

# TƏYYARƏ TIPLİ PİLOTSUZ UÇUŞ APARATLARI (PUA) VASİTƏSİLƏ HAVA ÇİRLƏNMƏSİNİN MONİTORİNQİ



**Nairə Mustafazadə,**  
Milli Aerokosmik Agentliyi Təbii Ehtiyatların  
Kosmik Tədqiqi İnstitutunun elmi katibi,  
texnika üzrə fəlsəfə doktoru  
e-mail: nm\_609@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0008-0372-8941>



**Aygün Bayramova,**  
Milli Aerokosmik Agentliyi Təbii Ehtiyatların  
Kosmik Tədqiqi İnstitutunun aparıcı elmi işçisi,  
texnika üzrə fəlsəfə doktoru  
e-mail: aygun.b2274@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-3057-1619>

<https://doi.org/10.30546/2706-7858.2025.4.037>

UOT: 528.631.004.42

**Xülasə.** Məqalədə sabit qanadlı pilotsuz uçuş aparatlarından (PUA) geniş ərazilərdə hava çirklənməsinin monitoringi üçün istifadə məsələsi nəzərdən keçirilir. Ənənəvi çoxrotorlu dronlar (kvadroptərlər) dəqiq lokal nümunə götürmə imkanı versə də, onların məhdud uçuş müddəti və aşağı sürəti əhatə dairəsini məhdudlaşdırır. Sabit qanadlı PUA-lar isə əksinə, daha yüksək sürət və hündürlüklərdə uzun məsafələr qət edə bilir ki, bu da onları kənd təsərrüfatı sahələri, şəhər zonaları və ya sənaye koridorları kimi geniş ərazilərin monitoringi üçün ideal vasitəyə çevirir.

Həmçinin məqalədə PUA-da quraşdırılmış sensorlar vasitəsilə izlənilə bilən əsas hava çirkləndiricilərinə nəzarət üçün təyyarə tipli aparatlardan istifadənin texniki mümkünlüyünə toxunulmuşdur. Bununla əlaqədar real praktiki nümunələr təqdim edilmiş, mövcud texnoloji məhdudiyyətlər və sabit qanadlı PUA-ların IoT şəbəkələri ilə birləşdirilməsinin gələcək potensialı təsvir olunmuşdur. Əsas məqsəd tədqiqatçıları, ətraf mühitin mühafizə orqanlarını və operatorları havanın keyfiyyətinin hərtərəfli qiymətləndirilməsi üçün sabit qanadlı PUA-lardan istifadənin faydaları haqqında məlumatlandırmaqdan ibarətdir.

**Açar sözlər:** sabit qanadlı PUA, havanın çirklənməsinin monitoringi, bərk hissəciklər, qaz sensorları, məsafədən zondlama, ətraf mühitin monitoringi.

**Key words:** fixed-wing UAV, air pollution monitoring, particulate matter, gas sensors, remote sensing, environmental monitoring.

**Ключевые слова:** БПЛА с фиксированным крылом, мониторинг загрязнения воздуха, твердые частицы, газовые датчики, дистанционное зондирование, мониторинг окружающей среды.

**H**avanın çirklənməsinin monitoringi ənənəvi olaraq stasionar yerüstü stansiyalar vasitəsilə həyata keçirilir. Bu halda PM2.5, PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> və CO kimi çirkləndiricilərin kon-

sentrsiyaları ölçülür. Belə stansiyalar normativ tələblərə cavab verən yüksək dəqiqlikli məlumatları təqdim edir, lakin quraşdırılması və saxlanılması çox xərc tələb etdiyindən, stansiyaların qeyri-bərabər paylanmasına və buna görə də,

xüsusilə kənd yerlərində və ya uçqar ərazilərdə məlumat çatışmazlığına gətirib çıxarır [1].

Yerin süni peykləri vasitəsilə məsafədən zondlamanın inkişafına XX əsrin sonlarından başlanılmışdır. Hazırda NASA-nın "MODIS" (Orta ayırdetməli spektrometr) və ESA-nın "Sentinel" kimi proqramları aerosolların optik qalınlığı və bəzi qazların konsentrasiyası haqqında genişmiqyaslı məlumat verir [2; 3; 4]. Bununla belə orbital trayektoriyalarının xüsusiyyətlərinə görə peyklər çirklənmənin insanlara birbaşa təsir etdiyi Yer səthinin yaxınlığında məhdud zaman ayırdetməsini və daha aşağı məkan ayırdetmə qabiliyyətini təmin edir.

Tədqiqatçılar seyrək yer stansiyaları və peyklər arasındakı boşluğu doldurmaq üçün mobil monitoring stansiyalarından istifadə etməyə başlamışdılar. Qaz analizatorları və hissəcik sensorları ilə təchiz edilmiş mikroavtobuslar və avtomobillər yollar boyunca və ya şəhərlərdə çirklənmənin xəritələşdirilməsi üçün istifadə olunurlar [5]. Mobil yerüstü monitoring məkan ayırdetmə qabiliyyətini yaxşılaşdırsa da, yollara çıxış konkret ərazi ilə məhdudlaşır. Havanın çirklənməsini izləmək üçün "PUA-lardan (dronlar) istifadə" ideyası 2000-ci illərin əvvəllərində kommersiya PUA-larının daha sərfəli olduğu və çirklənmələrin yüngül sensorlarının mövcud olduğu zaman ortaya çıxdı. PUA vasitəsilə hava nümunələrinin götürülməsi üzrə ilk tədqiqatlarda tez-tez sənaye sahələri və ya meşə yanğınları kimi emissiya mənbələrinin yaxınlığında şaquli çirklənmə qradiyentlərini profiləşdirmək üçün əsas sensorları olan sadə kvadrokopterlərdən istifadə edilirdi. Buna nümunə olaraq, NASA-nın 2004-cü ildə yüksək hündürlüklərdə atmosferin tərkibini ölçmək üçün daha böyük PUA-lardan istifadə edən "Avtonom Modul Sensor" (AMS) layihəsini göstərmək olar [6]. Kiçik həvəskar dronlardan 2010-cu ildə – miniatür hissəciklər sensorlarının praktiki hala gəldiyi zaman ətraf mühitlə bağlı araşdırmalarda istifadə edilməyə başlandı.

Bu gün PUA-lardan istifadə etməklə havanın keyfiyyət monitoringinin aparılması aktiv tədqiqat və istismar sahəsi hesab edilir. Çoxrotorlu PUA-lar şaquli profiləşdirmədə və kiçik sahələrin xəritələşdirilməsində üstünlük təşkil edir. Sabit qanadlı PUA-lar uzunmüddətli uçuşuna və

uçuş məsafəsinə görə indi daha böyük əraziləri əhatə edir. Belə PUA-lar meşə yanğınlarının tüstüsünü, kənd təsərrüfatı emissiyalarını izləmək və şəhər havasının keyfiyyətini xəritələşdirmək üçün istifadə olunur [7; 8]. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, əşyaların interneti ilə real zaman rejimində məlumatların ötürülməsinin inteqrasiyası getdikcə genişlənir və real zamana yaxın anda çirklənmənin xəritəsini tərtib etmək mümkün olur.

Atmosfer çirklənməsinin monitoringi üçün kvadrokopterlərdən və sabit qanadlı PUA-lardan istifadəni müqayisə edərkən hər bir növün üstünlükləri və çatışmazlıqları qeyd edilməlidir. Belə ki, kvadrokopterlər havada asılıqalma kimi xüsusiyyətə malikdirlər. Mövqenin dəqiq saxlanması çirklənmənin şaquli profiləşdirilməsinə imkan verir. Beləliklə, bir nöqtə üzərində müxtəlif hündürlüklərdə çirklənmənin qradiyentlərini ölçmək mümkün olur. Kvadrokopterlərdən istifadə sıx məskunlaşma ərazilərində, binaların yaxınlığında və ya nöqtəli çirklənmə mənbələrinin ətrafında ideal hesab edilir. Həmçinin aşağı sürətdə idarəetmənin və manevrin asanlığı da qeyd edilməlidir. Bununla belə, kvadrokopterlər daha qısa uçuş müddəti, məhdud uçuş məsafəsi və nəticədə daha az əhatə dairəsi kimi məhdudiyyətlərə malikdir. Bu isə o deməkdir ki, kvadrokopterlər bir uçuşda bütün şəhər və ya böyük kənd təsərrüfatı sahəsini izləmək üçün o qədər də yaramır. Kvadrokopterlərdən fərqli olaraq sabit qanadlı PUA-lar daha uzun uçuş müddətinə, yüksək kruiz sürətinə (100 km/saata qədər) malik olmaqla, nəticədə daha geniş monitoring sahəsini əhatə edir. Belə PUA-lar hündürlükdən və əhatə zolağından asılı olaraq bir missiyada 10-100 km<sup>2</sup> sahənin xəritəsini çəke bilir. Bu xüsusiyyətlər onları böyük kənd təsərrüfatı ərazilərində, meşə yanğınlarında və açıq sənaye zonalarında çirklənmənin tədqiqi üçün son dərəcə effektiv vasitəyə çevirir. Belə PUA-ların yeganə çatışmazlığı bir nöqtədə şaquli profiləşdirmənin mümkünəz olmasıdır. Həmçinin bir çox təyyarə tipli PUA-lardan istifadə uçuş-enmə zolağının olmasını və yaxşı missiya planlamasını tələb edir. *Cədvəl 1*-də bəzi PUA növlərinin müqayisəli texniki xüsusiyyətləri verilmişdir [9; 12].

**Cədvəl 1.**  
**PUA növlərinin tipik xüsusiyyətləri**

| Parametrlər  | Çoxrotorlu PUA<br>(məsələn, DJI M300 RTK,<br>DJI Mavic 3 Enterprise) | Sabit qanadlı PUA (məsələn, senseFly<br>eBee X, WingtraOne GEN II) |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Uçuş müddəti | 30-45 dəq.                                                           | 60-120 dəq.                                                        |
| Kruiz sürəti | 5-15 m/s (18-54 km/saat)                                             | 15-30 m/s (54-108 km/saat)                                         |
| Əhatə zonası | Hər uçuş üçün ~0,5-2 km <sup>2</sup>                                 | Hər uçuş üçün ~5-40 km <sup>2</sup>                                |
| Faydalı yük  | 0,5-2 kq                                                             | 0,3-2 kq                                                           |
| Uçuş-eniş    | Əllə buraxılış                                                       | Əllə buraxılış, katapult, uçuş-enmə zolağı                         |

Əksər hallarda irimiqyaslı layihələrdə hər iki PUA-lardan geniş istifadə olunur. Geniş əhatə dairəsi üçün sabit qanadlı PUA-lardan, daha ətraflı tədqiqat zamanı müəyyən edilmiş çirklənmiş ərazilərdən nümunə götürmək üçün isə kvadrokopterlərdən istifadə edilir. Nümunə kimi, real təcrübədə göstərmək olar ki, meşə yanğınlarının tədqiqində sabit qanadlı PUA-lar 30 km<sup>2</sup>-dən çox olan sahədə tüstü dumanının sərhəd xəritəsini çəkmək üçün, daha sonra isə kvadrokopterlər yanğın cəbhəsinin yaxınlığında və ya külək istiqamətində aşağı məskunlaşma ərazilərində müxtəlif hündürlüklərdə hissəciklərin səviyyəsini ölçmək üçün istifadə oluna bilər.

Çirklənmənin monitorinqi üçün geniş istifadə olunan PUA-ların bəzi xarakteristikalarını qeyd etmək olar. **DJI Matrice 300 RTK** 55 dəqiqəyə qədər uçuş müddətinə malik olmaqla maksimum sürəti 82 km/saatdır, lakin tipik çəkiliş sürəti bir qədər aşağıdır. **SenseFly eBee X aparatı** 90 dəqiqəyə qədər uçuş müddətinə və 40-110 km/saat kruiz sürətinə malikdir ki, bu da yer səviyyəsindən 120 m yüksəklikdə bir uçuşda 12 km<sup>2</sup>-ə qədər uçuş sahəsini əhatə etməyə imkan verir. **WingtraOne GEN II**-nin uçuş müddəti 1 saat və kruiz sürəti 60 km/saatdır ki, bu da eyni hündürlükdə 8 km<sup>2</sup> əhatə zonasını təmin edir.

PUA-lardan istifadə etməklə havanın çirklənməsinin monitorinqi üçün çirklənmə parametrləri və tövsiyə olunan sensorları nəzərdən keçirək. PUA-lardan istifadə etməklə havanın keyfiyyətinin öyrənilməsinə planlaşdırarkən müəyyən çirkləndiriciləri, daha doğrusu, PUA-lar üçün uyğun olan yüngül, aşağı gücə malik sensorlar vasitəsilə ölçülə bilənləri seçmək tövsiyə olunur. Cədvəl 2-də PUA-lar vasitəsilə monitorinqin aparılması üçün ən çox yayılmış çirkləndiricilər göstərilmişdir.

**Cədvəl 2.**  
**PUA vasitəsilə monitorinq üçün ən çox yayılmış hava çirkləndiriciləri**

| Tip                         | Çirkləndirici                                                                                                           | Qeydlər                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bərk hissəciklər            | PM1, PM2.5, PM10                                                                                                        | Sağlamlıq üçün ən zərərli olan kiçik hissəciklərdir (ağciyərlər, ürək).                                                                                                                   |
| Qaz şəkili çirkləndiricilər | CO, CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> ,<br>CH <sub>4</sub> , uçuşcu üzvi birləşmələr | Tədqiqat sahəsindən asılı olaraq aşağıdakı sahələrdə ölçülür.<br>CO/NO <sub>2</sub> (naqliyyatda)<br>CO <sub>2</sub> (sənayedə)<br>CH <sub>4</sub> /NH <sub>3</sub> (kənd təsərrüfatında) |
| Meteoroloji məlumatlar      | Temperatur, rütubət, təzyiq, külək                                                                                      | Çirklənmənin yayılmasının və səpələnmasının modelləşdirilməsi, həmçinin sensorların kalibrənməsi üçün zəruridir.                                                                          |

PUA-lardan istifadə etməklə müharibə zonalarında havanın çirklənməsinin monitorinqinin aparılması xüsusilə vacibdir. Munaqişə zonalarında çox vaxt havanın çirklənməsi ilə bağlı ciddi problemlər meydana çıxır. Bunlara müxtəlif amillər, o cümlədən yanğınlar, partlayışlar və bombardmanlardan zədələnmələr, neft anbarlarında yanğınlar, silah-sursat anbarlarında partlayışlar və s. səbəb ola bilər. Bu isə böyük miqdarda PM2.5 hissəciklərinin, zərərli qazların və ya hisin havaya sərbəst buraxılması və buna görə də humanitar fəsadların yaranması ilə nəticələnir. Cəbhə xəttinə yaxın yaşayış məntəqələri ciddi sağlamlıq risklərinə məruz qala bilər. Bu baxımdan PUA-lardan istifadə etməklə müstəqil monitorinq məsuliyyətini təmin etmək və munaqişənin fəsadlarını aradan qaldırmaq üçün ətraf mühitə dəyən ziyan sənədləşdirilə bilər. Beləliklə, PUA-lar yerüstü monitorinqin çox təhlükəli və ya qeyri-mümkün olduğu yerlərdə kritik məlumatları təqdim etmək imkanına malikdir.

Cədvəl 3-də isə havadan monitorinqin aparılması üçün geniş istifadə olunan praktiki miniatur sensorlar göstərilmiş, həmçinin onların kvadrokopterlər və sabit qanadlı PUA-lar üçün uyğun olub-olmadığı qeyd edilmişdir.

Nəzəri olaraq sabit qanadlı PUA-lar yanan neft yataqlarından çıxan tüstü dumanlarının xəritəsini çəkmək, həmçinin çətin müdaxilə olunan əraziləri əhatə etmək üçün əla vasitədir. Kvadrokopterlər zədələnmiş sənaye sahələri və ya şəhər döyüş zonaları yaxınlığında toksinlərin səviyyəsini ölçmək üçün daha qısa, lokallaşdırılmış uçuşlar həyata keçirə bilər. Körfəz müharibəsi zamanı Küveytdə yanan neft quyu-

**Cədvəl 3.**

**PUA-lardan istifadə edərək havanın keyfiyyətinin monitorinqi üçün geniş istifadə olunan sensorlar [13-17]**

| Atmosfer çirkləndiriciləri     | Sensor                              | Xüsusiyyətlər                                                                                                                                                                                                  | Tətbiqi                                                                                         |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                              | 2                                   | 3                                                                                                                                                                                                              | 4                                                                                               |
| Berk hissəciklər               | Plantower PMS7003 / PMS5003         | Kompakt optik hissəcik sensoru PM1, PM2.5, PM10-u aşkar edir. Çəkisi ~ 30 q.                                                                                                                                   | Kvadrokopterlər, təyyarə tipli PUA-lar                                                          |
| Berk hissəciklər               | Alphasense OPC-N3                   | Daha yüksək keyfiyyətli, daha yaxşı kalibrəmə ilə hissəciklərin optik saygacı. Daha böyük çəkisi (~100 q) və ölçüləri var.                                                                                     | Kvadrokopterlər                                                                                 |
| Qazşəkilli çirkləndiricilər    | Elektrokimyəvi sensorlar Alphasense | NO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> ölçmək üçün modullara malikdir. Sərfiyyata nəzarət və temperatur kompensasiyası tələb olunur. Kiçik çəkisi (20-40 q) var. Nasos və korpus tələb olunur. | Kvadrokopterlər, təyyarə tipli PUA-lar                                                          |
| CO <sub>2</sub>                | Senseair (məsələn, K33 ELG)         | Ölçmə prosesi qeyri-dispers infraqırmızı aşkarlama metoduna əsaslanır.                                                                                                                                         | Təyyarə tipli PUA                                                                               |
| Benzol, toluol və digər VOC    | MiniPID 2 or ION Science            | Nasosla birlikdə 100-200 q çəkisi olan daha ağır sensordur                                                                                                                                                     | Kvadrokopterlər, təyyarə tipli PUA-lar                                                          |
| Meteoroloji ölçmələr           | BME280 / SHT35                      | Miniatur aşağı güclü temperatur, rütubət və təzyiq sensorları 2-5 q çəkisi var.                                                                                                                                | Hər bir standart PUA-nın hava keyfiyyətinin monitorinqi modulunda quraşdırılmışdır              |
| Anemometrlər, külək sensorları |                                     |                                                                                                                                                                                                                | Kvadrokopterlər. təyyarə tipli PUA-larda küləyin sürəti adətən GPS vasitəsilə qiymətləndirilir. |

larını izləmək üçün peyk görüntülərindən və təyyarələrdən istifadə edilmişdir. Bu gün sabit qanadlı PUA-lar bu cür şeyfləri pilotlu uçuşlarla müqayisədə kifayət qədər kiçik xərclə və risklə xəritələşdirmək imkanını əldə etmişlər. Bununla yanaşı, belə ərazilərdə çirklənmənin monitorinqinin aparılması ilə bağlı müəyyən problemlər meydana çıxır. Mənaqışə zonalarında hava məkanı çox məhdud və ya xaoslu olduğundan hərbi radarlar PUA-ları düşmənin kimi tanıya bilər. Bu zaman PUA-lar susdurula, vurula və ya kəşfiyyat pilotsuz təyyarələri kimi qeydə alınır. Xüsusilə müşahidə pilotsuz təyyarələrinə bənzəyən sabit qanadlı modellərlə səhv salına bilər. Həmçinin məlumatların təhlükəsizliyi və etik məsələlər də meydana çıxır. Məsələn, dronlar tərəfindən toplanılan məlumatlara neytral şəkildə müraciət olunmazsa, hədəf təyin etmək üçün istifadə edilə bilər. Bu səbəbdən bir çox muna-

qışə zonalarında mülki pilotsuz təyyarələrin bütün uçuşlarına tamamilə qadağa qoyulur. Bununla belə, kiçik həvəskar dronlar bəzən atəşkəs zamanı zədələnmə və ya çirklənmə zonalarını yoxlamaq üçün istifadə olunurdu. Ona görə də munaqışədən sonrakı ərazilərdə PUA-ların, xüsusilə də sabit qanadlı təyyarələrin istifadəsi ətraf mühitə, o cümlədən atmosfərə dəyən ziyanın qiymətləndirilməsində effektiv sayıla bilər, toplanılmış məlumatlar ətraf mühitə dəymiş ziyanın ödənilməsində və fəsadların aradan qaldırılmasının planlaşdırılmasında köməkçi informasiya mənbəyi kimi istifadə olunur.

**Nəticə.** Sabit qanadlı PUA-lar, xüsusilə əənəvi yerüstü və ya peykəsaslı metodların səmərəsiz olduğu hallarda havanın çirklənməsinin genişmiqyaslı monitorinqi üçün əvəzolunmaz vasitələr hesab edilir. Belə platformalar təhlükəli tüstü dumanlarının, sənayenin qalıq çirklənmə-



sinin, sağlamlıq və ətraf mühit üçün ciddi risklər yaradan digər çirkəndiricilərin yayılmasının xəritəsini tərtib etmək, geniş, əsasən əlçatmaz çətin əraziləri təhlükəsiz tədqiq etmək üçün unikal imkanlar yaradır. Aktiv münəqişələr zamanı PUA-lardan istifadə təhlükəsizlik, hüquqi və etik nöqteyi-nəzərindən məhdud olsa da, onlar münəqişədən sonra ətraf mühitin təmizlənməsi, sağlamlıq risklərinin qiymətləndirilməsi və uzunmüddətli bərpa planlarının hazırlanması üçün yüksək ayırdetməyə malik real zaman məlumatları təmin etməklə belə işlərin həyata keçirilməsində mühüm rol oynaya bilər. Onların tam potensialına nail olmaq üçün sabit qanadlı PUA missiyaları diqqətlə planlaşdırılmalı və digər məsafədən zondlama vasitələrinə inteqrasiya olunmalıdır. Texnologiya inkişaf etdikcə PUA-lar vasitəsilə havanın keyfiyyətinin monitorinqinin aparılması ətraf mühitin mühafizəsi tədbirlərinin tərkib hissəsi olaraq qalacağı şübhəsizdir.

#### **İstifadə edilmiş ədəbiyyat**

1. U.S. Environmental Protection Agency.  
<https://www.epa.gov/>.
2. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer. Aerosol optical depth  
<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod04.php#:~:text=The%20MODIS%20Aerosol%20Product%20monitors,hickness%20over%20bright%20land%20areas.>
3. Harbula J., Kopackova-Strnadova V. Air pollution detection using MODIS data. Earth Resources and Environmental Remote Sensing/gis Applications II, 2011, 8181. 81811E. 10.1117/12.898107.
4. Sentinel 5P.  
<https://dataspace.copernicus.eu/explore-data/data-collections/sentinel-data/sentinel-5p>.
5. Mustafazade N.X. Bakı şəhərinin atmosfer çirkənlənməsinin monitorinqi və modelləşdirilməsi. Azərbaycan Texniki Universitetinin "Elmi əsərlər" jurnalı, 2015, cild 1, №4, s.175-181.
6. NASA Airborne Science Program. Autonomous Modular Sensor.  
[https://airbornescience.nasa.gov/instrument/Autonomous Modular Sensor](https://airbornescience.nasa.gov/instrument/Autonomous%20Modular%20Sensor).
7. Vishal., Sharma M., Jain S. Unmanned aerial vehicles and low-cost sensors for air quality monitoring: A comprehensive review of applications across diverse emission sources. Sustainable Cities and Society, vol.127, 2025.  
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106409>.
8. Motlagh N.H., Kortoci P., Su X. et al. Unmanned aerial vehicles for air pollution monitoring: A survey. IEEE Internet of Things journal, 2023.
9. DJI Matrice 30 T DJI M30T.  
[https://gnss.ae/drones/dji-matrice-30-t-dji-m30t/?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=22667219961&gbraid=0AAAAA9yAZRdQrtR5TIh-RfSi3mDfUp0E7&gclid=EAIaIQobChMI6\\_aDzI7LjgMVzp2DBx3Ptwm-EAAYASAAEgJg-2PD\\_BwE](https://gnss.ae/drones/dji-matrice-30-t-dji-m30t/?gad_source=1&gad_campaignid=22667219961&gbraid=0AAAAA9yAZRdQrtR5TIh-RfSi3mDfUp0E7&gclid=EAIaIQobChMI6_aDzI7LjgMVzp2DBx3Ptwm-EAAYASAAEgJg-2PD_BwE).
10. DJI Mavic 3 Enterprise.  
<https://enterprise.dji.com/mavic-3-enterprise>.
11. senseFly eBee X.  
<https://www.rmuc.com/products/sensefly-ebec-x?srsId=AfmBOorBolljyrkonfN0KBh3-ASPWGMVR8VY7ZKZotrQkiCW-js8OMEh1>.
12. WingtraOne GEN II.  
<https://wingtra.com/mapping-drone-fast-accurate-surveying/?srsId=AfmBOoqvK2ob-IrlrLaoUYFfmamGOWkipNezA2TLTQ5lS5hjz-63syMkQ7>.
13. Plantower PMS7003 PMS5003.  
<https://www.winsen-sensor.com/product/zphs01b.html>.
14. Alphasense OPC-N3.  
<https://www.alphasense.com/products/view-by-target-gas/particulates-optical-particle-counters>.
15. Senseair K33 ELG.  
<https://senseair.com/product/k33-elg/>.
16. MiniPID.  
<https://ionscience.com/en/it-has-always-been-ion-inside/>.
17. BME280/SHT35.  
<https://medium.com/@jj.underwood/comparing-i2c-sensors-e451c4a447ab>.

#### **N.Mustafazade, A.Bayramova Monitoring of air pollution using aircraft-type unmanned aerial vehicles (UAVs)**

##### **Abstract**

The article examines the use of fixed-wing unmanned aerial vehicles (UAVs) for monitoring air pollution over large areas. While traditional

multicopter drones (quadcopters) provide precise local sampling capabilities, their limited flight time and low speed restrict their coverage. Fixed-wing UAVs, on the other hand, can travel long distances at higher speeds and altitudes, making them an ideal tool for monitoring extensive areas such as agricultural fields, urban zones, and industrial corridors.

The article also addresses the technical feasibility of using aircraft-type platforms to monitor key air pollutants detectable through sensors installed on UAVs. In this regard, practical real-world examples are presented, current technological limitations are discussed, and the future potential of integrating fixed-wing UAVs with IoT networks is described. The main objective is to inform researchers, environmental protection authorities, and operators about the benefits of using fixed-wing UAVs for comprehensive air quality assessment.

**Н.Мустафазаде, А.Байрамова**

**Мониторинг загрязнения воздуха с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) самолётного типа**

**Аннотация**

В статье рассматривается использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с

фиксированным крылом для мониторинга загрязнения воздуха на больших территориях. Традиционные мультикоптеры (квадрокоптеры), хотя и обеспечивают точный локальный отбор проб, имеют ограниченное время полёта и низкую скорость, что уменьшает площадь их охвата. БПЛА с фиксированным крылом, напротив, способны преодолевать большие расстояния на более высоких скоростях и высотах, что делает их идеальным инструментом для мониторинга обширных зон, таких как сельскохозяйственные угодья, городские территории и промышленные коридоры.

Кроме того, в статье рассматривается техническая возможность использования аппаратов самолётного типа для контроля основных атмосферных загрязнителей, которые могут отслеживаться с помощью датчиков, установленных на БПЛА. В связи с этим приводятся реальные практические примеры, обсуждаются существующие технологические ограничения и описывается будущий потенциал интеграции БПЛА с фиксированным крылом в сети IoT. Основная цель заключается в информировании исследователей, органов охраны окружающей среды и операторов о преимуществах использования БПЛА с фиксированным крылом для комплексной оценки качества воздуха.