



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun  
“Qarabağ Azərbaycandır” məqsədli qrant  
müsabiqəsinin (AEF-MQM-QA-1-2021-4(41) qalibi  
olmuş layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq  
(rüblük olaraq 6-cı mərhələ)

### ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **İşğaldan azad edilmiş ərazilərdə davamlı inkişafı və təhlükəsizlik mühitini təmin etmək üçün PUA-ların monitorinqi metodlarının təkmilləşdirilməsi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Abbasov Əli Məhəmməd oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MQM-QA-1-2021-4(41)-8/01/1-M-01**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **22 noyabr 2022-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 dekabr 2022-ci il - 01 dekabr 2024-cü il**

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

**1** Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**

#### **Monitorinq sistemi platformasının sxeminin hazırlanması**

Qurulması planlaşdırılan monitorinq sistemi, ərazinin xəritəsinə malik, sistemdə qeydə alınan PUA-ların real vaxt rejimində havada izlənməsinin mümkün olacağı veb-platfordadır. Veb-platforda istifadəçilərə izləmə modulları ilə təchiz edilmiş dronları qeydiyyatdan keçirməyə, uçuşlar üçün icazə almağa və proqnozlaşdırılan hava şəraitinə əsasən uçuş vaxtlarını planlaşdırmağa imkan verəcək. Sistem inzibatçıları məlumat və analitik hesabatlar təqdim edə, həm də avtorizasiya, protokollaşdırma və monitorinq funksiyalarını idarə edə bilərlər.

#### **Planlaşdırılan işlər**

Bu istiqamətdə planlaşdırılan işlər aşağıdakılardan ibarətdir:

- texniki şərtlərin hazırlanması
- prototipləşdirmə
- sistem dizaynının, istifadəçi interfeysinin yaradılması
- kontentin hazırlanması və doldurulması
- proqram təminatının hazırlanması
- qüsurların üzə çıxarılması və aradan qaldırılması

#### **1. Texniki şərtlərin hazırlanması**

Bu mərhələdə monitorinq sisteminin yaradılması üçün texniki şərtlər (TS) müəyyən edilmişdir. Texniki spesifikasiyalara veb-platfomanın funksionallığına dair tələblər, PUA-ların qeydiyyatı və izlənməsi üçün zəruri məlumatların siyahısı, hava şəraitinin proqnozlaşdırılması üçün parametrlər, həmçinin təhlükəsizlik və məlumatların mühafizəsi tələbləri daxildir.

Əsas tələblərə aşağıdakılar aiddir:

- İstifadəçilərin qeydiyyatı və avtorizasiyası imkanının olması
- Unikal identifikatorlarla dronların qeydiyyatı imkanının olması
- Real vaxt rejimində dronların xəritədə mövqeyini göstərmək üçün izləmə modulunun tətbiqi imkanının olması
- Hava şəraitinin proqnozlaşdırılması üçün meteoroloji xidmətlərlə inteqrasiya imkanının olması
- Uçuş icazələrinin alınması imkanının olması
- Uçuşların qeydiyyatı və monitorinq funksiyalarının olması
- Cərimə funksiyalarının olması

## **2. Prototiplərin hazırlanması**

Prototiplərin hazırlanması mərhələsi məhdud funksionallığı olan veb platformanın ilkin versiyasının hazırlanmasını əhatə edir. Bu mərhələnin məqsədi sistemin əsas imkanlarını nümayiş etdirmək və potensial istifadəçilərdən rəy almaq üçün işləyən prototip yaratmaq idi.

Prototiplərin hazırlanmasının əsas addımları aşağıdakılardır:

- İstifadəçi interfeysi (UI) prototipinin hazırlanması
- PUA-ların izlənməsi üçün interaktiv xəritənin yaradılması
- İstifadəçinin qeydiyyatı və avtorizasiyası üçün əsas funksionallığın yaradılması.

## **3. Dizayn modelinin və istifadəçi interfeysinin yaradılması**

Bu mərhələdə veb platformanın və istifadəçi interfeysinin son dizayn modeli yaradılır.

Həll olunan məsələlərə aşağıdakılar aiddir:

- İntuitiv və istifadəçiyə dost interfeysin yaradılması
- Müxtəlif qurğular (kompüterlər, planşetlər, smartfonlar) üçün interfeysin optimallaşdırılması
- Bütün platforma funksiyalarının əlçatanlığının və istifadə asanlıqının təmin edilməsi.

## **4. Kontentin hazırlanması və doldurulması**

Platformanın tam fəaliyyətini təmin etmək üçün kontentin doldurulması üzrə hazırlıqlar aparıldı, o cümlədən:

- İstifadəçilər üçün soraqça-məlumat tipli materialların və təlimatların hazırlanması
- PUA-lardan istifadə qaydaları üzrə məlumat bölmələrinin hazırlanması
- Meteoroloji şərait və uçuşun qadağan olunduğu zonalar haqqında məlumatların inteqrasiyası.

## **5. Proqram təminatının hazırlanması**

Əsas mərhələyə veb platforma üçün proqram təminatının hazırlanması daxildir. Texniki spesifikasiyalara daxil edilmiş bütün planlaşdırılan xüsusiyyətlər və inteqrasiyalar nəzərdən

keçirilmişdir.

Əsas istiqamətlər:

- Stabilliyi və təhlükəsizliyi təmin etmək üçün müasir texnologiyalardan istifadə etməklə sistemin server hissəsinin hazırlanması
- Dinamik və interaktiv istifadəçi interfeysi yaratmaq üçün veb texnologiyalarından istifadə edərək sistemin müştəri hissəsinin hazırlanması
- Hava şəraiti haqqında məlumat əldə etmək və uçuş icazələrini təmin etmək üçün xarici servislərlə inteqrasiya.

## 6. Qüsurların üzə çıxarılması və aradan qaldırılması

Son mərhələ qüsurları müəyyən etmək və aradan qaldırmaq üçün sistemin hərtərəfli sınaqdan keçirilməsi təşkil edir. Bunun üçün aşağıdakı test sınaqlarını aparmaq lazımdır:

- Bütün sistem funksiyalarının funksionallığını yoxlamaq üçün funksional testlərin hazırlanması və keçirilməsi
- Zəiflikləri müəyyən etmək və aradan qaldırmaq üçün təhlükəsizlik testlərinin hazırlanması və keçirilməsi
- Yüksək yüklər altında sistemin performansını qiymətləndirmək üçün yük testlərinin hazırlanması və keçirilməsi.

Sınaq nəticələrinə əsasən mümkün qüsurları müəyyən etmək və onları aradan qaldırmaq üçün təhlil aparmaq və belə qüsurlar aşkar olunduğu təqdirdə onları aradan qaldırmaq lazımdır. Bu işə sistemi işə salmağa zəmin yaradır.

## 7. PUA uçuşlarının izlənməsi sisteminin platforması sxeminin təsviri

### 7.1. PUA izləmə modulu ilə

- Mikrokontroller: Sensorlardan alınan məlumatların emalı, GNSS və GSM modullarının idarə olunması, məlumatların saxlanması.
- GNSS modulu: PUA-nın yerini, uçuş hündürlüyünü və sürətini müəyyən etmək üçün GNSS siqnallarını qəbul edir.
- GSM modulu: Mobil şəbəkə vasitəsilə uçuş məlumatlarını izləmə sisteminin serverinə göndərir.
- İstəyə görə əlavə sensorları qoşmaq mümkündür: akselerometr, giroskop, barometr, temperatur sensoru və PUA-nın vəziyyəti haqqında məlumat toplamaq üçün digər sensorlar.

### 7.2. Məlumatların toplanması:

- *PUA-dan məlumatların qəbulu:* İzləmə sisteminin serveri mobil şəbəkə vasitəsilə PUA-ya quraşdırılmış cihazlardan uçuş məlumatlarını qəbul edir.
- *Məlumatların emalı:* Server şifrlənmiş məlumatları açır, PUA-nın yeri, hündürlüyü, sürəti, vəziyyəti və digər parametrlər haqqında məlumatları götürür.

### 7.3. Məlumatların emalı:

- *Yerləşmə yerinin müəyyənləşdirilməsi:* GNSS siqnallarının trilaterasiyası vasitəsilə PUA-nın yerinin,

hündürlüyünün və sürətinin hesablanması.

- *İdentifikasiya*: Cihazın sahibini və növünü müəyyənləşdirmək üçün qəbul edilmiş məlumatların qeydiyyatdan keçmiş PUA-ların məlumat bazası ilə üzləşdirilməsi.
- *İcazənin yoxlanması*: PUA-nın müəyyən ərazidə və müəyyən vaxtda uçuş icazəsinin olmasının yoxlanması.
- *Trayektoriyanın izlənməsi*: PUA-nın uçuş trayektoriyası haqqında məlumatın yazılması və yadda saxlanması.
- *Məlumatların Təhlili*: Məhdud ərazilərdə uçmaq və ya sürət həddini aşmaq kimi qayda pozuntularının aşkarlanması.

#### **7.4. Verilənlərin vizualizasiyası:**

- *Xəritə*: PUA-nın yerinin interaktiv xəritədə real vaxt rejimində göstərilməsi.
- *Traektoriyalar*: PUA keçmiş uçuş trayektoriyalarının göstərilməsi.
- *Atributlar*: PUA-nın növü, qeydiyyat nömrəsi, hündürlük və sürət kimi PUA-ya aid olan məlumatların göstərilməsi.
- *Analitik alətlər*: Filtirlər, üst-üstə düşmələr və qrafiklər kimi PUA trafik məlumatlarını təhlil etmək üçün alətlərin təqdim olunması.

#### **7.5. Hava məkanının idarə edilməsi:**

- *Xəbərdarlıqlar və məlumatlandırmalar*: PUA pilotlarına qaydaların potensial pozuntuları barədə xəbərdarlıqların verilməsi.
- *Hava Məkanı Məhdudyyətləri*: PUA uçuşları üçün məhdud zonalar və xüsusi tələblər qoyulan ərazilər kimi məhdudlaşdırılmış ərazilərin göstərilməsi.
- *Virtual hasarlar*: Müəyyən ərazilərdə PUA uçuşlarını məhdudlaşdırmaq üçün virtual hasarların yaradılması.
- Axınların idarə olunması: Səmərəliliyi və təhlükəsizliyi artırmaq üçün PUA uçuş yollarının optimallaşdırılması.

#### **7.6. Qeydiyyat və icazələr:**

- *Onlayn platforma*: PUA-ların qeydiyyatı və uçuş icazələrinin alınması üçün onlayn platformanın yaradılması.
- *Məlumatların yoxlanması*: PUA sahibinin şəxsiyyətinin və cihazın təhlükəsizlik tələblərinə uyğunluğunun yoxlanması.
- *İcazələrin verilməsi*: Mövcud qaydalara uyğun olaraq uçuş icazələrinin verilməsi.

#### **7.7. Nəzarət və cəzalar:**

- *Uçuşların monitorinqi*: Qaydaların pozulmasını aşkar etmək üçün PUA uçuşlarının davamlı monitorinqi.

- *Pozuntuların qeydə alınması*: Foto və video materialların, GPS məlumatlarının və danışiq yazılarından istifadə etməklə qayda pozuntularının müəyyənləşdirilməsi.

- *Cərimələrin tətbiqi*: Qaydaların pozulmasına görə cərimələrin avtomatik tətbiqi.

- *PUA sahiblərinə xəbərdarlıqların edilməsi*: PUA sahiblərinin pozuntular və tətbiq edilən cərimələr barəsində məlumatlandırılması.

### **7.8. Əlavə funksiyalar:**

- *Yazılma və səsləndirmə*: Sonrakı təhlil və səsləndirmə üçün PUA uçuş məlumatlarının yazılması.

- *Məlumat ixracı*: Üçüncü tərəfin təhlili üçün PUA uçuş məlumatlarını müxtəlif formatlarda ixrac olunması.

- *Digər sistemlərlə inteqrasiya*: Digər hava hərəkətinə nəzarət və təhlükəsizlik sistemləri ilə inteqrasiya.

### **7.9. Yer üzərindəki qurğular:**

- *Baza stansiyaları*: PUA-dakı cihazlardan GSM siqnallarının qəbulu və onların izləmə sisteminin serverinə ötürülməsi.

- *Serverlər*: PUA uçuşlarında məlumatların saxlanması, məlumatların işlənməsi, xəritədə və digər interfeyslərdə məlumatların göstərilməsi, icazələrin idarə edilməsi, qaydalara riayət olunmasına nəzarət.

- *Proqram təminatı*: Sistemin idarə edilməsi, uçuşların monitorinqi, məlumatların təhlili, PUA-ların qeydiyyatı və icazəsi üçün proqramlar.

### **7.10. İstifadəçi ilə qarşılıqlı əlaqə:**

- *Veb interfeys*: PUA uçuşları haqqında məlumatın, trayektoriyaların, atributları'n, analitik məlumatların xəritədə göstərilməsi.

- *Mobil proqram*: Smartfon və planşetlərdən PUA uçuşları haqqında məlumatlara girişin əldə olunması.

- *API*: Kənar təhlilçilər və yaradıcılar üçün PUA uçuş məlumatlarına girişin təmin edilməsi.

### **7.11. Təhlükəsizlik:**

- *Şifrələmə*: PUA-ya quraşdırılmış cihazlar, baza stansiyaları və serverlər arasında ötürülən məlumatların şifrələnməsi.

- *Autentifikasiya*: Sistemə daxil olarkən istifadəçilərin autentifikasiyası.

- *Avtorizasiya*: Məlumatlara və sistem funksiyalarına girişin məhdudlaşdırılması.

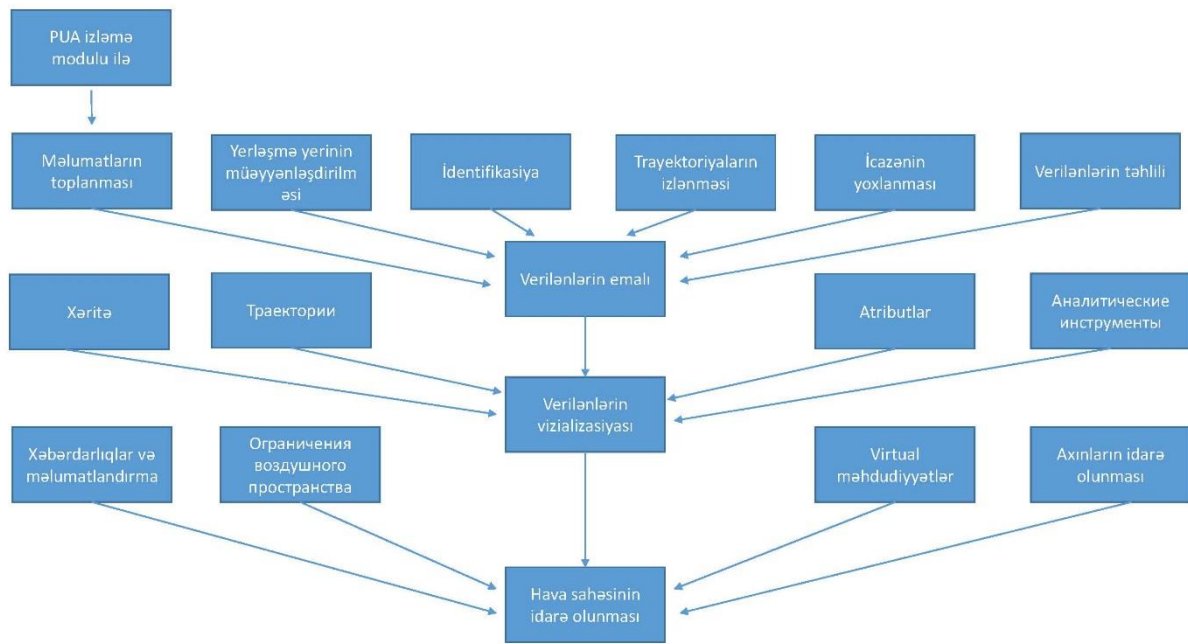
- *Kiber Hücumdan Müdafiə*: Sistemin hakerlik və DDoS hücumları kimi kiberhücumlardan qorunması.

### 7.12. Miqyaslanma:

- *Modul arxitekturu:* Miqyaslanmanı təmin etmək üçün sistemin modul arxitekturasında hazırlanması.
- *Bulud texnologiyaları:* Məlumatların saxlanması və pik yüklənməni idarə etmək üçün bulud texnologiyalarından istifadə.
- *Avtomatlaşdırma:* Sistemin səmərəliliyini artırmaq üçün gündəlik yerinə yetirilən məsələlərin avtomatlaşdırılması.

### 7.13. Tənzimlənmə:

- *Tələblərin gözlənilməsi:* PUA uçuşlarının izlənməsi sisteminin bütün tətbiq olunan qayda və normalara uyğunluğu.
- *Tənzimləyici orqanlarla əməkdaşlıq:* PUA-ların istifadəsini tənzimləyən dövlət qurumları ilə əməkdaşlıq.



### PUA uçuşlarının izlənməsi sistemi platformasının sxemi

### 8. Qüsurların yoxlanması və aradan qaldırılması

Son mərhələ qüsurları müəyyən etmək və aradan qaldırmaq üçün sistemin hərtərəfli sınaqdan keçirilməsini əhatə etməlidir. Bunun üçün aşağıdakı test növlərini aparmaq lazımdır:

- Bütün sistem funksiyalarının işini yoxlamaq üçün funksional testlər
- Zəiflikləri müəyyən etmək və aradan qaldırmaq üçün təhlükəsizlik testləri
- Yüksək yüklənmə şəraitində sistemin məhsuldarlığını qiymətləndirmək üçün yüklənmə testləri.

Sınaq nəticələrinə əsasən, mümkün qüsurların müəyyən olunması və onların aradan qaldırılması üçün təhlil aparmaq lazımdır. Bu isə sistemin etibarlı və dayanıqlı fəaliyyəti üçün vacib şərtidir.

## Nəticə

Görülən işlərin nəticəsi olaraq pilotsuz uçuş aparatlarının uçuşlarının effektiv və təhlükəsiz monitorinqi üçün bütün zəruri komponentləri və funksionallığı özündə əks etdirən PUA-ların uçuşunun monitorinqi sistemi platformasının sxemi hazırlanmışdır. Veb platforma istifadəçilərə dronları qeydiyyatdan keçirməyə, onları real vaxt rejimində izləməyə, uçuş icazələri əldə etməyə və hava şəraitinə əsasən uçuş vaxtlarını planlaşdırmağa imkan verəcək. Sistem inzibatçıları məlumat və analitik hesabatlar təqdim etmək, həmçinin avtorizasiya, giriş və monitorinq funksiyalarını idarə etmək üçün alətlərə malik olacaqlar.

2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)
	50 % (Tədqiqat üçün tələb olunan PUA-lar təchiz olunmadığından (alınmadığından) mərhələ üzrə işləri 100% yerinə yetirmək mümkün olmamışdır)
3	Hesabat dövründə alınmış <b>elmi nəticələr</b> , onların yenilik dərəcəsi
	<ul style="list-style-type: none"><li>- pilotsuz uçuş aparatlarının uçuşlarının effektiv və təhlükəsiz monitorinqi üçün bütün zəruri komponentləri və funksionallığı özündə əks etdirən PUA-ların uçuşunun monitorinqi sistemi platformasının sxemi hazırlanmışdır;</li><li>- PUA-ların monitorinqi üçün veb platforma istifadəçilərə dronları qeydiyyatdan keçirməyə, onları real vaxt rejimində izləməyə, uçuş icazələri əldə etməyə və hava şəraitinə əsasən uçuş vaxtlarını planlaşdırmağa imkan verəcəkdir.</li></ul>
4	Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar
	Mikrokontrollerin proqramlaşdırılması; radio-elektronika; telekommunikasiya şəbəkələri və qurğuları; uçan aparatların layihələndirilməsi, konstruksiyası və istehsalı; uçan aparatların və onların sistemlərinin sınağı, onlara nəzarət; uçan aparatların və onların sistemlərinin istismarı; hesablama texnikasının və idarəetmə sistemlərinin element və qurğuları
5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (surətlərini əlavə etməli!)
	Ali Abbasov, Elchin Aliyev. Intelligent UAV Flight Control System//International Symposium on Unmanned Systems: AI, Design&Efficiency. National Aviation Academy, May 22-24, 2024, Baku, Azerbaijan ( <i>Nəticələr Simpoziumda məruzə edilmişdir. Məqalə Simpoziumun materiallarında çap olunacaq</i> )
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər
	Yoxdur
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər
	Hesabat dövründə olmamışdır
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak
	Yoxdur
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak
	Yoxdur
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar)
	Yoxdur
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar

	Tədqiqatın aparılması üçün tələb olunan cihaz və avadanlıqlar hələ təchiz olunmamışdır.
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr Elmi tədqiqat işləri Milli Aviasiya Akademiyası ilə birlikdə həyata keçirilir
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr yoxdur
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı Növbəti mərhələlərdə planlaşdırılır
15	Sərgilərdə iştirak yoxdur
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi yoxdur
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. yoxdur

Layihə rəhbərinin imzası \_\_\_\_\_ Abbasov Əli Məhəmməd oğlu

Tarix \_\_\_\_\_