təmin edilməsi məqsədi ilə çəki və qabarit ölçülərini azaltmaq üçün dönən üç dartı mühərrikli konstruksiyaya sahib hazırlanan konvertoplan tipli PUA-lara olan maraqlı və tələbat artmaqdadır. Hal-hazırda hərbi-sənaye kompleksləri və Elmi-Tədqiqat İnstitutları bu istiqamətdə böyük həcmdə tədqiqat işləri aparırlar.

2010-cu ildən başlayaraq Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyasında (MAA) PUA-ların layihələndirilməsi və hazırlanması istiqamətində bir çox işlər uğurla icra edilir [23]. Belə ki, MAA-nın elmi kollektivi tərəfindən yüksək uçuş-texniki göstəricilərə malik kvadrokopter tipli *"Aran-01"* və *"Aran-03"*, heksokopter tipli *"Aran-02"* PUA-ları hazırlanmış və istismara verilmişdir. Həmçinin, konvertoplan tipli PUA-nın hazırlanmasına qoyulan əsas tələblər müəyyənləşdirilmiş, ilkin konstruktiv layihələndirilməsi və uçuş-kütlə hesabları aparılmış və planerin modeli qurulmuşdur. Hal-hazırda bu istiqamətdə işlər müvəffəqiyyətlə davam etdirilir [26-28].

4. Konvertoplanların hazırlanma sxemləri:

– *mühərrik qanada tərpənməz bərkidilir və qanadla birlikdə dönmür.* Qalxıb-enmə zamanı mühərriklər qanadlarla birlikdə şaquli, üfüqi uçuşda isə üfüqi vəziyyət alır [1, 3];

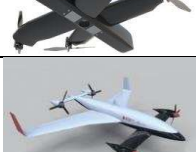
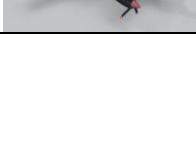
– *mühərrik dönmür, qanad tərpənmir.* Mühərriklərə bilavasitə bərkidilmiş pərlər, şaqüli qalxıb-enmə zamanı helikopterdə olduğu kimi qaldırıcı qüvvəni, üfüqi uçuş zamanı təyyarədə olduğu kimi dartı qüvvəsini yaradır;

– *pərlər dönən hal.* Bu halda qanad və mühərrik tərpənməz qalır, şaquli və üfüqi uçuş rejimlərinə keçid zamanı yalnız pərlər dönmür, *mühərrik dönmür.* Bu tip UA-larda qaldırıcı mühərriklər iki və ya dörd mühərrikli sxemlər əsasında hazırlanır (şəkil 2). UA-nın konstruksiyasına daxil olan qaldırıcı və dartı mühərriklərinin yaratdıqları qüvvələrin istiqamətləri bir-birindən əsaslı surətdə fərqlənir;

– funksional sxemindən asılı olaraq konvertoplarda pərlərin reaktiv fırlanma momentləri sağ-sol pər cütlərinin əks istiqamətli fırladılması ilə tarazlaşdırılır. Çox mühərrikli rejimdə eninə idarəetmə (sağa, sola) pərlərin diferensial idarə edilməsi ilə, uzununa idarəetmə isə (irəli, geri) UA-nın quyruq hissəsində əlavə sükan pəri ilə təmin olunur [29].

Cədvəl 1.

Müxtəlif tip konvertoplan tipli PUA-ların taktiki-texniki və uçuş-texniki xarakteristikaları

№	Uçuş aparatı	Adı	Mak. uçuş çəkisi (kq)	Mak. uçuş uzaqlığı (km)	Faydalı yükün çəkisi (kq)	Qanad uzunluğu (m)	UA-nın uzunluğu (m)	Mak. uçuş hündürlüyü (km)	Mak. uçuş sürəti km/saat	Uçuş müddəti (dəq)	Güc sistemi	Kreyser sürəti (km/saat)
1.		"Skywalker X8" tipli konvertoplan	5.4	-	-	2.12	0.79	2	-	25	kollektorsuz elektrik mühərriki	55-65
2.		"AL-101 Rikor" tipli konvertoplan	6	-	-	2.9	1.3	-	-	25	kollektorsuz elektrik mühərriki	-
3.		"Urban Aeronautics Air Mile" tipli konvertoplan	1400	-	227	3.5	6.2	3,6	180	300	750 a.g Turbomeca Arriel 1	180
4.		Cənubi Koreyanın "TR-60" tipli konvertoplan	210	200	30	5	3	4.5	250	-	55 a. g. rotorlu mühərrik	-
5.		"Mini-Panther" tipli konvertoplan	10	20	2	3.5	-	0,3	-	90	-	60
6.		"Pantra" tipli konvertoplan	67	60	20	8	2.9	3	130	480	Hibrid enerji mənbəyi (qalxmə - enmədə EM, üfəqü uçuşda DYM)	-
7.		"Eagle Eye" tipli konvertoplan	1360	-	453	4.63	5.18	6,1	408	300	Pratt & Whitney 200/55	-
8.		«Əpa-50» tipli konvertoplan	5	15	0.5	-	-	2,1	80	-	2 pərli 4 ədəd 2700 Vt gücü olan elektrik mühərriki	50
9.		"NASA GL-10 Greased Lightning" tipli konvertoplan	180	250	-	6.1	4.9	9	120	60	Hibrid: - 2 dizel-generator mühərrik və 10 ədəd elektrik mühərrik	80
10.		"Aerosense AS-DTO1-E" tipli konvertoplan	-	-	10	-	-	-	170	120	-	-
11.		"Əpa-100" tipli konvertoplan	25	30	2.5	-	-	2,1	230	60	2 pərli 4 ədəd 2700 Vt gücü olan elektrik mühərriki	150
12.		"RHV-30" tipli konvertoplan	30	100	5	2	2	3	140	-	-	110

5. Konvertoplan tipli PUA-nın üstünlükləri:

- helikopterlərə nəzərən daha sürətli və uzaq məsafəyə uçmaq;
- təyyarəyə nəzərən məhdud sahədən havaya şaquli QE imkan verir ki, tapşırıq vaxtı havadan asılmaqla daha böyük FİƏ malik olsun;
- qanadına az yük düşən sabit qanadlı UA-dan fərqli olaraq dönmən qanadlı və yaxud fırlanan pərli UA-lar hava burulğanına qarşı daha az həssas olurlar.

6. Konvertoplan tipli PUA-nın çatışmazlıqları [30]:

- mühərrikin imtinası zamanı qəza enişinin yerinə yetirilməsinin mürəkkəb olması;
- havadan asılma rejimində mühərriklərə düşən yüklənmənin böyük olması;
- sürət və uzaq məsafəyə uçma xüsusiyyətinə görə təyyarədən geri qalması;
- üfüqi uçuş zamanı qaldırıcı qüvvəni təmin edən pərlərin effektivliyini itirməsi;
- konstruksiyasının (mühərriklərin dönmə mexanizminin) ağırlığı;
- FİƏ-sinin aşağı olmasıdır.

7. PUA sistemlərinin təsnifatı***Konvertoplan tipli PUA sistemlərinin növləri:***

- *hədəf, aldatma, yalançı hədəf* (yerüstü və hava hədəfi qismində düşmənin təyyarə və ya raketinin simulyasiyası) formalaşdıran PUA-lar;
- *döyüş kəşfiyyatını* təmin edən PUA-lar;
- *döyüş* - yüksək riskli tapşırıqların icrasını təmin etmək məqsədi ilə döyüş PUA-ları;
- *tədqiqat və inkişaf* - PUA texnologiyalarının inkişaf etdirilməsi üçün istifadə olunur;
- *zərbə* tipli PUA-lar;
- *multikopter* tipli PUA-lar;
- *mülki və kommersiya* PUA-lar.

PUA sistemlərinin təsnifatlanması

PUA-ları taktiki-texniki və uçuş-texniki göstəricilərə, o cümlədən qalxma çəkisi, uçuş müddəti və hündürlüyü, əməliyyat uzaqlığı (YİS-dən maksimum uzaqlıqda idarə edilməsi, avtonom uçuş uzaqlığı), yerinə yetirilən tapşırığın xüsusiyyəti (“monoton”, “zəhərli”, “təhlükəli”), enerji mənbəyi və hərəkətverici sistemlərə əsasən müxtəlif alt sistemlərə bölməklə geniş təsnifatlanması aparılmışdır (Cədvəl 2). Məxfiliyin, böyük ərazidə elektron-optik kəşfiyyat aparmağın təmin olunması, eləcə də aşkar olunmanın çətin olması üçün əməliyyat hündürlüyünün yüksək olması PUA-lar üçün əsas uçuş göstəricisi hesab olunur. Yüksək hündürlükdə uçuş zamanı xüsusi ilə hərəkətverici sistemi daxili yanma mühərriki (DYM) olan PUA-ların formalaşdırdığı akustik küy aşağı olur. Bu da onların radarlar vasitəsi ilə aşkar edilmə ehtimalını azaldır [4, 28, 31].

Yüksək hündürlükdə uzun müddət dayanıqlı PUA-lar (YHUMD): bazalarda yerləşən stasionar YİS-lərdən idarə olunurlar. >15000 m hündürlükdə >24 saat uçmaq, daha çox faydalı yüklə silahlanmaq və uzaq məsafədən elektron-optik kəşfiyyat aparmaq imkanına malik olurlar [2-4].

Orta hündürlükdə uzun müddətli dayanıqlı PUA-lar (OHUMD): stasionar bazalardan <500 km məsafədən idarə olunurlar. 5000-15000 m hündürlüklərdə ≥ 24 saat uçmaq imkanına malik olurlar. Təyinatlarına görə YHUMD sistemlərinə bənzəyirlər və əməliyyat-taktiki fəaliyyəti göstərir.

Taktiki PUA-lar (TPUA): YHUMD və OHUMD tip PUA-lardan fərqli olaraq TPUA-lar kiçik ölçülü və sadə idarəetmə sistemlərinə malik olub, orta hündürlükdə 100-300 km uçma radiusuna malik olurlar. Bazalanma yerindən asılı olmayaraq onları istənilən yerdən idarə etmək mümkündür. Əsasən Quru və Hərbi Dəniz Qüvvələri tərəfindən istismar olunurlar [19].

Yaxın məsafədə uçan kiçik PUA-lar (KPUA): bu kateqoriyaya daxil olan PUA-lardan 100 km qədər məsafələrdə hərbi və müxtəlif mülki məqsədlər üçün geniş şəkildə istifadə olunurlar.

Mini PUA (MiniPUA): kütləsi <20 kq olan, təxminən 30 km-ə qədər uçuş radiusuna malik PUA-lar daxil olub əsasən mobil kəşfiyyat-əməliyyat döyüş qrupları və müxtəlif mülki məqsədlər üçün istifadə olunurlar [25].

Mikro PUA (MPUA): - qanadının uzunluğu 150 mm-dən çox olmayan PUA-lar daxil olub əsasən şəhər infrastrukturunda və qapalı məkanlarda aparılan əməliyyatlarda istifadə olunurlar.

Aşağı sürət, havadan asılmaq və təyin olunmuş yerə “qonmaq” daha çox əhəmiyyət kəsb edir. Mikro PUA əl ilə havaya atılır. Bu səbəbdən qanadlı modifikasiyalı formalarda olan PUA-larda qanada çox az yük düşür. Nəticədə PUA-ların atmosfer burulğanlarına və aerodinamik tarazlığın təmin edilməsi hallarına qarşı dayanıqlıdır. Çəkisinin az olması səbəbindən onun uçuş məhdudiyyətlərinin aşağı olması və yağışlı meteo şəraitdə istismarının çox riskli olması kimi çatışmazlıqları vardır [32].

Nano PUA (NUA): - ölçüləri bir neçə mm olur və radarda qarışıqlıq yaratmaq, gizli video müşahidə aparmaq və s. üçün tək və yaxud qrup şəkilində çox qısa məsafələrdə tətbiq edirlər.

Tədqiqat PUA: - bu kateqoriyaya kommersiya məqsədli olmayan, xüsusi elmi araşdırmalar və tədqiqat məqsədi üçün hazırlanan PUA-lar daxildir. Əsasən digər layihələrin hazırlanması, onların aerodinamik və idarəetmə xüsusiyyətlərinin tədqiq edilməsi, eləcə də məhdudiyyətlərinin qiymətləndirilməsi üçün əsas baza qismində istifadə edirlər [33].

Zərbə PUA-sı (ZPUA): - zərbə endirmə xüsusiyyətə malik olub, kamikadze rolunu oynayırlar. ZPUA döyüş başlığı qismində hədəfə çırpılaraq özünü və hədəfi məhv edir.

Süni intellektli idarə edilən PUA (İPUA): - ən yeni istiqamətdir və artıq süni intellektli idarə edilən təyyarə və helikopter konstruksiyalı PUA-ların istehsalı istiqamətində uğurlu nəticələr əldə edilmişdir. Lakin bu haqda açıq mənbələrdə məlumatlar az verilmişdir.

Enerji mənbəyi və hərəkətverici sistemə nəzərən təsnifatlanma: - PUA-lar aşağıdakı kimi enerji mənbəyi və hərəkətverici sistemlərinə nəzərən təsnifatlandırılır. Belə ki, “aşağı” uçuş müddətinə və “mikro” və “yüngül” çəki kateqoriyasına aid olan PUA-larda enerji sistemi “elektrik”, “orta” və “yüksək” uçuş müddətinə və “orta” və “ağır” çəki kateqoriyasına aid olan PUA-larda enerji sistemi “DYM”, eləcə də uzun müddətli uçuş üçün təyinatlı olan PUA-larda enerji mənbəyi və hərəkətverici sistem “hibrid” əsaslı olur [5, 6].

8. Konvertoplan tipli PUA-ların tətbiq sahələri.

Hazırda PUA-lar əsasən hərbi və taktiki-döyüş təyinatlı istehsal olunurlar. Aparılan tədqiqat işlərinin əsas istiqaməti və sərmayə qoyulması ölkələrin hərbi qüdrətlərinin güclənməsinə hesablanır. Pilotlu aviasiyanın tətbiqi ilə uçuşun həyata keçirilməsinin təhlükəli (siyasi, kimyəvi, bioloji və nüvə çirklənmələrinin aşkarlanması) olduğu hallarda PUA-lardan geniş istifadə olunur. Pilot tərəfindən idarə olunan UA-lara nəzərən PUA-ların üstünlüyünü təkcə insan həyatı üçün riskin az olması və tapşırığın uğursuz nəticələndiyi hallarda insan itkisinin qarşısı alınması ilə xarakterizə etmək olmaz. PUA tapşırığın müvəffəqiyyətlə nəticələnməsinə inamı artırır. Belə ki, insan amylin-dən asılı olmayaraq monoton uçuş zamanı (yorğunluq, səhf etmək) qərarın qəbul edilməsi, riskin dəyərləndirilməsi, toplanılmış əməliyyat-kəşfiyyat məlumatlarından düzgün, cəld və vaxtında mükəmməl nəticə çıxarmasında PUA tətbiqinin yeri əvəzəlməzdir. Həmçinin bir çox texnoloji, iqtisadi və siyasi amillər PUA-ların inkişafına və əməliyyatın uğurlu nəticələrinə təkan verir [7, 15].

Cədvəl 2.

Kateqoriyalar üzrə PUA sistemlərinin təsnifatı [1-3].

Kateqoriya	Təsnifatlanma	PUA-nın çəkisi	Əməliyyat hündürlüyü	Tapşırığın radiusu	Uçuş müddəti	Tipik istifadəsi
NUA	Nano	< 0.5 kq	100 m qədər	300-500 m	15-25 dəq	Kəşfiyyat, nəzarət, müşahidə
MikPUA	Mikro	< 5 kq	600 m qədər	5 km	20-40 dəq	Kəşfiyyat, nəzarət, müşahidə
MiniPUA	Mini	5-20 kq	1000 m qədər	25 km	5 saata qədər	Müşahidə, kəşfiyyat
KPUA	Kiçik	20-150 kq	2000 m qədər	50 km	8 saata qədər	Müşahidə, kəşfiyyat
TPUA	Aşağı	150-500 kq	3000 m qədər	200 km	20 saata qədər	Müşahidə, kəşfiyyat, məhfetmə
OHUMD	Orta	500-1500 kq	5000-15000 m qədər	Məhdudiyyətli	≥25 saata	Müşahidə, kəşfiyyat, məhfetmə
YHUMD	Yüksək	> 600 kq	15000 m yüksək	Məhdudiyyətli	≥25 saata	Müşahidə, kəşfiyyat, məhfetmə
Zərbə/Döyüş	-	-	20000 m qədər	Məhdudiyyətli	25 saata qədər	Müşahidə, kəşfiyyat, məhfetmə

PUA-ların tətbiq sahələrini sinifləndirən zaman çəki, enerji sistemi və hazırlandığı material nəzərə alınmalıdır. Belə ki, PUA-ların kompozit materialdan hazırlanması çəki-kütlə, həmçinin

hərəkətverici sistemin aşağı akustik səs effekti formalaşdıran EM ilə təchiz olunması radar tərəfindən aşkarlanma ehtimalının azalmasına səbəb olur [27, 28].

9. PUA-nın tapşırıqları: - qarşısında qoyulan əsas tapşırıqlara görə PUA-lar “*monoton*”, “*çirkli*”, “*təhlükəli*”, “*hərbi*” və “*mülki*” olmaqla aşağıdakı tiplərə bölünürlər [31, 32].

“Monoton” tapşırıqlar: >10 saat vaxt tələb edilən PUA əməliyyatlarına aid edilir. Az işyükü və aşağı intensivlikli tapşırıqlar PUA-ların tətbiqinə ideal olaraq uyğun gəlir. Bu tapşırıqlar çox vaxt birbaşa və davamlı idarəetmədən çox, insan nəzarətini tələb etməklə avtomatlaşdırılır. Təyin edilmiş ərazinin havadan müşahidəsi, gözləmə və ya retransliator qismində radio siqnallarının ötürülməsi, radioelektron mübarizə (REM), sahil və sərhəd boyu patrul-nəzarət, çinayətkarların axtarışına dəstək və s. tapşırıqlar bu tipə daxil edilir [34]. Həmçinin daha mürəkkəb və ya vaxt məhdudiyyəti baxımından həssas tapşırıqların icrası zamanı (çox əhəmiyyətli hədəfi aşkarlamaq və yaxud identifikasiya) məqsədə çatmaq üçün əməliyyata bir neçə PUA-lar cəlb olunur.

“Çirkli” tapşırıqlar: - pilot tərəfindən idarə olunan UA-lar və ya onun heyətinə təhlükəli olacaq şəraitdə, məsələn nüvə çirklənmələri ilə əlaqəli nümunə götürmək və ya radiasiya ocağına havadan müşahidə aparmaq əməliyyatlarının icrası tələb olunduqda PUA-lar ideal seçim sayılır. Taktiki və yaxud qlobal monitoring üçün qəbuledici duyğalar müxtəlif ölçülü PUA platformalarına integrasiya oluna bilirlər. Kiçik PUA-lardan əlçatmaz, tüstü və ya insan həyatı üçün təhlükəli olan yerlərdə yanğın hadisəsinin monitoringi zamanı tətbiq edə bilirlər.

“Təhlükəli” tapşırıqlar: - düşmən ərazisində əməliyyat-kəşfiyyat tapşırıqlarının icrası insan itkisinə səbəb ola biləcək hallarda PUA-lardan istifadəyə üstünlük verilir. Risk səviyyəsi yüksək qiymətləndirilən əməliyyatlar planlaşdıran zaman pilotlu aviasiyanın və ya əsgərin tapşırıqı cəlb edilməsinə ehtiyac olmur. Belə ki, düşmənin yüksək taktiki fəaliyyət radiusuna malik yer-hava raketlərindən və Hava Hücümündən Müdafiə sistemlərindən qorunaraq, onların susdurulması üçün PUA sistemlərinə integrasiya olunmuş REM vasitələrindən istifadəyə üstünlük verilir. Düşmənin radiolokasiya və komanda idarəetmə sistemlərini susdurmaq, çox sayda raket, mərmir sərf etməsinə məcbur etmək, və s. üçün dəyəri aşağı PUA sistemlərini qurban vermək təcrübədə öz təsdiqini tapmışdır. Konvertoqlar və yaxud multikopterlər tipli PUA-lardan “təhlükəli” döyüş əməliyyatları zamanı tətbiq etmək böyük üstünlük (müxtəlif çaplı mərmiləri təyin edilmiş koordinata dəqiq atmaq, “kamikadze” qismində hədəfə çırpılmaq, atəş açmaq və s.) yaradır.

Hərbi tətbiq sahələri: - PUA-lar hərbi məqsədli müxtəlif tapşırıqları yerinə yetirməyə qadirdir və tətbiq sahələri qısa şəkildə aşağıda təqdim olunmuşdur:

- elektron-optik kəşfiyyatın aparılması;
- dəniz əməliyyatları;
- yalançı hədəf sistemi;
- sintez aperturalı radar (SAR) və dəniz patrul radarı (MPR);
- radio və elektron kəşfiyyat;
- radiotezlik susdurucusu;
- artilleriya atəşinə dəstək;
- dəymiş ziyanın qiymətləndirilməsi;
- hədəflərin İQ şüa ilə işıqlandırma;
- aviasiya dəstəyinin koordinasiyası;
- meteoroloji tapşırıqların həlli;
- retransliator;
- bioloji və kimyəvi çirklənməyə nəzarət;
- əməliyyat-taktiki və zərbə;
- partlamamış mərmilərin zərərsizləşdirilməsi.

Mülki tətbiq sahələri: - müxtəlif konfigurasiyalı PUA-ların tətbiq edilməsinə zərurət yaranan mülki istiqamətlər artmaqdadır. Belə ki, ərazi, boru kəmərləri, faydalı qazıntı, binalar, sahil mühafizəsi, sərhəd nəzarəti, fəvqəladə hallarda axtarış-xilasetmə, dəymiş ziyanın qiymətləndirilməsi, elektrik xətləri, avtomobil və dəmir yollarında hərəkətə nəzarət, polis, yerin məsafədən müşahidəsini aparmaq və meteoroloji monitoring, mədəni və s. istiqamətlərdə tətbiq

edilirlər. Artıq PUA-ların tətbiq sahələri çox genişlənmişdir və həyatımızda elə bir sahə yoxdur ki, orada PUA-lardan istifadə etmək qeyri-mümkün olsun.

Nəticə

1. Hərbi və mülki təyinatlı konvertoplan tipli PUA sistemlərini daha dərinlən təhlil etmək və daha yüksək parametrlərə malik PUA-nın yaradılmasını təmin etmək üçün aşağıda qeyd olunan məsələlərin həll edilməsinin məqsədəuyğunluğu müəyyənəşdirilmişdir:

- yerüstü idarəetmə stansiyası ilə PUA arasında dayanıqlı və etibarlı rədiarabitə əlaqəsi qurmaq;
- etibarlı peyk naviqasiya və qlobal mövqe təyinetmə sisteminə (GPS) malik olmaq;
- GPS olmadan radioelektron mübarizə vasitələrinin təsiri altında uçuşu avtonom olaraq davam etdirmək;
- aşkarlanma göstəricilərini azaltmaq;
- pilot-operator, elektronçu-mexanik heyəti hazırlamaq, onların hazırlıq səviyyəsini yüksəltmək;
- uçuşun süni intellektlə yerinə yetirilməsi imkanlarını genişləndirmək;
- uçuşun təhlükəsizliyini təmin etmək;
- istehsal xəttini təşkil etmək və keyfiyyətli texniki dəstək göstərmək;
- uçuşun yüksək texniki və proqram göstəricilərinə cavab verən idarəetmə sistemlərinin qurulması və bu istiqamətdə elmi-texniki tədqiqat işlərinin davam etdirilməsi.

2. Təhlil nəticəsində müəyyənəşdirilmişdir ki, şaquli və üfüqi uçuşu təmin etmək üçün aerodinamika baxımdan “uçan qanad” formalı dörd qaldırıcı və bir itələyici mühərriklərə malik struktur sxemli uçuş aparatlarının yaradılmasına daha çox müraciət olunur və qənaətimizcə bu istiqamətdə elmi-tədqiqat işlərinin davam etdirilməsi məqsədəuyğundur.

3. Uçuş aparatının faydalılığını yüksəltmək məqsədi ilə aerodinamika baxımdan “uçan qanad” formasında iki ön və bir arxa, yəni üç mühərrikli struktur sxeminin seçilməsi hesabına mühərriklərin və uyğun olaraq çəkinin azaldılması, dönən üç dartı mühərriklərindən istifadə etməklə dartı gücünün artırılması kimi üstünlüklərin əldə edilməsi belə strukturlu PUA-ların yaradılmasını daha məqsədəuyğun edir [34].

ƏDƏBİYYAT

1. Р.Н. Набиев, А.А. Абдуллаев. Малоразмерные беспилотные летательные аппараты и средства борьбы с ними, *Вестник Азербайджанской Инженерной Академии*, Том 9, №2, ст. 15-20, 2017.
2. А.Г. Гребеников, А.М. Гуменный и т.д. Анализ схем конвертопланов, *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*, № 73, 2016.
3. Р.Н. Набиев, А.А. Абдуллаев. Обзор этапов развития, конструкций и проблем проектирования БПЛА типа мультикоптер, *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия Естественные и технические науки*, №3-4, ст. 16-21, Москва, 2017.
4. Используя модельно-ориентированное проектирование, *Bell Helicopter создает первый в мире гражданский конвертоплан*, [https:// matlab.ru/success-story/Bell-Helicopter.pdf](https://matlab.ru/success-story/Bell-Helicopter.pdf)
5. Р.Н. Набиев, Г. И. Гараев, А.А. Абдуллаев. Выбор источников питания для беспилотных летательных аппаратов, *Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri*, Том 20, №3, ст. 1-11, 2018.
6. Р.Н. Набиев, А.А. Абдуллаев, и т.д. Сравнительный анализ особенностей аккумуляторных батарей на основе лития, *Авиакосмическое приборостроение*, № 9, ст. 29-41, Москва, 2019 г.
7. Р.Н. Набиев, А.А. Абдуллаев, и др. Требования к беспилотным летательным аппаратам на мультиротационной основе, *Авиакосмическое приборостроение*, № 9, ст. 3-11, Москва, 2018 г.
8. Skywalker X8, *Assembly manual*, january 2013. www.raygrauberger.com
9. Skywalker X8, *Installation Manual*, www.Fpvmodel.com
10. Первый беспилотник-конвертоплан, разрабатываемый в Новосибирске, испытают в декабре, http://www.academpark.com/press_center/media_on_akademparke/22251/
11. Конвертопланы и гибридные дроны перестают быть экзотикой, <https://prorobots.livejournal.com/56411.html>

12. *Неприжившиеся проекты: французский конвертоплан-разведчик*, <http://www.novate.ru/blogs/310115/29821/>
13. *Русский беспилотный конвертоплан совершил первый полет*, <http://zema.su/blog/russkii-bespilotnyi-konvertoplan-sovershil-pervyi-polet>
14. *Boeing запатентовал «безопасный» пассажирский конвертоплан*, <https://nplus1.ru/news/2016/10/31/tiltrotor>
15. Владимир Тучков, *“Российский конвертоплан: история проигранной гонки В США такие машины давно летают, а мы спохватились два года назад,”* <https://svpressa.ru/war21/article/177414/>
16. *Немецкие проекты конвертопланов VC 400 и VC 500*, <https://topwar.ru/28337-nemeckie-proekty-konvertoplanov-vc-400-i-vc500.html>
17. Беспилотный (БПЛА) Конвертоплан TRH-14. Гибрид в квадрате, <http://artamonoff.info/archives/253>
18. С.Ф. Яцун, С.В. Ефимов, А.М. Чуйков. Механизмы конвертопланов, *Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты)*, vol. 29, no. 4, 2018.
19. Беспилотники "Эра-50" и "Эра-100" проходят испытания, https://vpk.name/news/106847_bespilotniki_era50_i_era100_prohodyat_isspyitaniya.html
20. БПЛА «Пантера» показали в Корее, <http://www.arms-expo.ru/articles/124/81846/>
21. NASA GL-10 Greased Lightning, <http://avia.pro/blog/nasa-gl-10-greased-lightning-tehnicheskie-harakteristiki-foto>
22. Конвертопланы и гибридные дроны перестают быть экзотикой, <https://prorobots.livejournal.com/56411.html>
23. В Южной Корее разработали конвертоплан-разведчик, https://vpk.name/news/163448_v_yuzhnoi_koree_razrabotali_konvertoplanrazvedchik.html
24. Разведовательный дрон «Арматы» и беспилотник-конвертоплан RHV-35, <https://fishki.net/anti/2150470-razvedovatelynyj-dron-armaty-i-bespilotnik-konvertoplan-rhv-35.html>
25. *"Белл" создает беспилотный ударный конвертоплан*, https://vpk.name/news/164330_bell_sozdaet_bespilotnyii_udarnyii_konvertoplan.html
26. Абдуллаев А.А. Тенденция развития беспилотных летательных аппаратов конвертопланового типа. *Тенденции развития науки и образования, Научный журнал*, №63/07/2020, Час. 1, Самара, с 84-90.
27. R.N. Nabiyev, G.I. Garayev, A.A. Abdullayev. Conceptual functional design of hybrid energy source of unmanned convertiplane. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.862 (2020) 022043, doi:10.1088/1757-899X/862/2/022043
28. R.N. Nəbiyev, A.A. Abdullayev, Q.İ. Qarayev. Enerji mənbəyi qismində hidrogenin xüsusiyyətlərinin təhlili. *Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri*. Cild 21, №4, oktyabr-dekabr 2019. səh 16-30.
29. Department of Defense (DoD) (2010). U.S. Army “Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2010-2035”. Office of the Secretary of Defense. US Fort Rucker, Alabama.
30. Farid Kendoul, “R&D in Unmanned Aircraft Systems (UAS): Milestones, Challenges and Future Directions”, ARCAA, 2CSIRO ICT Centre, Autonomous Systems Laboratory, Queensland, Australia
31. E.G.Fernández, Master thesis “Management System for Unmanned Aircraft System”, *Universitat Politècnica de Catalunya Master in Aerospace Science & Technology* May 2010.
32. Robert Ellen, Peter Roberts and Duncan Greer, “An investigation into the next generation avionics architecture for the QUT UAV project” <http://eprints.qut.edu.au>
33. Q.Elizabeth, “The Ethics and Legal Implications of Military Unmanned Vehicles”, *Head of Military Technology & Information Studies Royal United Services Institute for Defence and Security Studies*.
34. Christopher T. Petrock Lieutenant Commander, “Unmanned aircraft systems: the road to effective integration”, USN/ 13.02 2006

REFERENCES

1. R.N.Nabiev, A.A.Abdullaev. Malorazmernie bespilotnie letatelnie apparati i sredstva borbi s nimi, *Vestnik Azerbaydjanskije Injenernoy Akademii*, Tom 9, №2, st. 15-20, 2017.

2. A.Q. Qrebnikov, A.M. Qumenniy, i. td. Analiz sxem konvertoplanov, *Otkritie informacionnie i kompyuternie integrirovanie texnologii*, № 73, 2016.
3. R.N. Nabiev, A.A. Abdullaev. Obzor etapov razvitiya, konstrukciy i probilem proektirovaniya BPLA tipa multikopter, *Sovremennaya nauka: aktualn;ie probilemi teorii i praktiki. Seriya Estestvennie i texniceskie nauki*, №3-4, st. 16-21, M., 2017.
4. *Ispolzuya modelno-orintirovannye Bell Helicopter sozdal perviy v mire grazhdanskiy konvertoplan*, <https://matlab.ru/success-story/Bell-Helicopter.pdf>
5. R.N.Nabiev, Q.I.Qaraev, A.A.Abdullaev. Vibor istocnikov pitaniya dlya bespilotnix letatelnix apparatov, *Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri*, Tom 20, №3, st. 1-11, 2018.
6. R.N.Nabiev, A.A.Abdullaev, i t.d. Sraznitetniy analiz osobennostey akkumiliyatornix batarey na osnove litiya, *Aviakosmiceskoe priborostroenie*, № 9, st. 29-41, M., 2019.
7. R.N.Nabiev, A.A.Abdullaev, i t.d. Trebovaniya k rebovaniya k bespilotnim letatelnim apparatam na multipotacionnoy osnove, *Aviakosmiceskoe priborostroenie*, № 9, st. 3-11, M., 2018.
8. Skywalker X8, *Assembly manual*, january 2013. www.raygrauberger.com
9. Skywalker X8, *Installation Manual*, www.Fpvmodel.com
10. *Perviy bespilotniy-konvertoplan, razrabatvaemiy v Novosibirske, ispitayut v dekabre*, http://www.academpark.com/press_center/media_on_akademparked/22251/
11. *Konvertoplani i qibridnie droni perestayut bit ekzotikoy*, <https://prorobots.livejournal.com/56411.html>
12. *Neprijivshiesya proekti: francuzskoy konvertoplan-razvedcik*, <http://www.novate.ru/blogs/310115/29821/>
13. *Russkiy bespilotniy konvertoplan sovershil perviy polot*, <http://zema.su/blog/russkii-bespilotnyi-konvertoplan-sovershil-perviy-polet>
14. *Boeing zapatentoval "bezopasnoy" passajirskiy konvertoplan*, <https://nplus1.ru/news/2016/10/31/tiltrotor>
15. V. Tuckov, "Rossiyskiy konvertoplan: istoriya proigronnoy qonki V SSHA takie mashini davno letayut, a mi spoxvatilis dva goda hazad," <https://svpressa.ru/war21/article/177414/>
16. *Nemeckie proekti konvertoplanov VC 400 i VC 500*, <https://topwar.ru/28337-nemeckie-proekty-konvertoplanov-vc-400-i-vc500.html>
17. *Bespilotniy (BPLA) Konvertoplan TRH-14. Qibrid v kvadrate*, <http://artamonoff.info/archives/253>
18. S.F.Yanuc, S.V.Efimov i.td. Mexanizmi konvertoplanov, *Vestnik Voronejckogo instita QPS MCS Rossi (Sovromennye problemi grazhdanskoy zashiti)*, vol. 29, no. 4, 2018.
19. *Bespilotniki "Era-50" u "Era-100" proxodyat ispitaniya*, https://vpk.name/news/106847_bespilotniki_era50_i_era100_prohodyat_ishpyitaniya.html
20. *BPLA "Pantera" pokazali v Koree*, <http://www.arms-expo.ru/articles/124/81846/>
21. *NASA GL-10 Greased Lightning*, <http://avia.pro/blog/nasa-gl-10-greased-lightning-tehnicheskie-harakteristiki-foto>
22. *Konvertoplani i qibridnie droni prestayut bit ekzotikoy*, <https://prorobots.livejournal.com/56411.html>
23. *V Yujnoy Koree razrabotali konvertoplan-razvedcik*, https://vpk.name/news/163448_v_yuzhnoi_koree_razrabotali_konvertoplanra_zvedchik.html
24. *Razvedovatelnyy dron "Armati" i bespilotnik-konvertoplan RHV-35*, <https://fishki.net/anti/2150470-razvedovatelynyj-dron-armaty-i-bespilotnik-konvertoplan-rhv-35.html>
25. *"Bell" sozdaet bespilotniy udarniy konvertoplan*, https://vpk.name/news/164330_bell_sozdaet_bespilotnyii_udarnyii_konvertoplan.html
26. Abdullaev A.A. Tendenciya razvitiya bespilotnix letatelnix apparatov konvertoplanovoqo tipa. *Tendencii razvitiya nauki i obrozovaniya. Nauchnyy jurnal*, №63/07/2020, Cas. 1, Samra, s 84-90.
27. R.N. Nabiyev, G.I. Garayev, A.A. Abdullayev. Conceptual functional design of hybrid energy source of unmanned convertiplane. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 862 (2020) 022043, doi:10.1088/1757-899X/862/2/022043
28. R.N. Nebiyev, A.A. Abdullayev, Q.İ. Qarayev. Enerji menbəyi qismində hidrogenin xüsusiyyətlərinin təhlili. *Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri*. Cild 21, №4, oktyabr-dekabr 2019. seh 16-30.
29. Department of Defense (DoD) (2010). U.S. Army "Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2010-2035". *Office of the Secretary of Defense. US Fort Rucker, Alabama*.
30. Farid Kendoul, "R&D in Unmanned Aircraft Systems (UAS): Milestones, Challenges and Future Directions", ARCAA, 2CSIRO ICT Centre, Autonomous Systems Laboratory, Queensland, Australia

31. E.G.Fernández, Master thesis "Management System for Unmanned Aircraft System", *Universitat Politècnica de Catalunya Master in Aerospace Science & Technology* May 2010.
32. Robert Ellen, Peter Roberts and Duncan Greer, "An investigation into the next generation avionics architecture for the QUT UAV project" <http://eprints.qut.edu.au>
33. Q.Elizabeth, "The Ethics and Legal Implications of Military Unmanned Vehicles", *Head of Military Technology & Information Studies Royal United Services Institute for Defence and Security Studies*.
34. Christopher T. Petrock Lieutenant Commander, "Unmanned aircraft systems: the road to effective integration", USN/ 13.02 2006.

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КОНВЕРТОПЛАНОВОГО ТИПА: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Набиев Р.Н., Абдуллаев А.А.
Национальная Академия Aviации

В статье проведен сравнительный анализ летательных аппаратов конвертопланового типа, имеющих широкие возможности применения в гражданской и военной области, а также имеющих большой потенциал по обеспечению достижения превосходства во время военных действий (операций). В последнее время в авиационный парк приняты не сложные при эксплуатации для техников и операторов модернизированные варианты беспилотных летательных аппаратов конвертопланового типа. Созданные системы беспилотных летательных аппаратов достигли успешных результатов, а в будущем ожидается увеличение пользы от них.

А именно успешное использование для преследования цели и проведения электронно-оптической разведки, обеспечение безопасности на границе, поисково-оперативные мероприятия, наведение авиационных и артиллерийских ударов, в сельскохозяйственных работах и мониторинга окружающей среды, решения метеорологических задач и дистанционное зондирование поверхности с расстояния, а также для решения очень многих общественных (социальных) заданий.

Основными требованиями, для успешного завершения (решения) задач, поставленных перед беспилотными летательными аппаратами при проектировании, являются увеличение летных возможностей, автономности и им подобных характеристик для расширения возможностей выполнения, поставленных перед ними задач.

Во время выполнения монотонных и опасных для жизни человека задач использование беспилотных летательных аппаратов намного безопасно и надежно по сравнению с летательным аппаратом управляемого пилотом. Ввиду перспективности области для модернизации возможностей и для того чтобы беспилотные летательные аппараты сделать еще более доступным научно-исследовательские центры и военное промышленные комплексы стран стараются повысить свой научно технический потенциал, используя самые последние достижения производства и высоких технологий развивают эту область.

В статье сделан анализ основных этапов развития производства, летных режимов, аэродинамических схем и летно-технических характеристик, а также исследованы области применения и сравнение с другими типами летательных аппаратов преимуществ и недостатков эксплуатации пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов конвертопланового типа. Учитывая взлетный вес, скорость полета и др. показатели, а также учитывая энергетические и движущие системы для обеспечения долгого времени полета сделана широкая классификация беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, конвертоплан, тактико-технические особенности, электрический двигатель, гибридный энергетический источник, классификация, вертикальный полет, горизонтальный полет, автономный полет.

ABOUT CONVERTIPLANE TYPE UNMANNED AERIAL VEHICLES: CURRENT SITUATION AND PERSPECTIVES

Nabiyev R.N., Abdullayev A.A.
National Aviation Academy

The article provides a comparative analysis of convertiplane type aircraft with a wide range of applications in the civilian and military fields and a great potential to gain an advantage in military operations. Improved versions of convertiplane type unmanned aerial vehicles, which are not complicated to

operate by technicians and operators, have been included in the fleet recently. Successful results have been achieved with the designed unmanned aerial vehicles systems and this benefit is expected to increase in the future.

They are used successfully to track targets and conduct electronic-optical reconnaissance, border security, search operations, air and artillery strikes, environmental monitoring and agricultural work, remote sensing and for meteorological issues solution, as well as during many public missions.

One of the main requirements for the successful completion of the tasks during the design is to increase the flight capabilities of unmanned aerial vehicles, to ensure the expansion of autonomy and other such capabilities.

The use of unmanned aerial vehicles during monotonous and life-threatening tasks is more reliable and safer than pilot-operated aircraft. As a promising field, the country's research centers and military-industrial complexes are working to improve the capabilities of unmanned aerial vehicles, increase their scientific and technical potential, apply the latest achievements in production and high technology.

The article also analyzes the main stages of development of convertiplane type unmanned aerial vehicles, flight modes, aerodynamic schemes and flight characteristics, explores the advantages and disadvantages of operation compared to other types of aircraft, as well as areas of application. In order to provide take-off weight, flight speed and etc. indicators, as well as to ensure long-term flights, wide classification of unmanned aerial vehicles has been performed considering power and propulsion systems.

Key words: unmanned aerial vehicles, convertiplane, tactical-technical characteristics, electrical engine, hybrid energy source, classification, vertical flight, horizontal flight, autonomous flight.

Rəyçi: prof. P.Ş. Abdullayev

Müəlliflər haqqında məlumat:

Soyadı, adı, atasının adı	İş yeri	Vəzifəsi, elmi dərəcəsi, elmi adı	Əlaqə
Nəbiyev Rəsim Nəsim oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası, Elmi tədqiqat nəqliyyat və aviakosmik problemləri institutu	Aviasiya elektronika şöbəsinin rəisi, t.e.d., professor	nabiyevrasim@gmail.com (+994 55) 754-76-46
Abdullayev Anar Arif oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	Doktorant, f.-r.e.n.	anarcafarov09@mail.ru (994 77) 756-48-75