

TEXNİKA ELMLƏRİ
TECHNICAL SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.36719/2663-4619/96/156-160>

Arzu Məmmədova

MAKA Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu
arzu-mamedova1966@mail.ru

Nigar Allahverdiyeva

MAKA Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu
nigarsadiyeva66@gmail.com

Faiq Məmmədli

Azərbaycan Texniki Universiteti
azerbaycan9195@mail.ru

**PİLOTSUZ UÇUŞ APARATLARININ RADİOELEKTRON
SİSTEMİNİN REALİZASIYASI**

Xülasə

Pilotsuz Uçuş Aparatlarının (PUA) inkişafı və istifadəsi perspektivləri göstərilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, təyyarələrin rolu onların müxtəlif fəaliyyət sahələrində uğurla həyata keçirilməsi ilə artır, bəzən isə insan həyatı üçün təhlükə yaradır. Pilotsuz Uçuş Aparatlarının yaradılması üzrə tədqiq edilmiş texniki həllər əsasında kvadrokopter tipli PUA-nın radioelektron sisteminin funksional diaqramı təqdim edilib, iş prinsipi nəzərdən keçirilib. Hazırlanmış funksional diaqram əsasında uçuş nəzarətçisi üçün çap dövrə lövhəsi hazırlanmışdır. Əsas xüsusiyyətlərdən biri bu gün mövcud olan müasir elektron komponentlərin istifadəsidir.

***Açar sözlər:** pilotsuz uçuş aparatı, texnologiya, radioelektron sistem, nəqliyyat, operator*

Arzu Mammadova

ANAA Institute for Space Research of Natural Resources
arzu-mamedova1966@mail.ru

Nigar Allahverdiyeva

ANAA Institute for Space Research of Natural Resources
nigarsadiyeva66@gmail.com

Faiq Mammadli

Azerbaijan Technical University
azerbaycan9195@mail.ru

Realization of radio electronic system of unmanned flight devices

Abstract

Prospects for the development and use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) are shown. It has been established that the role of airplanes increases with their successful implementation in various fields of activity, and sometimes they pose a threat to human life. The functional diagram of the radio-electronic system of the quadcopter-type UAV was presented on the basis of the technical solutions studied for the creation of unmanned aerial vehicles, and the working principle was reviewed. A printed circuit board for the flight controller is designed based on the developed functional diagram. One of the main features is the use of modern electronic components available today.

***Keywords:** unmanned aerial vehicle, technology, radio electronic system, transport, operator*

Giriş

Müasir texnologiyaların inkişafı ilə insanı tamamilə əvəz edə bilən cihazların yaradılması mümkün olmuşdur, xüsusən də son illərdə Pilotsuz Uçuş Aparatlarının (PUA) inkişafı ilə bağlı istiqamət fəal şəkildə inkişaf edir. Müxtəlif tipli dronların yaradılması onların yüksək səviyyəli operator ixtisası tələb etmədən etibarlılığını, rahatlığını nümayiş etdirdiyi, bəzən insan həyatı üçün təhlükəli olan yeni şəraitdə uğurla həyata keçirilməsinə kömək edir (Şilov, 2014: 139-140; 148-149).

Hal-hazırda uçuşa nəzarət uzaqdan idarəetmə (radio kanalı vasitəsilə) və ya operator əməllərinə uyğun olaraq istinad nöqtələri boyunca naviqasiyanın tətbiqi ilə yarı avtomatik rejimdə həyata keçirilir. Neyroşəbəkələrin əhəmiyyətli inkişafı PUA-ların avtonom intellektual avtopilota doğru proqram təminatının idarə edilməsini inkişaf etdirməyə kömək edir.

Uzaq məsafələrə görə operatorla əlaqənin kəsilməsi, relyefin xüsusiyyətləri, müdaxilə və s. kimi səbəblər PUA-nın idarəetməni itirməsinə və tez-tez qəzalara səbəb olur. Buna görə də, hazırkı istiqamət uçuşun muxtariyyətinin artırılması və nəticədə bu nasazlıqların səbəblərinin qarşısını almağa imkan verən müasir, modernləşdirilmiş proqram təminatının istifadəsini artırmışdır (Semenets, 2018: 65-66).

Əsas hissə. Artıq qeyd edildiyi kimi, bu gün dron sənayesi qlobal bazarda sabit gəlirlilik nümayiş etdirir. Hazırda PUA-ların istifadəsində hərbi sahə və kənd təsərrüfatı aparıcı mövqeləri tutur. Drone Industry Insights şirkəti 2025-ci ilə qədər pilotsuz təyyarələr bazarı üzrə maliyyələşmənin artacağı hesabətini açıqlamışdır (3). Proqnozlara görə, nəqliyyat və anbar sənayesi də sürətlə inkişaf edəcək.

Dron istehsalçılarına gəldikdə, liderlər Çin şirkətləridir (SZ DJI Technology, Yuneec International), çünki komponentlərin əsas hissəsi Çində istehsal olunur. Başqa ölkələrdə hazır dronlar yığılır, yalnız öz komponentlərini əlavə edirlər (3).

Ən böyük bazar ABŞ, əsas müştəri isə Pentaqondur. Rusiya pilotsuz təyyarələri seqmenti qlobal seqmentin 2%-ni təşkil edir, lakin potensialı 1 milyard dollardan çox qiymətləndirilir. 2025-ci ilə qədər hava taksisinin yaradılması və hava hərəkətinin təşkili planlaşdırılır. Yəni nəqliyyatın və insanların əlçatmaz olduğu yerlərdə itkin düşmüş insanların axtarışı, müharibələr zamanı hərbi kəşfiyyatın aparılmasında, həmçinin, dinc məqsədlər üçün, yəni, dərmanların çatdırılması, kiçik kəndlərdən analizlərin çatdırılması, boru kəmərlərinə nəzarət, müşayiət işləri təşkilində dronların istifadəsi əvəzsizdir (4).

Pilotsuz Uçuş Aparatı-əvvəlcədən müəyyən edilmiş marşrut üzrə avtonom uçuş həyata keçirən, bortunda pilot olmayan uçuş aparatıdır. PUA-lara mürəkkəb sensor, avtopilot, nəzarət, müşahidə və nəzarət kompleks sistemləri quraşdırılır. PUA-lar vasitəsilə kəşfiyyat və ya müşahidə aparmaq, pilotlu təyyarələrlə müqayisədə daha asandır. Eyni zamanda bəzi PUA modelləri silahla təmin olunur (5).

Dronların tarixi 1899-cu ildə dünyanın ilk radio ilə idarə olunan gəmisinin nümayiş etdirildiyi vaxtdan başlayıb. Müəllif fizik və mühəndis Nikola Tesla idi. 1910-cu ildə amerikalı hərbi ixtiraçı və konstruktor Çarlz Ketterinq Rayt qardaşlarının ilk pilotlarının uğurlu nəticələrindən ilhamlanaraq avtopilot funksiyasını yerinə yetirən saat mexanizmi olan bir təyyarə dizayn etmək qərarına gəldi. Mühərrik müəyyən sayda dövr etdikdən sonra qanadlar ayrılmış və partlayıcılarla təchiz edilmiş avtomobilin üzərinə düşmüşdür (Petuşkova, 2018: 714-716).

Hazırda "Forpost" (İsrail Searcher-2-nin lisenziyalı nüsxəsi), "Grom", "Sirius", "Helios-RLD" kimi yüksək dəqiqlikli raket və bomba hücumu dronlarından müxtəlif ölkələrin müdafiə sistemində böyük həcmdə istifadə olunur (7).

Qeyd etmək lazımdır ki, PUA-ları təsvir edən texniki mənbələr öyrənilərkən müxtəlif funksiyalı PUA-ların müasir modellərinin diaqramları ümumi struktura malikdir və kifayət qədər tam öyrənilmişdir (Kaajakari, 2009: 5-6). Mövcud texniki həllər və məlumatlar təhlil edildikdən sonra kvadrokopter tipli dronun istismar prosesini izah etmək üçün funksional diaqram işlənilib hazırlanmışdır. Hazırlanan sistem PUA-nı kosmosda stabilləşdirməli, naviqasiya parametrlərini

müəyyən etməli, cihazı radiokanal vasitəsilə idarə etməyi bacarmalı, həmçinin faydalı yükü - kameranı birləşdirməlidir.

Əslində, sistemdə bir neçə bloku vurğulamaq olar: uçuş nəzarətçisi, mühərrikin idarəetmə sxemi, ötürücü hissəsi, güc dövrəsi və faydalı yük (Eldredge, 2006: 31-35).

Əsas hissə üç oxlu akselerometr, üç oxlu giroskop, üç oxlu maqnitometr, barometr və GPS modulundan ibarət uçuş nəzarətçisidir. Uçuş nəzarətçisi operatorun rəhbərliyi altında dronun fəzada hərəkətini təmin edir. Buna nail olmaq üçün uçuş nəzarətçisi aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir:

- PUA-nın fəzadakı mövqeyini müəyyənləşdirir və ya hesablayır;
- kənar nəzarət təsirləri haqqında məlumat toplayır;
- xarici sabitliyi pozan amillərin təsirini minimuma endirmək üçün düzəldici siqnalları hesablayır;

- mühərriklərə idarəetmə siqnalları göndərir.

Mühərrikin idarəetmə blokuna birbaşa müvafiq nəzarətçilər tərəfindən idarə olunan dörd mühərrik daxildir. Pilotsuz Uçuş Aparatı üçün mühərriklər seçilərkən aşağıdakı meyarlar nəzərə alınmışdır, yəni:

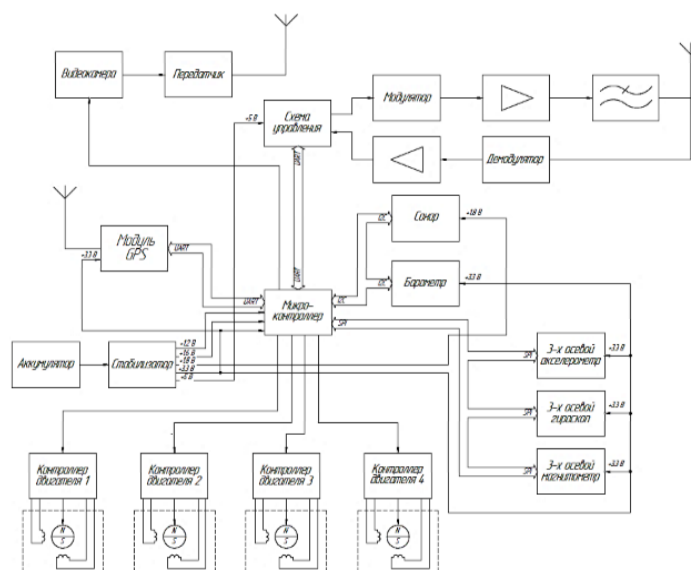
- aşağı qiymət;
- yüksək uçuş sürəti;
- sabit cərəyanla işləmə.

Ən çox üstünlük verilən pərsiz mühərriklərdir ki, onlar peşəkar dronlarda istifadə olunur. Kollektorlarla müqayisədə onlar daha güclüdür, boş işləmə sürəti orta hesabla iki dəfə yüksəkdir və müvafiq olaraq daha böyük qaldırma gücünə malikdirlər. Bundan əlavə, onlar daha az həcmli və qırılmaya daha az meyllidirlər (Vebb, 2007:12-15).

Qəbuledici qurğu üç məlumat kanalından ibarətdir. Birinci kanal real zaman rejimində dron idarəetmə məntəqəsinə telemetrik məlumatların ötürülməsi üçün nəzərdə tutulub. İkinci kanal PUA-nı idarə etmək və onun avadanlıqlarına nəzarət etmək üçün əməllərin qəbulu funksiyasını yerinə yetirir. Üçüncü kanal videokameradan məlumat və onun birinci kanal vasitəsilə sonrakı ötürülməsini təmin edir.

Təyin edilmiş tapşırıqlara uyğun olaraq, dronun faydalı yük bölməsi termal görüntü kamerası, rəqəmsal kamera və ya radar sistem ilə təchiz oluna bilər.

Batareya və stabilizatorlardan ibarət daxili enerji təchizatı təklif etdiyimiz PUA radioelektron sisteminin bütün hissələrinin gərginliyini və cərəyan istehlakını təmin edir. Yuxarıda göstərilənlərə əsasən, funksional diaqram tərtib edilmişdir. Funksional diaqram şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. PUA radioelektron sisteminin funksional diaqramı

PUA radioelektron sisteminin funksional diaqramının iş prinsipini nəzərdən keçirək. Qeyd etmək lazımdır ki, hazırlanmış funksional diaqram video kameradan alınan siqnalı mikrokontrollerin girişinə ötürür. Dronu fəzada istiqamətləndirmək və sabitləşdirmək üçün bir neçə sensordan istifadə olunur (Yang, 2002: 1301-1306).

Mikrokontroller bütün alınan məlumatları emal edir və kontrollerlərdən (sürət tənzimləyiciləri) istifadə edərək mühərrikləri idarə edir. Sensorlardan alınan məlumatları emal etmək üçün bir neçə həll yolu var, lakin ən çox yayılmışı PID nəzarətçisinin istifadəsidir.

Operatorla əlaqə saxlamaq və dron ilə qarşılıqlı əlaqə yaratmaq üçün məlumatların qəbulu və ötürülməsi üçün cihaz lazımdır. İdarəetmə siqnallarının növü, modulyasiyası, tezliyi ötürücü və qəbuledici arasındakı əlaqə siqnallarından asılıdır.

Ötürülmə üçün müxtəlif tezlik diapazonlarından istifadə olunur. Ən çox yayılmış diapazonlar aşağıdakılardır (Bondaryov, 2016: 17-18):

- 433 MHz;
- 900 MHz;
- 1, 2-1, 3 GHz;
- 2, 4 GHz;
- 5, 8 GHz.

Tezlik nə qədər aşağı və dalğa uzunluğu uzun olarsa, nüfuzetmə gücü bir o qədər çox olar. Bununla belə, müəyyən bir ölkədə bütün tezliklərdən istifadə edilə bilməz, çünki bəzi diapazonlar dövlət qurumları və ya digər xüsusi təşkilatlar üçün ayrılabilir.

Hazırlanmış sistemdə verilmiş tezlik diapazonunda ötürücü və qəbuledici hissə LoRa texnologiyasından istifadə edir. Minimum enerji sərfiyyatı ilə uzun məsafələrə məlumat ötürmək qabiliyyətinə görə bu texnologiya hazırda populyarlıq qazanmışdır. Həm ötürücü, həm də qəbuledici Semtech tərəfindən istehsal edilən, 410 – 441 MHz diapazonunda işləyən SX1278RF çipinə əsaslanır.

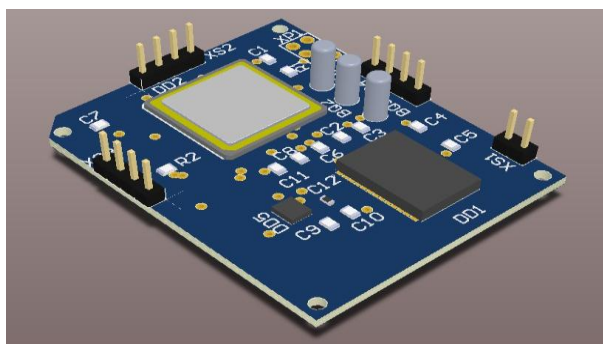
Nəticə

Funksional diaqram işlənib hazırlandıqdan sonra elektrik dövrə diaqramı yaradılmışdır. Bunun əsasında uçuş nəzarətçisi üçün çap platası hazırlanmışdır. Cədvəldə 1-də çap platası üçün istifadə edilən inteqral sxemlərin simvolları və adları göstərilmişdir.

Cədvəl 1. İnteqral sxemlər

Şerti işarələr	İnteqral mikrosxemlərin adları
DD1	CAM-M8C
DD2	K1986BK018
DD3	CH201-00ABR LGA
DD4	2SMPB-02E LGA 9pin
DD5	LSM9DSI LGA-24L

Uçuş nəzarətçisinin çap platasının 3D modelinin son versiyası Şəkil 2-də təsvir edilmişdir.



Şəkil 2. Hazırlanmış çap platası sxeminin 3D modeli

Ədəbiyyat

1. Shilov, K.E. (2014). Razrabotka sistemi avtomaticheskogo upravleniya bespilotnim letatelnim apparatom multirotnogo tipa. Trudy MFTI. T. 6. № 4, s.139-140, 148-149.
2. Semenets, V.O., Trukhin, M.P. (2018). Osnovnie parametri sistem upravleniya bespilotnimi apparatami. Nadezhnost i kachestvo slozhnikh sistem. № 3, s.65-66.
3. Pilotsuz uçuş aparatları bazarı. 2020-2025. 5 klyuchevikh osobennostey. <https://skymec.ru>
4. Dron bazarının inkişafı üzrə proqnozlar. URL: <https://iot.ru>
5. Pilotsuz aviasıyanın inkişaf tarixi və bu günü. URL: [https:// russiandrone.ru](https://russiandrone.ru)
6. Petushkova, V.B., Potapova, S.O. (2018). Pilotsuz Uçuş Aparatlarının yaradılması tarixi. T. 1. № 9, s.714-716.
7. «Forpost-P», «Altius-U» və orduda yeni imkanlar. URL: <https://topwar.ru>
8. Kaazhakari, V. (2009). Praktiki MEMS: Mikrosistemlərin dizaynı, akselerometrlər, giroskoplar, RF MEMS, optik MEMS və mikrofluidik sistemlər. Kiçik Gear Nəşriyyatı, s.5-6.
9. Eldredge, A.M. (2006). “Minitür hava nəqliyyat vasitələri üçün təkmilləşdirilmiş dövlət qiymətləndirməsi”, magistr dissertasiyası. Brigham Young Universiteti.
10. Webb, T.P., Prazenica, R.J. (2007 may-iyun). Avtonom mikro hava nəqliyyat vasitələri üçün görmə əsaslı dövlət qiymətləndirməsi”. AIAA Journal of Guidance, control and dynamics, cild 30.
11. Yang, Q., Kapila, V. (2002). Kinematik və taktiki məhdudiyyətlərə malik pilotsuz hava nəqliyyat vasitələri üçün optimal yol planlaması. Proceedings of the IEEE Conference on Decision and Control, Las Vegas, NV, s.1301-1306.
12. Bondaryov, A.N., Kirichek, P.V. (2016). Müxtəlif ölkələrdə PUA-ların ümumi istifadəsi və hava hərəkətinə nəzarət üçün pilotsuz uçuş aparatlarının icmalı. İnformasiya texnologiyaları və telekommunikasiya. T. 4, № 4. s.17-18.

Göndərilib: 12.09.2023

Qəbul edilib: 24.10.2023