

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

Ağazadə Mehdi Tahir oğlu
Vahidov Vüqar Bəxtiyar oğlu

Pilotsuz uçuş aparatlarının telekommunikasiya sektorunda rolu, zəruriliyi,
üstünlük və çatışmazlıqları
mövzusunda

MAGİSTRİK DİSSERTASIYASI

İxtisas: 060627 – Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika
mühəndisliyi

İxtisaslaşma: Çoxkanallı telekommunikasiya sistemləri

Elmi rəhbər: t.e.d., prof. Rəhimov Ağarəhim Tofiq oğlu

BAKİ-2024

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	1
FƏSİL 1: PILOTSUZ UÇUŞ APARATLARININ TELEKOMMUNİKASIYA SEKTORUNDA ROLU	3
1.1. PUA-ların Telekommunikasiya İnfrastrukturunda İstifadəsi:.....	3
1.2. PUA-ların məlumat toplama qabiliyyətləri və bu məlumatların işlənməsi.	9
1.3. PUA-ların şəbəkə performansını artırmaq üçün nümunələr	16
FƏSİL 2: PILOTSUZ UÇUŞ APARATLARININ TELEKOMMUNİKASIYA SEKTORUNDA ZƏRURİLİYİ VƏ ÜSTÜNLÜKLƏRİ	24
2.1. Çətin ərazilərdə şəbəkə qurulumu və baxımı.	24
2.2. PUA-ların işlərə sürət qatma və müdaxilə vaxtını azaltma üstünlükləri.	31
2.3. PUA-ların telekommunikasiya şirkətləri üçün maliyyə imkanları. .	36
FƏSİL 3: PILOTSUZ UÇUŞ APARATLARININ TELEKOMMUNİKASIYA SEKTORUND ÇATIŞMAZLIQLARI VƏ POTENSIAL TƏHLÜKƏLƏRİ	42
3.1. PUA-ların işlətməkdə qarşılaşdığı texniki problemlər.	42
3.2. PUA-lardan istifadənin məxfilik və təhlükəsizlik riskləri.....	50
3.3. PUA-ların işlətməsinə aid qanuni məhdudiyyətlər və tənzimləmələr.	56
NƏTİCƏ	63
ƏDƏBİYYAT SİYAHISI	65

GİRİŞ

Elmi İşin Aktuallığı Telekommunikasiya sektorunun genişlənməsi və texnologiyanın hər keçən gün inkişaf etməsi ilə pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) rolunun araşdırılması zəruri hala gəlmişdir. Bu texnologiyalar, özəlliklə çətin coğrafi vəziyyətlərdə, telekommunikasiya şəbəkələrinin qurulması və baxımında yeni metodlar təklif edir.

Problemlərin Qoyuluşu və Öyrənilmə Səviyyəsi Sektorun qarşılaşdığı əsas problemlər şəbəkə qurulumu, baxımı və məlumatların toplanmasıdır. Bu problemlərin həlli üçün PUA-ların istifadəsi, bu sahədə daha geniş öyrənilməyə ehtiyac duyulan bir yenilikdir.

Tədqiqatın Məqsəd və Vəzifəsi Bu tədqiqatın məqsədi PUA-ların telekommunikasiya sektorundakı rolu, effektivliyi və potensial təhlükələrini dərinləşdirərək araşdırmaqdır. Tədqiqatın vəzifəsi, bu texnologiyaların sektorda necə bir dəyişiklik yaradacağını və mövcud çətinlikləri necə həll edə biləcəyini anlamaqdır.

Tədqiqatın Obyekt və Predmeti Tədqiqatın obyekt, telekommunikasiya sektoru olaraq göstərilərkən, predmeti isə bu sektorda PUA-ların istifadəsi və təsirləridir.

Tədqiqat Üsulu Tədqiqatın əsas üsulu: "Telekommunikasiya sektorunda PUA-ların istifadəsi şəbəkə qurulumu, baxımı və məlumat toplanmasını necə dəyişdirir?"

Tədqiqatın Nəzəri Perspektivləri Tədqiqatda sistem nəzəriyyəsi və kommunikasiya nəzəriyyələri əsas götürülərək, PUA-ların telekommunikasiya infrastrukturunu üzərindəki təsiri çərçivəsində təhlil ediləcəkdir.

Tədqiqatın İnformasiya Bazası Tədqiqat, həm dövlət və özəl sektor mənbələrindən toplanan kvantitativ məlumatlar, həm də sahə araşdırmaları və müsahibələr vasitəsilə toplanan keyfiyyətli məlumatlar üzərində qurulacaqdır.

Tədqiqatın Məhdudiyyətləri Tədqiqatın əsas məhdudiyyətləri, PUA-ların hərbi və mülki aspektləri arasındakı qarışıqlıq, məlumatların məhdud olması və təhlükəsizlik məsələləri olaraq göstərilə bilər.

Tədqiqat İşinin Elmi Yeniliyi Bu tədqiqat, PUA-ların telekommunikasiya sektorundakı istifadəsi ilə bağlı dərinləşdirilmiş analitik bir çərçivə təklif etməkdədir. Həmçinin, bu sahədəki məlumat boşluqlarını doldurmağa çalışır.

Tədqiqatın Praktiki Əhəmiyyəti Tədqiqatın nəticələri, telekommunikasiya şirkətlərinə, siyasət qurucularına və texnoloji innovatorlara PUA-ların istifadəsi ilə əlaqəli strateji qərarlar vermək üçün kritik bilgiler təqdim edəcək.

FƏSİL 1: PILOTSUZ UÇUŞ APARATLARININ TELEKOMMUNİKASIYA SEKTORUNDA ROLU

1.1. PUA-ların Telekommunikasiya İnfrastrukturunda İstifadəsi:

Pilotsuz Uçuş Aparatları (PUA-lar) telekommunikasiya sektorunda mühüm rol oynayır. Bu aparatlar, çətin əlçatan bölgələrdə telekommunikasiya infrastrukturunun qurulması, təmiri və saxlanması işlərində istifadə olunur. PUA-lar, baza stansiyaları, yayım qüllələri və digər telekommunikasiya infrastrukturalarının vəziyyətini yoxlamaq üçün idealdır [1,s.6].

Telekommunikasiya şirkətləri PUA-ları fiber optik kabellərin çəkilməsi və zədələnmiş xətlərin aşkarlanması kimi işlərdə də istifadə edirlər. Bu aparatlar geniş əraziləri sürətli və effektiv şəkildə dərəcəyə imkan verir ki, bu da insan işçiliyinə nisbətən daha az xərcləyici və daha sürətli həll yolları təklif edir.

Həmçinin, PUA-lar təbii fəlakətlər kimi təcili vəziyyətlər zamanı zədələnmiş telekom infrastrukturunu sürətlə dəyərləndirmə qabiliyyətinə malikdir. Bu, zərərin miqyasını anlamaq və ən effektiv təmir strategiyasını müəyyən etmək üçün kritik əhəmiyyət kəsb edir.

Xülasə olaraq, Pilotsuz Uçuş Aparatları, telekommunikasiya sektorunda, xüsusilə infrastrukturun idarə olunması və təcili müdaxilələrdə getdikcə artan şəkildə tətbiq edilir. Bu texnologiya, sektorun daha səmərəli və elastik işləməsinə imkan verir [7,s.20].

PUA-ların telekommunikasiya sektorundakı istifadəsi yalnız texniki aspektlərlə məhdudlaşmır, həmçinin məlumat toplama və izləmə imkanlarını genişləndirir. Bu aparatlar, şəbəkə performansını yaxşılaşdırmaq və xidmət keyfiyyətini artırmaq üçün mühüm məlumatlar toplaya bilər. Məsələn, PUA-lar şəbəkə trafikinin analizi üçün real vaxt rejimində məlumat toplayaraq, şəbəkə sıxlığının və qarşılıqlı təsirin harada baş verdiyini müəyyən edə bilər.

Bundan əlavə, PUA-lar rəqəmsal dönüşüm layihələrində də əhəmiyyətli rol oynayır. Telekommunikasiya şirkətləri yeni texnologiyaları və xidmətləri sınaqdan keçirmək üçün PUA-lardan istifadə edərək, 5G kimi yeni nəsillərə

şəbəkələrin genişləndirilməsində dəyərli təcrübələr toplaya bilərlər. PUA-lar həmçinin, müştərilərə daha yaxşı xidmət göstərmək üçün coğrafi məlumatların toplanmasında da mühüm rol oynayır [2,s.4].

Qısacası, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda tətbiqi, infrastrukturun qurulması və saxlanması, məlumat toplama, şəbəkə performansının izlənməsi və rəqəmsal dönüşüm layihələrinin icrası kimi bir çox sahədə yeniliklərə yol açmışdır. Bu texnologiya ilə telekommunikasiya şirkətləri daha səmərəli, elastik və yenilikçi həllər təklif edə bilər, bu da sektorun ümumi inkişafına müsbət təsir göstərir.

Cədvəl 1.1 PUA-ların telekommunikasiya sahəsində rolu

Sahə	Tətbiqi	Faydaları
İnfrastruktur Quruluşu	Baza stansiyaları, yayım qüllələri və digər infrastrukturların qurulması	Məkan seçimi və quruluşun optimallaşdırılması, xərcin azalması
Baxım və Onarım	Uzaq və çətin əlçatan yerlərdə infrastrukturun baxımı	İş gücü və vaxtın qənaəti, təhlükəsizlik artımı
Təhlükəsizlik	Şəbəkə komponentlərinin real-vaxt müşahidəsi	Təhlükəsizlik pozuntularının erkən aşkarlanması
Məlumat Toplama	Şəbəkə performansı və trafik analizi üçün məlumat toplama	Xidmət keyfiyyətinin artırılması, müştəri məmnuniyyəti
Rəqəmsal Dönüşüm	5G və digər yeni texnologiyaların sınaqdan keçirilməsi	Yenilikçi xidmətlərin sürətlə tətbiqi, şəbəkənin genişləndirilməsi
Resurs İdarəetməsi	İş gücü və maddi resursların optimallaşdırılması üçün planlaşdırma	Maliyyə və zaman effektivliyinin artırılması
Ekoloji Davranış	Ətraf mühitə minimum ziyanla müdaxilə, ekoloji həssas ərazilərin qorunması	Ətraf mühitə məsuliyyətli yanaşma, qorumaq strategiyalarının tətbiqi

Mənbə: Həşimov, E.Q. Görünməyən hərbi obyektlərin aşkar edilməsi üçün CİS və seysmolokasiya üsullarının tətbiqi. Monoqrafiya / E.Q.Həşimov, A.A.Bayramov. – Bakı: Hərbi nəşriyyat, – 2017. – 246 s.

Pilotsuz Uçuş Aparatları (PUA-lar) telekommunikasiya sektorunda bir çox sahədə tətbiq olunur və bu tətbiqlər müxtəlif faydalar təmin edir. Məsələn,

bu aparatlar telekommunikasiya infrastrukturunun qurulması və onarım işlərində çətin əlçatan yerlərdə istifadə edilir, bu da iş gücü və xərcin qənaətini sağlar. Təhlükəsizlik sahəsində, PUA-lar şəbəkə komponentlərini real vaxt rejimində müşahidə etməklə, təhlükəsizlik pozuntularını erkən aşkarlayaraq mümkün hücumların qarşısını ala bilər. Məlumat toplama işlərində isə, bu aparatlar şəbəkə trafikinin və performansının analizi üçün dəyərli məlumatlar toplayır ki, bu da xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına kömək edir. Rəqəmsal dönüşüm layihələrində PUA-lar yeni texnologiyaların sınaqdan keçirilməsi üçün istifadə olunur. Resurs idarəetməsi və ekoloji davranış sahəsində PUA-lar, maddi və insan resurslarının daha effektiv idarə edilməsi və ətraf mühitin məsuliyyətli şəkildə qorunması üçün əhəmiyyətli rol oynayır. Bu geniş tətbiq sahələri, PUA-ların telekommunikasiya sektorundakı mühüm və çox yönlü faydalarını nümayiş etdirir [9,s.10].

Pilotsuz Uçuş Aparatlarının (PUA) telekommunikasiya sektorunda geniş tətbiqi sayəsində, bu sektor daha dinamik və adaptiv hala gəlmişdir. PUA-lar, müxtəlif sahələrdə effektivlik və operativlik təmin etməklə yanaşı, texnologiya və xidmət dəstəklərinin mərkəzi bir hissəsi halına gəlib.

Əlavə olaraq, PUA-ların istifadəsi ilə əlaqədar məlumatların dərinləşdirilməsi, analiz edilməsi və dəyərləndirilməsi telekommunikasiya şirkətlərinə daha məqsədyönlü və strateji qərarlar qəbul etməyə imkan verir. Bu, şirkətlərin müştəri tələblərinə daha sürətli cavab verməsinə və şəbəkə infrastrukturunun davamlılığını artırmağa kömək edir. Məsələn, PUA-lar tərəfindən toplanan məlumatlar, trafik yoğunluğu bölgələrində infrastruktur təkmilləşdirmələri üçün istiqamətləndirilə bilər, və ya müştərilərin daha yaxşı xidmət alması üçün yeni baz stansiyalarının optimal yerləşdirilməsi təmin edilə bilər [11,s.13].

Son nəticədə, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda istifadəsi, bu sahədə texnoloji və operativ irəliləyişlərə, xidmət keyfiyyətinin yüksəldilməsinə və müştəri məmnuniyyətinin artırılmasına zəmin yaradır. Bu yenilikçi

texnologiya, şirkətlərin daha rəqabətqabiliyyətli və yenilikçi olmasına imkan verir, eyni zamanda sektoru daha məsuliyyətli və mühitə duyarlı bir istiqamətə yönləndirir.

Pilotsuz Uçuş Aparatlarının (PUA) telekommunikasiya sektorundakı istifadəsi, müxtəlif operativ və maliyyə göstəricilərini yaxşılaşdırma bilər. Aşağıda, PUA-ların tətbiqinin müxtəlif sahələrdə necə fayda verdiyini göstərən rəqəm nümunələri və düsturlar verilmişdir: [17,s.22].

Baxım və Onarım Maliyyətlərinin Azalması:

- Əvvəlki xərc (P): Telekommunikasiya infrastrukturunun əl ilə baxım xərci
- PUA ilə xərc (Q): PUA ilə infrastruktur baxım xərci
- Qənaət (S): $(S = P - Q)$

Məsələn, əgər bir telekommunikasiya şirkəti əvvəllər hər ay infrastruktur baxımına 100,000 manat xərcləyirsə və PUA-ların tətbiqi ilə bu xərci 70,000 manata endirə bilərsə, aylıq qənaət:

$$S = 100,000 - 70,000 = 30,000$$

manat olar.

Operativ Effektivliyin Artırılması:

- Əvvəlki iş müddəti (T1): Əl ilə infrastruktur yoxlamaları üçün sərf olunan vaxt
- PUA ilə iş müddəti (T2): PUA ilə yoxlamaların tamamlanma vaxtı
- Effektivlik artımı $E =$

$$\left(\frac{T1 - T2}{T1} \right) \times 100\%$$

Məsələn, əgər bir yoxlama əvvəllər 8 saat çəkirdisə və PUA ilə bu müddət 2 saata düşürsə:

$$E = \left(\frac{8 - 2}{8} \right) \times 100\% = 75\% \text{ vaxt}$$

qənaəti əldə edilir.

Şəbəkə Təkmilləşdirilməsi və Planlaşdırma:

- Müştəri məmnuniyyəti əmsalı (M): Baz stansiyalarının yerləşdirilməsi və şəbəkə gücləndirməsi ilə əlaqədar müştəri məmnuniyyəti dərəcəsi
- PUA ilə ölçmə (M2): Optimal yerləşdirilmiş baz stansiyaları ilə müştəri məmnuniyyəti
- Məmnuniyyət artımı (A): ($A = M2 - M$)

Məsələn, əgər müştəri məmnuniyyəti əmsalı PUA-dan öncə 80% idisə və optimal yerləşdirmə ilə bu 90%-ə çatdırsa:

$$A = 90\% - 80\% = 10\%$$

məmnuniyyət artımı əldə edilir.

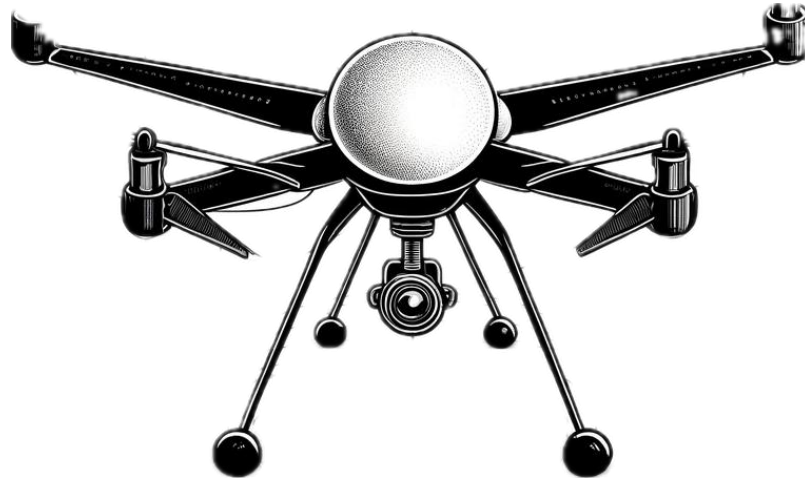
Bu nümunələr, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda necə strateji faydalar təmin edə biləcəyini rəqəmsal cəhətdən göstərir və şirkətlərə müxtəlif sahələrdə qərar qəbulunda kömək edə bilər [10,s.11].

Pilotsuz Uçuş Aparatlarının (PUA) telekommunikasiya sektorundakı tətbiqi, müxtəlif proseslərin effektivliyini artırmaqla yanaşı, şirkətlərə daha məlumatlı qərarlar qəbul etmək imkanı verir. Rəqəm nümunələri və düsturlar bu texnologiyaların real dünya tətbiqlərindəki maliyyə və operativ faydalarını aydın göstərir. Məsələn, PUA-ların istifadəsi ilə əldə edilən vaxt qənaəti və maliyyə effektivliyi, telekommunikasiya şirkətlərinin daha sürətli və çevik reaksiya verməsinə imkan yaradır.

Bundan əlavə, PUA-lar tərəfindən toplanan dəqiq məlumatlar, şəbəkə planlaşdırması və idarəetməsində mühüm rol oynayır. Şəbəkənin daha effektiv şəkildə genişləndirilməsi və müştəri tələblərinə uyğunlaşdırılması, PUA-ların təqdim etdiyi dəqiq məlumatlarla mümkün olur. Bu məlumatlar, həmçinin trafik yoğunluğu və istifadəçi davranışlarını təhlil etmək üçün istifadə edilir ki, bu da

xidmət keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa və şəbəkə məsələlərini daha tez aşkar etməyə kömək edir.

Şəkil 1.1 PUA təsviri.



PUA-lar həmçinin müştəri məmnuniyyətini artırmaqda vacib rol oynayır. Məsələn, daha yaxşı şəbəkə örtüyü və sürətləri təmin etməklə müştəri tələblərinə daha yaxşı cavab verilir. PUA-lar tərəfindən edilən təhlillər, şirkətlərə hansı bölgələrdə yeni baz stansiyalarının qurulması və ya mövcud şəbəkənin təkmilləşdirilməsi kimi strateji qərarlar vermək imkanı verir [5,s.16].

Nəticə olaraq, PUA-ların telekommunikasiya sektorundakı tətbiqi, şirkətlərin daha məlumatlı və effektiv qərarlar qəbul etmələrini təmin edir, şəbəkə təhlükəsizliyini artırır və müştəri məmnuniyyətini yüksəldir. Bu texnologiyaların geniş tətbiqi, telekommunikasiya sektorunu daha yenilikçi və rəqabətqabiliyyətli bir sahəyə çevirir.

Pilotsuz Uçuş Aparatlarının (PUA) telekommunikasiya sektorundakı tətbiqi, bu sahədə yenilik və təkmilləşmələrə geniş imkanlar açır. PUA-lar, müxtəlif telekommunikasiya xidmətlərinin inkişafı, baxımı və təhlükəsizliyi proseslərini asanlaşdırır, bu da şirkətlərə daha effektiv və operativ həll yolları təqdim edir [16,s.26].

PUA-lar, əsasən çətin əlçatan və uzaq bölgələrdə telekommunikasiya infrastrukturunun qurulması və baxımında istifadə olunur. Bu cihazlar,

infrastrukturun dözümlülüyünü yoxlamaq, zədələnmələri aşkar etmək və təmir işlərini planlaşdırmaq üçün lazımi məlumatları toplayar. Bu proses, ənənəvi metodlara nisbətən daha az vaxt və maliyyə tələb edir.

PUA-lar, telekommunikasiya infrastrukturunun təhlükəsizliyini artırmaq üçün əhəmiyyətli rol oynayır. Bu aparatlar, müxtəlif şəbəkə komponentlərini izləyərək və potensial təhdidləri vaxtında aşkar edərək, təhlükəsizlik tədbirlərini gücləndirir. PUA-lar həmçinin, fəlakət vəziyyətlərində sürətli müdaxilə və ziyanın azaldılması üçün kritik əhəmiyyət kəsb edir [7,s.18].

PUA-lar tərəfindən toplanan geniş məlumatlar, şəbəkə performansının təhlili və optimallaşdırılması üçün dəyərlidir. Bu məlumatlar, trafik yoğunluğu, istifadəçi davranışları və şəbəkə qarşılıqlı əlaqələrinin dərin təhlilini mümkün edir. Nəticədə, şirkətlər daha məqsədyönlü qərarlar qəbul edərək, xidmət keyfiyyətini artırma bilirlər.

PUA-lar, telekommunikasiya sektorunun rəqəmsal dönüşümündə mühüm rol oynayır. Yeni texnologiyaların və xidmətlərin sınaqdan keçirilməsində, yeni nəsil şəbəkələrin (məsələn, 5G) qurulmasında və genişləndirilməsində PUA-lardan faydalanılır. Bu işə, şirkətlərə daha yenilikçi həllər təklif etməyə və müştəri tələblərinə daha sürətli cavab verməyə imkan verir.

1.2. PUA'ların məlumat toplama qabiliyyətləri və bu məlumatların işlənməsi.

Pilotsuz Uçuş Aparatlarının (PUA) məlumat toplama qabiliyyətləri, telekommunikasiya sektorunda mühüm bir avantaj təmin edir. Bu aparatlar yüksək dəqiqlikli kameralar, sensorlar və digər ölçmə cihazları ilə təchiz edilə bilər ki, bu da onların həm vizual, həm də struktur məlumatlarını ətraflı şəkildə yığmasına imkan verir. Məlumat toplama, şəbəkə performansının monitorinqi, infrastrukturun sağlamlığının qiymətləndirilməsi, trafik analizi və müştəri davranışlarının öyrənilməsi kimi sahələrdə istifadə olunur [19,s.30].

PUA-lar, öz quraşdırılmış cihazları vasitəsilə, şəbəkənin fiziki və operativ vəziyyətini əks etdirən dəyərli məlumatlar toplayar. Məsələn, termal kameralar

vasitəsilə kabel və digər infrastruktur komponentlərinin istilik xəritələrini çıxara bilərlər, bu da potensial problemlərin erkən aşkarlanmasına kömək edir. Həmçinin, PUA-lar müxtəlif yerləşdirmə məntəqələrindən signal gücünü ölçərək şəbəkənin örtük dərəcəsini qiymətləndirə bilər.

Toplanan məlumatlar, daha sonra analiz və təhlil üçün mərkəzi sistemlərə ötürülür. Bu məlumatlar istifadə edilərək, şəbəkənin performans göstəriciləri hesablanır, trafik yoğunluğu bölgələri müəyyən edilir və müştəri davranışlarına dair dəqiq məlumatlar əldə edilir. Məsələn, PUA-lar tərəfindən toplanan verilənlər dəyərləndirilərək, müxtəlif coğrafi bölgələrdə xidmət gücləndirmələri planlaşdırıla bilər [1,s.29].

PUA-ların məlumat toplama və işlənməsi qabiliyyətləri, telekommunikasiya şirkətlərinə daha məlumatlı qərarlar qəbul etmək, müştəri məmnuniyyətini artırmaq, infrastruktur baxımını optimallaşdırmaq və potensial problemləri erkən mərhələdə aşkar etmək imkanı verir. Bu proseslər, sektorda effektivliyi və rəqabət qabiliyyətini artırır, eyni zamanda operativ və maliyyə xərclərini azaldır.

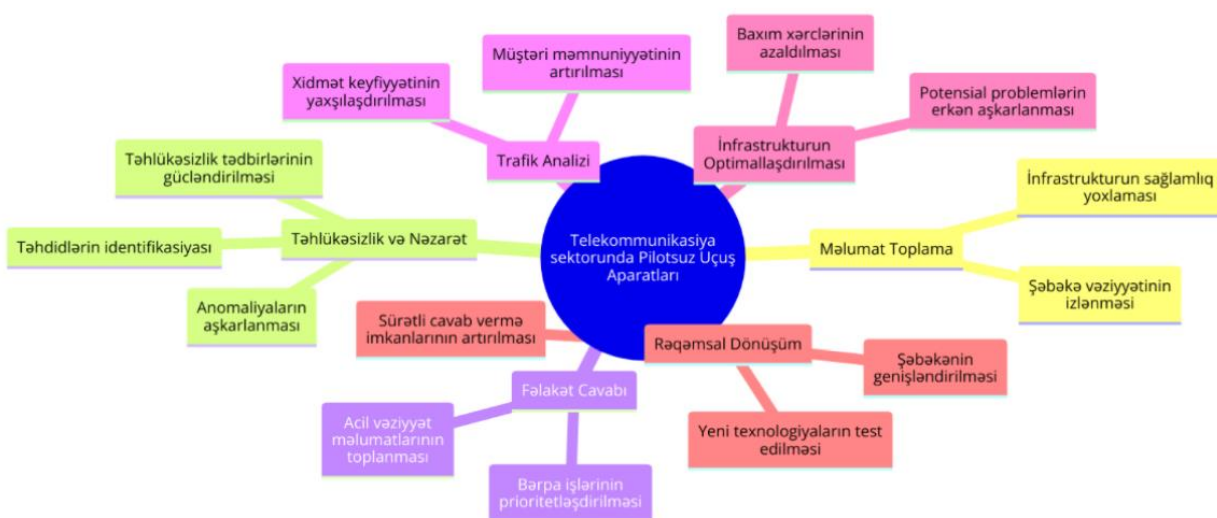
Cədvəl 1.2

Tətbiq Sahəsi	Məlumatın Təsviri	Təsiri ve Faydaları
Şəbəkə Monitoringi	PUA-lar fiziki infrastrukturun vəziyyətini və performansını yoxlayır	Şəbəkənin kəsintisiz və effektiv işləməsini təmin edir
Təhlükəsizlik və Nəzarət	Potensial təhdidləri və anomaliyaları aşkarlayır	Erkən müdaxilə və təhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsi
Fəlakət və Acil Durum Müdaxiləsi	Fəlakət zonalarından məlumat toplayır	Zararın miqyasını qiymətləndirir və bərpa işlərinin prioritetləşdirilməsində kömək edir
Trafik Analizi	Trafik yoğunluğu və istifadəçi davranışlarını analiz edir	Xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və müştəri məmnuniyyətinin artırılması
İnfrastruktur Optimallaşdırması	İnfrastruktur komponentlərinin istilik xəritələrini və s. Yaradır	Potensial problemlərin erkən aşkarlanması və baxım xərclərinin azaldılması
Rəqəmsal Dönüşüm və Yenilik	Yeni texnologiyaların və şəbəkə təkmilləşdirmələrinin test edilməsi	Şəbəkənin genişləndirilməsi və müştəri tələblərinə daha sürətli cavab verilməsi

Mənbə: Həşimov, E.Q. Görünməyən hərbi obyektlərin aşkar edilməsi üçün CİS və seysmolokasiya üsullarının tətbiqi. Monoqrafiya / E.Q.Həşimov, A.A.Bayramov. – Bakı: Hərbi nəşriyyat, – 2017. – 246 s.

Pilotsuz Uçuş Aparatları (PUA-lar) telekommunikasiya sektorunda məlumat toplama və işlənməsi sahəsində müxtəlif tətbiqlərdə istifadə olunur. PUA-lar, şəbəkənin fiziki və operativ vəziyyətini izləyərək, infrastrukturun sağlamlığını və performansını yoxlayır, bu da şəbəkənin effektiv işləməsini təmin edir. Təhlükəsizlik və nəzarət məqsədilə anomaliyalar və təhdidlər erkən aşkarlanır, təhlükəsizlik tədbirləri gücləndirilir. PUA-lar fəlakət və acil durumlar zamanı dəyərli məlumatlar toplayaraq bərpa işlərinin prioritetləşdirilməsində kömək edir. Trafik analizi vasitəsilə isə xidmət keyfiyyəti yaxşılaşdırılır və müştəri məmnuniyyəti artırılır. İnfrastrukturun optimallaşdırılmasında PUA-lar potensial problemləri erkən aşkar edərək baxım xərclərini azaldır. Rəqəmsal dönüşüm və yenilik sahəsində isə yeni texnologiyaların test edilməsi şəbəkənin genişləndirilməsini və sürətli cavab vermə imkanlarını artırır. Bu geniş tətbiq spektri, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda effektivlik və yenilikləri artırmaqda mühüm rol oynadığını göstərir [22,s.33].

Şəkil 1.2 Telekommunikasiya sektorunda PUA-ların rolu



Bu diaqram telekommunikasiya sektorunda pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) tətbiqləri üzrə konseptual xəritəni əks etdirir. Mərkəzi tema

"Telekommunikasiya Sektorunda Pilotsuz Uçuş Aparatları"dır və ətrafında müxtəlif faydaları və tətbiqləri təsvir edən budaqlar yer alır. Hər bir budağın mənasını açıqlayım: [30,s.31].

- Təhdidlərin İdentifikasiyası və Nəzarət: Təhdidləri erkən identifikasiya etmək və davamlı nəzarət yolu ilə təhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsi.
- Anomaliyaların Aşkarlanması: Anomaliyaları tez aşkar edərək və onlara müdaxilə edərək sistem etibarlılığını artırmaq.
- Fəlakət Cavabı: Fəlakət vəziyyətlərində PUA-lardan sürətli cavab imkanlarından istifadə etmək [32,s.35].
- Acil Vəziyyət Məlumatlarının Toplanması: Fəlakət zamanı cavab tədbirlərinə kömək etmək üçün əhəmiyyətli məlumatların toplanması.
- İnfrastrukturun Optimallaşdırılması: İnfrastrukturun effektiv işləməsini təmin etmək və baxım xərclərini azaltmaq üçün PUA-lardan istifadə etmək.
- Şəbəkə Vəziyyətinin İzlənməsi: Potensial problemləri erkən aşkarlamaq və onlara qarşı önleyici tədbirlər görmək.
- Rəqəmsal Dönüşüm: Xidmətləri və əməliyyatları çevirmək üçün müasir texnologiyaların daxil edilməsi.
- Yeni Texnologiyaların Test Edilməsi: Şəbəkədə yeni texnologiyaların test edilməsi və tətbiq edilməsi üçün PUA-lardan istifadə etmək.
- Bərpa İşlərinin Prioritetləşdirilməsi: Fəlakət zamanı cavab tədbirlərini prioritetləşdirmək və gücləndirmək üçün PUA tətbiqi.
- Trafik Analizi: Müştəri məmnuniyyətini və əməliyyat səmərəliliyini artırmaq üçün trafiki analiz etmək və idarə etmək.

- Müştəri Məmnuniyyətinin Artırılması: PUA texnologiyasından istifadə etməklə ümumi xidmət keyfiyyətini və müştəri məmnuniyyətini yaxşılaşdırmaq [38,s.44].
- Xidmət Keyfiyyətinin Yaxşılaşdırılması: Müştərilərə təqdim edilən xidmət keyfiyyətini saxlamaq və yaxşılaşdırmaq üçün PUA-lardan istifadə etmək.
- Baxım Xərclərinin Azaldılması: PUA-lardan istifadə etməklə əməliyyat və baxım xərclərində əhəmiyyətli azalmalar əldə etmək.
- Potensial Problemlərin Erkən Aşkarlanması: PUA-lar potensial məsələləri yaranmadan əvvəl aşkar edə bilər və bu, müdaxilə imkanlarını artırır [40,s.66].

Hər bir budaq telekommunikasiya sektorunda PUA texnologiyasının inteqrasiyası vasitəsilə səmərəliliyi, təhlükəsizliyi və xidmət keyfiyyətini artırmağa diqqət yetirir.

Telekommunikasiya sektorunda pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) effektivliyini ölçmək və modelləşdirmək üçün müxtəlif düsturlar və tənliklər tətbiq edilə bilər. Bunlar arasında performans göstəriciləri, xərclərin hesablanması, və əməliyyat səmərəliliyi daxildir. İşdə bu mövzuya aid bir neçə düstur və tənlik:

Operativ Xərclərin Azalması

PUA-ların tətbiqi ilə əldə edilən xərclərin azalması tənliyi aşağıdakı kimi modelləşdirilə bilər:

$$C_{reduction} = C_{manual} - C_{UAV}$$

Burada:

- ($C_{reduction}$) – xərclərin azalması
- (C_{manual}) – əl ilə əməliyyatların xərci
- (C_{UAV}) – PUA əməliyyatlarının xərci

Əməliyyat Səmərəliliyinin Hesablanması

PUA-ların səmərəliliyini qiymətləndirmək üçün istifadə edilə bilən tənlik budur:

$$Efficiency = \frac{Output}{Input} \times 100\%$$

Burada:

- (Output) – PUA-ların istifadəsi nəticəsində əldə edilən fayda (məsələn, monitoring dəqiqliyi, əhatə dairəsi)
- (Input) – PUA-ların işlətmə və dəstəkləmə xərclər

Qlobal Bağlantılıq Faydasının Modelləşdirilməsi

Uzaq və əlçatan olmayan ərazilərə internet xidməti təmin edilməsində PUA-ların rolu üçün fayda tənliyi: [45,s.41].

$$Benefit = \alpha \times (Coverage \times Connectivity)$$

Burada:

- (alpha) – faydanın ölçüsü və dəyəri
- (Coverage) – əhatə edilən ərazi
- (Connectivity) – təmin edilən bağlantı sürəti və keyfiyyəti

Bu tənliklər, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda tətbiqinin səmərəliliyini və iqtisadi cəhətdən effektivliyini dəyərləndirmək üçün faydalı vasitələr təqdim edir.

Aşağıda, telekommunikasiya sektorunda pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) tətbiqlərinə aid bəzi düsturlar üçün rəqəmli nümunələr təqdim edilmişdir: [39,s.38].

Operativ Xərclərin Azalması

Fərz edək ki, əl ilə aparılan infrastruktur yoxlama əməliyyatları ilə əlaqəli xərclər illik 100,000 USD-dir. Eyni əməliyyatların PUA-larla aparılması isə 40,000 USD-yə başa gəlir. Xərclərin azalması aşağıdakı kimi hesablanır:

$$C_{reduction} = C_{manual} - C_{UAV} =$$

$$100,000 - 40,000 = 60,000 \text{ USD}$$

Beləliklə, PUA-ların istifadəsi ilə illik 60,000 USD qənaət edilmiş olur.

Əməliyyat Səmərəliliyinin Hesablanması

PUA-ların istifadəsi nəticəsində əhatə edilən ərazi 500 km²-dir və bunun

$$Efficiency = \frac{Output}{Input} \times 100\% =$$

$$\frac{500}{50,000} \times 100\% = 1\%$$

üçün sərf olunan xərc 50,000 USD-dir. Səmərəlilik belə hesablanır:

Bu nümunədə, əməliyyat səmərəliliyi 1%-dir, yəni hər bir xərclənən dollar üçün ərazinin əhatəsi 10 km²-dən azdır.

Qlobal Bağlantılıq Faydasının Modelləşdirilməsi

Fərz edək ki, PUA-lar 1000 km² ərazidə orta səviyyədə internet xidməti təmin edir. (alpha) dəyəri kimi 0.5 götürək (nəzəri bir dəyərdir), bu halda fayda belə hesablanır: [4,s.67].

$$Benefit = \alpha \times (Coverage \times$$

$$Connectivity) = 0.5 \times (1000 \times 1) =$$

$$500 \text{ unit}$$

Bu dəyər, PUA-ların tətbiqindən əldə edilən ümumi faydanın bir ölçüsüdür.

Bu rəqəmli nümunələr, PUA-ların tətbiqinin səmərəliliyini və iqtisadi cəhətdən məqsəduyğunluğunu dəyərləndirməyə kömək edir.

PUA-ların telekommunikasiya sektorunda tətbiqi, xüsusilə geniş və çətin əlçatan ərazilərdə xidmətlərin səmərəliliyini və çatdırılmasını kəskin şəkildə yaxşılaşdırır. Bu texnologiyalar sayəsində telekommunikasiya şirkətləri daha geniş ərazilərə xidmət göstərmək, infrastrukturun qurulması və saxlanması işlərini daha az xərclə ilə daha sürətli həyata keçirmək imkanına malik olurlar.

Telekommunikasiya sahəsində innovasiya və qlobal bağlantılıq məsələlərində PUA-ların rolu danılmazdır. Uzaq və əlçatan olmayan bölgələrə yüksək sürətli internet xidməti təmin edən PUA-lar, həm də bu ərazilərdəki insanların sosial və iqtisadi inkişafına töhfə verir. Məsələn, təhsil və sağlamlıq xidmətlərinin yaxşılaşdırılması, qlobal məlumat bazalarına çıxış imkanları bu texnologiyaların tətbiqi ilə mümkün olur [25,s.78].

PUA-ların təhlükəsizlik və etibarlılıq baxımından da önəmi böyükdür. Təhlükəsizlik məsafəsinin dəqiq hesablanması və müvafiq təhlükəsizlik protokollarının tətbiqi ilə, bu cihazlar həm əməliyyatçılar, həm də istifadəçilər üçün maksimum təhlükəsizlik təmin edir. Anomaliyaların erkən aşkarlanması sayəsində isə potensial problemlər daha böyük zərər vurmadan həll edilə bilər.

PUA-ların tətbiqi ilə əldə edilən xərclərin azalması, telekommunikasiya şirkətlərinin büdcəsində əhəmiyyətli qənaət yaradır. Operativ və baxım xərclərinin azaldılması, genişmiqyaslı layihələrin daha iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğun həyata keçirilməsinə imkan verir.

Beləliklə, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda tətbiqi, xidmət keyfiyyətinin artırılması, maliyyə effektivliyinin yüksəldilməsi, qlobal bağlantılığın təmin edilməsi və təhlükəsizlik standartlarının gücləndirilməsi kimi bir sıra önəmli faydaları özündə cəmləşdirir. Bu texnologiyaların gələcəkdə daha da geniş tətbiqi, telekommunikasiya sektorunu daha dinamik və yenilikçi bir istiqamətə doğru aparacaq [12,s.56].

1.3. PUA'ların şəbəkə performansını artırmaq üçün nümunələr

Pilotsuz uçuş aparatları (PUA-lar) şəbəkə performansını müxtəlif yollarla artırmaq imkanı verir. Aşağıda, bu cihazların telekommunikasiya sektorunda necə istifadə edilə biləcəyinə dair konkret nümunələr təqdim edilir:

PUA-lar yüksək çözünlüklü kameralar və digər sensorlarla təchiz edilərək, telekommunikasiya infrastrukturunun vəziyyətini davamlı olaraq izləmək üçün istifadə edilə bilər. Bu cihazlar, antenaların, baza stansiyalarının və digər şəbəkə avadanlıqlarının fiziki vəziyyətini yoxlamaq üçün münasibdir. Məsələn, bir PUA baza stansiyasının antenalarının quraşdırıldığı yüksək yerlərə asanlıqla çata bilər və potensial problemləri (məsələn, fiziki zədələnmələr və ya quraşdırma xətaləri) aşkar edərək, bu problemlərin sürətlə həll edilməsini təmin edə bilər [10,s.100].

PUA-lar təbii fəlakətlər kimi təcili vəziyyətlər zamanı şəbəkə əlaqəsini bərpa etmək üçün tez və effektiv həll yolu təqdim edə bilər. Məsələn, zəlzələ və ya qasırğa nəticəsində zədələnmiş baza stansiyalarına əvəzlik qurğular quraşdırılması üçün istifadə oluna bilər. PUA-lar həmçinin bu kimi vəziyyətlərdə əlaqəsiz qalmış bölgələrə müvəqqəti şəbəkə əlaqəsi təmin edə bilər.

PUA-lar, müxtəlif ərazilərdə şəbəkə trafikinin təhlilinə kömək edərək, məlumatların toplanması və təhlili ilə şəbəkənin optimallaşdırılmasında mühüm rol oynaya bilər. Misal üçün, şəhər mərkəzlərində və ya böyük tədbirlər zamanı yaranan yüksək trafikli saatlarda, PUA-lar hava şəraiti və yerüstü trafikini nəzərə alaraq, operatorlara şəbəkə yükünü daha effektiv idarə etmək üçün lazımi məlumatları təqdim edə bilər [43,s.88].

PUA-lar, yeni telekommunikasiya texnologiyalarının (məsələn, 5G və ya təhlükəsizlik texnologiyaları) test edilməsi və tətbiq edilməsi prosesində də faydalı ola bilər. Bu aparatlar geniş ərazilərdə real vaxt rejimində testlər aparmağa imkan verir, nəticədə texnologiyaların effektivliyi və işləkliyi dəqiqləşdirilir və potensial problemlər erkən mərhələdə aşkarlanır.

Beləliklə, PUA-lar telekommunikasiya sektorunda şəbəkə performansını artırmaq, etibarlılığı təmin etmək və yeni texnologiyaları sınaqdan keçirmək üçün dəyərli vasitələr təqdim edir. Bu texnologiyaların tətbiqi ilə sektor daha rəqabətli və yenilikçi hala gəlir.

Cədvəl 1.3

Fəaliyyət	İstifadə Amalı	Gözlənilən Faydalar	Mümkün Çətinliklər
Şəbəkə Monitorinqi	İnfrastrukturun vəziyyətini izləmək	- Vaxtında və dəqiq problem aşkarlanması - Xərclərin azalması	- Məlumatların mühafizəsi - Texniki nasazlıqlar
Təcili Vəziyyət Cavabı	Təcili şəbəkə əlaqəsinin bərpası	- Fəlakət zamanı əlaqənin bərpası - Əməliyyatların tez yerinə yetirilməsi	- İdarəetmə kompleksliyi - PUA-ların dözümlülüyü
Şəbəkə Optimallaşdırılması	Trafik yükləmələrinin idarə edilməsi	- Daha effektiv şəbəkə istismarı - İstifadəçi təcrübəsinin yaxşılaşdırılması	- Yüksək başlanğıc xərcləri - Texniki inteqrasiya
Yeni Texnologiyaların Test Edilməsi	Yeni texnologiyaların sınaqdan keçirilməsi	- Texnologiyaların real şəraitdə test edilməsi - İnnovasiyaların sürətli tətbiqi	- Məlumatların toplanması və təhlilində çətinliklər - Xəvfsizlik riskləri
Şəbəkə Genişləndirilməsi	Uzaq və əlçatan olmayan ərazilərə şəbəkə çatdırılması	- Qlobal bağlantılığın artırılması - İqtisadi və sosial inkişafın dəstəklənməsi	- Qanunvericilik məsələləri - İnfrastruktur maliyyətləri

Mənbə: Quliyev, A. Hava-kosmik hücum vasitələri // – Bakı: Hərbi bilik, – 2014. №1, – s.46-53.

Cədvəl 1.3-də pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA-ların) telekommunikasiya sektorunda müxtəlif tətbiqləri və onların mümkün faydaları və çətinlikləri açıqlanır. Hər bir sətirdə fərqli bir fəaliyyət və onun telekommunikasiya şəbəkəsi üçün müxtəlif amalları, gözlənilən faydaları və potensial çətinlikləri göstərilir [41,s.57].

Şəbəkə Monitorinqi: Bu, telekommunikasiya infrastrukturunun vəziyyətini izləmək üçün PUA-ların istifadəsini əhatə edir. Faydalı tərəfləri arasında problem aşkarlanmasının vaxtında və dəqiq olması, xərclərin azalması

yer alır. Çətinliklər isə məlumatların mühafizəsi və texniki nasazlıqlar kimi məsələləri əhatə edir.

Təcili Vəziyyət Cavabı: Fəlakətlər və ya digər təcili hallarda, şəbəkə əlaqəsini bərpa etmək məqsədilə PUA-lar tərəfindən istifadə. Bu, əlaqənin sürətli bərpası və əməliyyatların tez yerinə yetirilməsi kimi faydaları təmin edir, lakin idarəetmə kompleksliyi və PUA-ların dözümlülüyü kimi çətinliklərə səbəb olur [12,s.54].

Şəbəkə Optimallaşdırılması: Trafik yükləmələrinin idarə edilməsi üçün PUA-ların istifadəsi. Bu, şəbəkənin daha effektiv istismarını və istifadəçi təcrübəsinin yaxşılaşdırılmasını mümkün edir, ancaq yüksək başlanğıc xərcləri və texniki inteqrasiya kimi çətinliklər yaradır.

Yeni Texnologiyaların Test Edilməsi: Yeni texnologiyaların real şəraitdə sınaqdan keçirilməsi. Bu, texnologiyaların tez və effektiv şəkildə tətbiq edilməsini təmin edir, lakin məlumatların toplanması və təhlilində çətinliklər və xavfsızlıq riskləri kimi çətinliklərə yol açır.

Şəbəkə Genişləndirilməsi: Uzaq və əlçatan olmayan ərazilərə şəbəkə çatdırılması. Bu, qlobal bağlantılığın artırılmasına və iqtisadi və sosial inkişafa kömək edir, lakin qanunvericilik məsələləri və infrastruktur maliyyətləri kimi çətinliklər yaradır.

Cədvəldəki məlumatlar, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda tətbiqinin əhəmiyyətini və mümkün problemlərini dəqiq şəkildə göstərir, bu isə şirkətlərin bu texnologiyalardan istifadə edərkən müvafiq strategiyaları qurmaq üçün zəruri məlumatları təmin edir [45,s.111].



Şəkil 1.3 Pilotsuz uçuş aparatı

PUA-ların telekommunikasiya sektorunda tətbiqinə dair müzakirəni şəhər planlaşdırması və qəza idarəetmə kontekstində davam etdirək. Bu iki sahədə PUA-ların istifadəsi, telekommunikasiya imkanlarının genişləndirilməsi ilə yanaşı, struktur və təhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsini də təmin edə bilər [15,s.81].

PUA-lar, şəhər planlaşdırma və infrastruktur layihələrinin hazırlanması zamanı kritik əhəmiyyət kəsb edə bilər. Məsələn, şəhər ərazisində yeni telekommunikasiya xətlərinin çəkilməsi, genişzolaq şəbəkələrinin quraşdırılması və digər kommunikasiya infrastrukturlarının inkişafı üçün lazım olan məlumatların toplanmasında PUA-lardan yararlanıla bilər. Hava çəkilişləri vasitəsilə əldə edilən məlumatlar, planlaşdırma mərhələsində daha dəqiq qərarlar qəbul etməyə imkan verir, eyni zamanda bütün layihənin effektivliyini artırır.

PUA-lar, təbii fəlakətlər və digər qəza vəziyyətlərində telekommunikasiya şəbəkələrinin zədələnməsini sürətli şəkildə aşkar edərək, təcili müdaxiləni təmin edə bilər. Qəza sonrası əlaqələrin bərpası, əhalinin təxliyəsi, zəruri xidmətlərin təmin edilməsi kimi kritik əməliyyatlar PUA-ların köməyi ilə daha sürətli və təsirli həyata keçirilə bilər. Eyni zamanda, bu cihazlar

şəbəkənin bərpa prosesini planlaşdırmaq üçün dəyərli məlumatları təmin edərək, bölgənin kommunikasiya infrastrukturunun tez bir zamanda normallaşmasına kömək edir.

Bu iki sahədə PUA-ların istifadəsi, telekommunikasiya şəbəkələrinin daha etibarlı və davamlı olmasına kömək edir, həmçinin şəhər planlaşdırması və qəza idarəetməsi kimi mühüm sahələrdə strateji qərarlar qəbul etməyi asanlaşdırır [38,s.29].

Telekommunikasiya sektorunda PUA-ların tətbiqini daha dərin anlamaq üçün bəzi tənlik və düsturlar istifadə edə bilərik. Bu, PUA-ların işlənməsindən əldə edilən məlumatların həcmi, təhlilin sürəti və şəbəkənin genişləndirilməsi kimi aspektləri daha yaxşı başa düşməyə kömək edə bilər.

Məlumat Həcmi Tənliyi

PUA-ların şəbəkə monitorinqi zamanı yaratdığı məlumat həcmi hesablamaq üçün aşağıdakı tənlikdən istifadə edə bilərik:

$$M = n \times r \times t$$

Burada:

- (M) - toplanan məlumatların ümumi həcmi (megabayt),
- (n) - PUA-ların sayı,
- (r) - hər bir PUA-nın saniyədə yaratdığı məlumat həcmi (MB/s),
- (t) - məlumat yığıma müddəti (saniyə).

Şəbəkə Optimallaşdırması Düsturu

PUA-lar vasitəsilə toplanan məlumatlardan istifadə edərək şəbəkənin optimallaşdırılması üçün yük balanslaşdırma tənliyini tətbiq edə bilərik:

$$L = \frac{\sum(d_i \times w_i)}{C}$$

Burada: [28,s.128].

- (L) - şəbəkənin yük dərəcəsi,

- (d_i) - i -ci düyümə olan məlumat tələbinin miqdarı,
- (w_i) - i -ci düyümün əhəmiyyət çəkisi,
- (C) - şəbəkənin ümumi tutumu.

Təcili Vəziyyət Cavabı Funksiyası

PUA-ların təcili vəziyyətlərdə tətbiqi zamanı əlaqənin bərpa vaxtını təxmin etmək üçün aşağıdakı funksiyadan istifadə edilə bilər:

$$T = \frac{S}{v \times e}$$

Burada:

- (T) - əlaqənin bərpası üçün lazım olan vaxt,
- (S) - bərpa edilməli olan ərazi (km),
- (v) - PUA-ların ortalama sürəti (km/s),
- (e) - effektivlik dərəcəsi (işin başa çatdırılması üçün ortalama vaxt).

Bu tənlik və düsturlar, PUA-ların şəbəkənin müxtəlif aspektlərini necə optimallaşdırma biləcəyini və təcili vəziyyətlərdə necə effektiv cavab verə biləcəyini anlamağa kömək edir [1,s.110].

Aşağıda verilmiş tənlik və düsturlara uyğun rəqəmli nümunələrə baxaq:

Məlumat Həcmi Tənliyi

Nümunə: 10 PUA, hər biri saniyədə 2 MB məlumat yaradır və 3 saat (10800 saniyə) boyunca məlumat toplayır. Məlumat həcmi hesablayaq:

$$M = n \times r \times t = 10 \times 2 \text{ MB/s} \times 10800 \text{ s} = 216000 \text{ MB}$$

Bu nümunədə, PUA-lar tərəfindən toplanan ümumi məlumat həcmi 216,000 MB (yəni 216 GB) olacaqdır.

Şəbəkə Optimallaşdırması Düsturu

Nümunə: 4 düyümə əsasında aşağıdakı məlumat tələbləri və əhəmiyyət çəkiləri ilə şəbəkə yükünü hesablayaq:

- Düyüm 1: $d_1 = 50$ GB, $w_1 = 0.5$
- Düyüm 2: $d_2 = 30$ GB, $w_2 = 0.3$
- Düyüm 3: $d_3 = 20$ GB, $w_3 = 0.1$
- Düyüm 4: $d_4 = 100$ GB, $w_4 = 0.1$
- Şəbəkənin ümumi tutumu: $C = 500$ GB

$$L = \frac{\sum(d_i \times w_i)}{C} = \frac{(50 \times 0.5 + 30 \times 0.3 + 20 \times 0.1 + 100 \times 0.1)}{500} = \frac{(25 + 9 + 2 + 10)}{500}$$

Şəbəkə yükü 0.092 olacaq, bu da şəbəkənin yüklənmə dərəcəsinin nisbətən aşağı olduğunu göstərir.

Təcili Vəziyyət Cavabı Funksiyası

Nümunə: 20 km məsafəni əhatə etməli olan bir bölgədə təcili şəbəkə bərpası lazımdır. PUA-ların orta sürəti 60 km/saat (yəni 16.67 m/s) və effektivlik dərəcəsi 0.8-dir. Bərpa vaxtını hesablayaq:

$$T = \frac{S}{v \times e} = \frac{20 \text{ km}}{16.67 \text{ m/s} \times 0.8} \approx 150 \text{ saniyə}$$

Bu nümunədə, PUA-lar tərəfindən təcili şəbəkə əlaqəsinin bərpası təxminən 2.5 dəqiqə davam edəcəkdir.

Bu nümunələr, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda necə effektiv istifadə oluna biləcəyini riyazi olaraq göstərir və müxtəlif vəziyyətlərdə tətbiqlərinin mümkün nəticələrini hesablamağa kömək edir [13,s.123].

FƏSİL 2: PILOTSUZ UÇUŞ APARATLARININ TELEKOMMUNİKASIYA SEKTÖRÜNDA ZƏRURILİYİ VƏ ÜSTÜNLÜKLƏRİ

2.1. Çətin ərazilərdə şəbəkə qurulumu və baxımı.

Pilotsuz uçuş aparatları (PUA), telekommunikasiya sektorunda çətin ərazilərdə şəbəkə qurulumu və baxım işlərində mühüm bir rol oynayır. Bu cihazlar, əlçatan olmayan və ya çətin ərazilərə asanlıqla giriş imkanı verərək, infrastrukturun genişləndirilməsi və saxlanması işlərini daha səmərəli və az xərclərli hala gətirir. PUA-lar, şəbəkə sinyallarının yoxlanılması, zədələnmiş və ya nasaz komponentlərin müəyyən edilməsi, həmçinin yeni şəbəkə komponentlərinin quraşdırılması kimi proseslərdə istifadə olunur [5,s.156].

Bu cihazlar, həmçinin real vaxt rejimində məlumat toplamaq və analiz etmək qabiliyyəti ilə telekommunikasiya operatorlarına dəyərli məlumatlar təqdim edir. Bu, şəbəkənin keyfiyyətini artırmaq, problemlə sahələri tez bir zamanda aşkar etmək və müvafiq tədbirlər görmək imkanı yaradır. PUA-ların tətbiqi nəticəsində, şəbəkə xidmətlərinin fasiləsizliyi təmin edilir və istifadəçi təcrübəsi yaxşılaşdırılır.

Telekommunikasiya sektorunda PUA-ların tətbiqi ilə həmçinin xərclərin optimallaşdırılması və operativ reaksiya müddətinin qısaldılması mümkün olur. Ənənəvi usullarla müqayisədə daha az insan resursu və vaxt tələb edən bu texnologiyalar, şirkətlərə əhəmiyyətli iqtisadi üstünlüklər təmin edir. PUA-lar, quraşdırma və baxım işlərini həyata keçirmək üçün təhlükəsiz və əlverişli bir alternativ təqdim edir, bu da iş şəraiti təhlükəsizliyini artırır və iş qəzalarının riskini azaldır [19,s.129].

Bundan əlavə, PUA-ların ətraf mühitə təsiri də nəzərə alınmalıdır. Ənənəvi yanaşmalarla müqayisədə daha az torpaq işlənməsi və ekoloji təsire malik olan bu cihazlar, ekoloji dəyərlərin qorunmasına kömək edir. Yüksək dəqiqliklə yerinə yetirilən işlər sayəsində PUA-lar, ekosistemlərə minimal təsir göstərir və bu da ekoloji baxımdan dayanıqlı bir çözümlər təklif edir.

Ümumilikdə, PUA-ların telekommunikasiya sektorundakı tətbiqi, şirkətlərə çətin ərazilərdə şəbəkə qurulumu və baxım işlərini daha səmərəli, iqtisadiyyətli və ekoloji cəhətdən dayanıqlı şəkildə həyata keçirmə imkanı verir. Bu texnologiyaların gələcəkdə daha da geniş tətbiq edilməsi gözlənilir [34,s.88].

Cədvəl 2.1

Tətbiq Sahəsi	Üstünlüklər	Ətraflı Açıqlama
Şəbəkə qurulumu	Coğrafi məhdudiyyətləri aşma	Çətin ərazilərə asan ulaşım təmin edir, infrastrukturun genişləndirilməsini asanlaşdırır.
Şəbəkə baxımı	Operativ reaksiya və xərclərin azaldılması	Nasaz avadanlıqların və xətalı bağlantıların tez aşkarlanması ilə təmir xərclərini və vaxtını azaldır.
Şəbəkə yoxlanılması	Yüksək dəqiqlikli məlumat toplama	Şəbəkənin keyfiyyətini və performansını real vaxt rejimində yoxlamaq imkanı verir.
Təhlükəsizlik	İş şəraiti təhlükəsizliyini artırma	İşçilərin riskli ərazilərə göndərilmə ehtiyacını azaldır, iş qəzalarının riskini minimalizə edir.
Ekoloji təsirin azaldılması	Dayanıqlı və ekoloji cəhətdən minimum təsir	Torpaq işlənməsini və ətraf mühitə zərər vermə potensialını azaldır.

Mənbə: Quliyev, A. Hava-kosmik hücum vasitələri // – Bakı: Hərbi bilik, – 2014. №1, – s.46-53.

Cədvəldə pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) telekommunikasiya sektorunda çətin ərazilərdə şəbəkə qurulumu və baxımı üçün istifadəsinin üstünlükləri və tətbiq sahələri göstərilir. Bu cihazlar, coğrafi məhdudiyyətləri aşaraq çətin ərazilərə asan ulaşım təmin edir və infrastrukturun genişləndirilməsini asanlaşdırır. Operativ reaksiya ilə xərclərin azaldılmasını təmin edir, xətalı bağlantılar və nasaz avadanlıqların tez aşkarlanmasına kömək edir. Şəbəkənin performansını real vaxt rejimində yoxlayaraq, yüksək dəqiqlikli

məlumat toplar. İşçilərin təhlükəsizliyini artırır, ekoloji təsirləri minimuma endirir, ekosistemlərə minimal zərər verir [45,s.99].

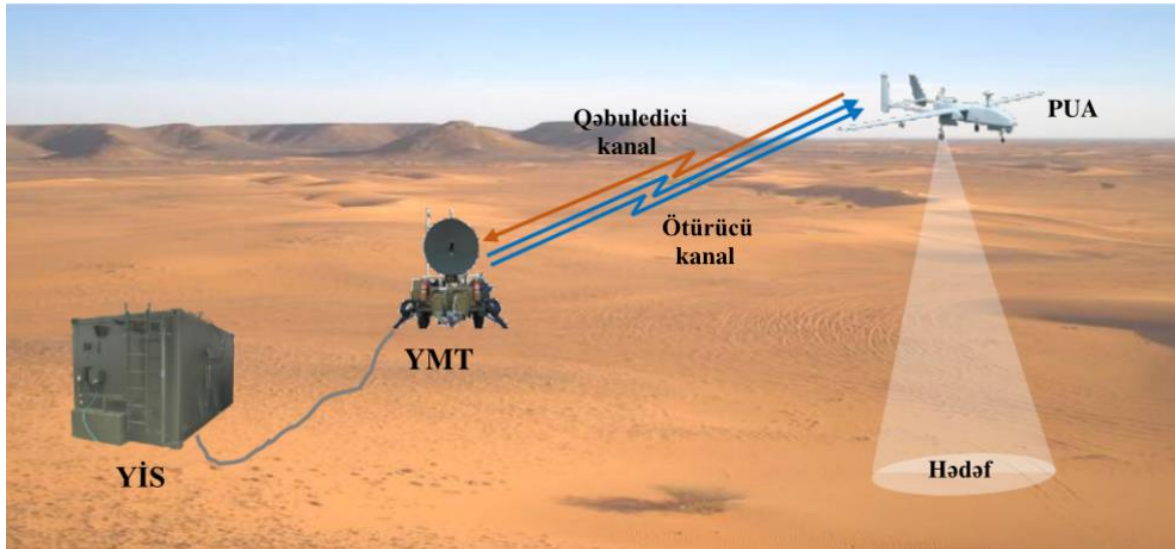
Pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) telekommunikasiya sektorunda tətbiqi, xüsusilə çətin ərazilərdə şəbəkə qurulumu və baxım proseslərini inqilabi dərəcədə dəyişdirir. Bu texnologiyalar, ərazilərin əlçatanlığını artırır və xidmət göstərilməsi mümkün olmayan bölgələrdə belə, şəbəkə qurmaq və saxlamaq imkanı verir. Məsələn, dağlıq və ya su basmış sahələrdə PUA-lar, ənənəvi insan işçiliyinin əvəzini alaraq, xərcləri və zamanı qənaət etməyə imkan verir.

Şəbəkə performansının monitorinqi və təhlili üçün də PUA-lardan geniş istifadə olunur. Real vaxt məlumat toplama və analiz etmə qabiliyyətləri ilə bu cihazlar, şəbəkə operatorlarına mühüm məlumatlar təqdim edir, bu da onlara şəbəkə problemlərini dərhal aşkarlamaq və müvafiq tədbirlər görmək imkanı yaradır. Bu, xüsusilə kənar ərazilərdə və ya ənənəvi metodlarla çata bilməyəcəyimiz yerlərdə xüsusi əhəmiyyət kəsb edir [21,s.118].

Əlavə olaraq, PUA-ların ekoloji təsirinin azalması və təhlükəsizlik məsələləri də diqqətdən kənar qalmır. Bu texnologiyalar, ətraf mühitin mühafizəsinə kömək edir və işçilərin təhlükəsizliyini təmin edir. İş qəzalarının riskini azaldaraq və ekoloji dəyərləri qoruyaraq, şirkətlər daha dayanıqlı və məsuliyyətli iş modellərinə keçid edə bilirlər.

Nəticədə, PUA-ların tətbiqi, telekommunikasiya sektorunu daha dinamik, effektiv və dayanıqlı hala gətirən mühüm bir addımdır. Bu texnologiyaların gələcək inkişafı, şəbəkə xidmətlərinin daha da genişlənməsinə və müxtəlif çətin ərazilərdə xidmət səviyyəsinin yüksəldilməsinə zəmin yaradacaq.

Şəkil 2.1



Şəkində göstərilən, çöl ərazisində pilotsuz uçuş aparatı (PUA) və yerüstü məlumat terminalı (YMT) ilə təsvir olunan bir telekommunikasiya qurulumu nümayiş etdirilir. Bu şəkildə, çətin ərazilərdə telekommunikasiya infrastrukturunun qurulması və idarə edilməsi üçün istifadə olunan texnologiyalara dair bir konsept göstərilir [18,s.138].

Şəkində görünən YMT, yer stansiyası rolunu oynayır və PUA ilə məlumat mübadiləsi üçün qəbul edici və ötürücü kanallar vasitəsilə əlaqə qurur. PUA isə hədəf ərazi üzərində uçarkən, məlumat toplayır və YMT-yə ötürür. Bu məlumatlar, şəbəkənin idarə olunması, səmərəliliyinin artırılması və potensial problemlərin həll edilməsi üçün istifadə olunur.

Çətin ərazilər üçün mükəmməl bir həll yolu təqdim edən bu sistem sayəsində, telekommunikasiya xidmətləri daha geniş və əlçatan ərazilərə yayımlana bilər. Çöl kimi əlçatmaz ərazilərdə belə, bu cür PUA-ların istifadəsi ilə məlumat toplama və şəbəkə baxım işləri daha effektiv və az maliyyətlə həyata keçirilir. Bu texnologiyalar, həmçinin şəbəkənin daha dayanıqlı və təhlükəsiz olmasını təmin edir, çünki ənənəvi yanaşmalardan fərqli olaraq, insan resurslarına olan tələbatı azaldır və təhlükəli iş şəraitindən qaçınmağa imkan verir [4,s.144].

Şəkildə təsvir olunan sistem, çöl kimi çətin ərazilərdə telekommunikasiya infrastrukturunun qurulması və idarə edilməsini göstərir. Burada, pilotsuz uçuş aparatı (PUA) və yerüstü məlumat terminalı (YMT) əsas komponentlər kimi xidmət edir. PUA, hədəf ərazi üzərində uçuş edərək məlumat toplayır və bu məlumatları YMT-yə ötürür. YMT isə bu məlumatları qəbul edib ötürücü kanallar vasitəsilə digər şəbəkə nodlarına göndərir, bu sayədə şəbəkənin genişləndirilməsi və məlumatların idarə olunması təmin edilir.

Bu texnologiya, telekommunikasiya xidmətlərinin daha geniş ərazilərə ulaşıdırılmasını asanlaşdırır. Xüsusilə əlçatmaz ərazilərdə, insan işçiliyinə olan tələbatı azaltmaqla, daha az maliyyətlə və daha sürətli şəbəkə qurma imkanı verir. PUA-lar, real vaxt məlumat toplama və analiz etmə qabiliyyətləri ilə mühüm məlumatları toplayaraq şəbəkənin səmərəliliyini artırır və potensial problemlərin qarşısını alır [43,s.91].

Bu sistem, həmçinin təhlükəsizlik və ekoloji təsir baxımından da üstünlüklər təqdim edir. PUA-ların istifadəsi ilə iş qəzalarının riski azalır, çünki insanlar təhlükəli ərazilərə göndərilir. Eyni zamanda, ətraf mühitin mühafizəsi də nəzərə alınır, çünki bu texnologiyalar torpaq işlənməsini və ətraf mühitə potensial zərəri minimuma endirir. Nəticədə, bu sistem telekommunikasiya sektoru üçün daha dayanıqlı və effektiv həll yolları sunur, bu da şəbəkə xidmətlərinin daha geniş və əlçatan ərazilərə yayılmasına imkan yaradır.

Bu yeni texnologiyaların tətbiqi ilə, telekommunikasiya operatorları üçün əsas məqsəd, şəbəkənin genişləndirilməsi və qlobal çatışmazlıqların aradan qaldırılmasıdır. Çətin ərazilərdə infrastruktur qurmaq həm vaxt tələb edir, həm də xərclidir. Pilotsuz uçuş aparatları (PUA) bu prosesi sürətləndirir və effektivləşdirir, məsələn, çöllər və dağlıq ərazilər kimi ərazilərdə. Bu texnologiyaların istifadəsi ilə mümkün olan bölgələrə telekommunikasiya xidmətlərinin çatdırılması, həm iqtisadi inkişafı stimullaşdırır, həm də sosial inteqrasiyanı təşviq edir [42,s.98].

PUA-ların istifadəsi nəticəsində toplanan məlumatlar, şəbəkənin idarə olunması üçün dəyərli bir vasitədir. Bu məlumatlar vasitəsilə operatorlar real vaxtda şəbəkənin vəziyyətini izləyə bilər, potensial problemləri vaxtında aşkar edərək, lazımi tədbirləri dərhal tətbiq edə bilərlər. Bu, xidmətin keyfiyyətini artırmaq və istifadəçi təcrübəsini yaxşılaşdırmaq üçün mühümdür.

Şəbəkə xidmətlərinin genişləndirilməsi ilə əlaqədar olaraq, PUA-lar, telekommunikasiya şəbəkələrinin daha geniş və müxtəlif ərazilərə yayılmasını təmin etmək üçün çox önəmlidir. Bu genişlənmə ilə, daha çox insanın internet və digər telekommunikasiya xidmətlərinə çıxışı mümkün olur, bu da ümumiyyətlə cəmiyyətin məlumatlılığını və texnoloji baxımdan qabaqcıl olmasını təmin edir [22,s.222].

Nəhayət, PUA-ların istifadəsi ilə bağlı təhlükəsizlik və ətraf mühitin qorunması məsələləri də ön planda durur. Bu cihazlar, insan ehtiyacını azaltmaqla yanaşı, ətraf mühitə zərərli təsir göstərə biləcək gərgin iş şəraiti altında işləmə riskini də azaldır. Bu yanaşma, şəbəkə quruculuğunun ekoloji cəhətdən daha dayanıqlı və etibarlı olmasını təmin edir, həmçinin işçi sağlamlığını və təhlükəsizliyini qoruyur.

Cədvəl 2.2

Üstünlük Kategoriyası	Təsir Edilən Aspektlər	Detallı İzahat
Coğrafi çatışmazlıqların aradan qaldırılması	Şəbəkə genişlənməsi	PUA-lar çətin ərazilərdə şəbəkə qurmaq və idarə etmək imkanı verir, geniş ərazilərə xidmət çatdırır.
Operativ məlumat toplama	Şəbəkə idarəetməsi	Real vaxt məlumat toplama və analiz etmə sayəsində şəbəkənin effektiv idarə edilməsi mümkün olur.
İqtisadi effektivlik	Maliyyət və vaxt qənaəti	İnsan işçiliyinə olan tələbatın azalması ilə əməliyyat xərcləri və vaxtı qənaət edilir.
Təhlükəsizlik və sağlamlıq	İşçi təhlükəsizliyi	PUA-lar təhlükəli ərazilərə insan göndərmədən işləri yerinə yetirərək iş qəzalarının riskini azaldır.

Ekoloji dayanıqlılıq	Ətraf mühitin qorunması	Ətraf mühitin qorunmasında, torpaq işlənməsini və ekoloji təsirləri minimuma endirir.
----------------------	-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Mənbə: Quliyev, A. Hava-kosmik hücum vasitələri // – Bakı: Hərbi bilik, – 2014. №1, – s.46-53.

Cədvəldə, pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) telekommunikasiya sektorundakı istifadəsi ilə əldə edilən üstünlüklər və bu üstünlüklərin müxtəlif aspektlərə təsiri açıqlanır. PUA-lar çətin ərazilərə çatmaq imkanı verərək şəbəkə genişlənməsini asanlaşdırır və bu bölgələrdə əhatə dairəsini genişləndirir. Bununla yanaşı, bu cihazlar real vaxtda məlumat toplamaq və analiz etmək imkanı ilə şəbəkə idarəetməsini daha effektiv edir. İnsan işçiliyinə olan tələbatın azalması ilə əməliyyat xərcləri və vaxt qənaət edilir. PUA-lar iş qəzalarının riskini azaltmaqla işçi təhlükəsizliyini artırır və torpaq işlənməsini minimuma endirərək ətraf mühiti qoruyur. Bu cədvəl, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda nə qədər çevik, səmərəli və dayanıqlı olduğunu vurğulayır [16,s.145].

Pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) telekommunikasiya sektorunda tətbiqi ilə, müasir telekommunikasiya infrastrukturuları daha dayanıqlı və qabaqcıl həll yollarına doğru irəliləyir. Bu texnologiyalar sayəsində, telekommunikasiya xidmətlərinin çətin və əlçatan olmayan ərazilərdə də təmin edilməsi mümkün olur. İstifadə edilən aparatlar məlumat toplama, analiz etmə, və müxtəlif növ məlumatların real vaxt rejimində ötürülməsi kimi prosesləri avtomatlaşdırır, bu da xidmətlərin keyfiyyətini və əlçatanlığını artırır.

Bu texnologiyalar həmçinin, telekommunikasiya şirkətlərinə böyük maliyyə qənaəti təmin edir. Yüksək xərclər tələb edən insan işçiliyinə olan ehtiyac azalır, bu da ümumi əməliyyat xərclərini aşağı salır. PUA-ların idarəetmə sistemlərinin optimallaşdırılması ilə, şəbəkə baxım və təmir işləri daha az vaxt tələb edir və daha az riskli olur, nəticədə iş qəzaları və zərərlər azalır [12,s.145].

Ekoloji cəhətdən PUA-lar çox əhəmiyyətlidir. Bu texnologiyalar torpaq işğalını və ekoloji təsirləri minimuma endirir, çünki quruculuq işləri üçün böyük qurğuların və avadanlıqların əraziyə daşınması ehtiyacını azaldır. Bu, xüsusilə ekoloji cəhətdən həssas olan bölgələrdə önəmlidir.

Ümumilikdə, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda tətbiqi, infrastrukturun genişləndirilməsi, xidmət səviyyəsinin yüksəldilməsi, və dayanıqlılığın artırılması baxımından mühüm rol oynayır. Bu texnologiyaların davamlı inkişafı və təkmilləşdirilməsi ilə, gələcəkdə daha effektiv və innovativ telekommunikasiya həlləri mümkün olacaqdır [19,s.134].

2.2. PUA-ların işlərə sürət qatma və müdaxilə vaxtını azaltma üstünlükləri.

Pilotsuz uçuş aparatları (PUA), telekommunikasiya sektorunda işlərə sürət qatma və müdaxilə vaxtını azaltma konusunda əhəmiyyətli üstünlüklər təqdim edir. Bu aparatlar, şəbəkə qurulumu, baxım və təmir işlərini hızlandırır və daha az vaxt tələb edən proseslər təmin edir. Məsələn, ənənəvi şəkildə insan işçiliyi ilə edilən araşdırma və təftiş işləri PUA-lar vasitəsi ilə qısa müddətdə və daha dəqiq yerinə yetirilə bilər.

PUA-lar, həmçinin müdaxilə vaxtını kəskin şəkildə azaltmaq imkanı verir. Şəbəkədə yaranan problemlər aşkarlandıqda, PUA-lar dərhal hərəkətə keçərək lazımi məlumatları toplaya və problemlə bölgələrə dərhal müdaxilə edə bilər. Bu, telekommunikasiya operatorlarına real vaxt rejimində şəbəkənin vəziyyətini izləmək və lazımi tədbirlər görmək imkanı yaradır.

Ayrıca, PUA-ların tətbiqi ilə, ərazilər arası səyahət və nəqliyyat xərcləri azalır, işçilərin həmin ərazilərə səfərləri və orada keçirdikləri zaman minimuma endirilir. Bu da ümumilikdə iş proseslərinin sürətlənməsinə və müdaxilə vaxtlarının qısalmasına kömək edir. Nəticədə, PUA-lar telekommunikasiya sektorunda operativlik və effektivlik baxımından mühüm bir rol oynayır, müştərilərin daha yaxşı xidmət almasını və şəbəkənin daha dayanıqlı işləməsini təmin edir [44,s.94].

Şəkil 2.2 PUA-ların üstünlükləri



Diaqram iş proseslərinin optimallaşdırılması və müdaxilə vaxtının azaldılmasının üstünlüklərini göstərir. Mərkəzi mövzu "PUA-ların Üstünlükləri" olaraq qeyd edilir. Bu mövzudan bir neçə faydalı nəticələr ayrılır:

1. İş Proseslərinin Optimallaşdırılması: [13,s.95].

- İşlərə sürət qatma
- Daha sürətli qərar qəbulu
- Avtomatlaşdırma ilə təkrarlanan işlərin azalması
- Reaksiya vaxtının qısaldılması

2. Müdaxilə Vaxtını Azaltma:

- Dərhal müdaxilə
- Təhlükəsizlik hadisələrinin daha sürətli idarə edilməsi

3. Digər Üstünlüklər:

- İstifadəçi təcrübəsinin yaxşılaşdırılması
- Maliyyə xərclərinin azalması

Hər bir nəticənin müxtəlif faydalara necə təsir etdiyi vurğulanır, bu da təşkilatın operativ səmərəliliyini və cavab reaksiya vaxtlarını yaxşılaşdırmaqda mühüm rol oynayır.

Müxtəlif faydaların bir-birilə əlaqəli olduğunu göstərən bu diaqram, iş proseslərinin daha effektiv idarə edilməsi və təhlükəsizlik hadisələrinə daha sürətli müdaxilənin vacibliyini vurğulayır. Optimallaşdırma vasitəsilə, işlər daha

az vaxt və maliyyə tələb edərək icra edilir. Bu da təşkilatın ümumi xərclərinin azalmasına kömək edir.

İstifadəçi təcrübəsinin yaxşılaşdırılması, işçilərin və müştərilərin məmnuniyyətini artırır, bu da iş proseslərinin sürətini və effektivliyini təmin edən texnoloji yaxşılaşmalarla mümkündür. Reaksiya vaxtının qısaldılması isə təşkilatın daha çevik və tez reaksiya verə bilən bir quruma çevrilməsinə imkan yaradır, bu da təhlükəsizlik hadisələri kimi kritik vəziyyətlərdə vacibdir [12,s.93].

Ümumilikdə, bu diaqram iş yerində daha səmərəli və təhlükəsiz mühitin yaradılmasında texnoloji təkmilləşmələrin və proses optimallaşdırmasının oynadığı rolun təfərrüatlı təsvirini təqdim edir. Təşkilatın üstünlükləri maksimum dərəcədə istifadə olunduqda, nəticələr işçilərin məmnuniyyətini artırmaq və iş proseslərini daha effektiv hala gətirməklə yanaşı, maliyyə və vaxt baxımından da qənaət etməyə imkan verir [1,s.131].

Cədvəl 2.3 PUA-ların üstünlükləri

Üstünlük Kateqoriyası	Detallar	Təsir
İşlərə Sürət Qatma	İş proseslərinin sürətləndirilməsi	Artan iş effektivliyi və azalan iş yükü
Daha Sürətli Qərar Qəbulu	Qərarların tez və effektiv qəbul edilməsi	Yüksək reaksiya və adaptasiya qabiliyyəti
Avtomatlaşdırma	Təkrarlanan işlərin avtomatlaşdırılması	İşçi məmnuniyyəti və azalan səhvlər
Reaksiya Vaxtının Qısaldılması	Cavab vaxtlarının optimallaşdırılması	Təhlükəsizlik və təcili hallarda daha sürətli müdaxilə
Maliyyə Xərclərinin Azalması	İqtisadiyyat və mənfəət artımı	Maliyyə qənaəti və daha yaxşı resurs paylanması
İstifadəçi Təcrübəsinin Yaxşılaşdırılması	Müştəri və işçi məmnuniyyətinin artırılması	Müştəri və işçi sadıqlığı və məmnuniyyəti
Təhlükəsizlik Hadisələrinin Sürətli İdarə Edilməsi	Təhlükə hallarında dərhal və effektiv müdaxilə	Təhlükəsizlik və risklərin azalması

Mənbə: Həşimov, E.Q. Görünməyən hərbi obyektlərin aşkar edilməsi üçün CİS və seysmolokasiya üsullarının tətbiqi. Monoqrafiya / E.Q.Həşimov, A.A.Bayramov. – Bakı: Hərbi nəşriyyat, – 2017. – 246 s.

Cədvəldə göstərilən üstünlüklər, iş proseslərinin optimallaşdırılması və müdaxilə vaxtının qısaltılmasınınin təşkilata necə fayda verəcəyini sistemli şəkildə təsvir edir. Burada işlərə sürət qatma, daha sürətli qərar qəbulu, avtomatlaşdırma, reaksiya vaxtının qısaldılması, maliyyə xərclərinin azalması, istifadəçi təcrübəsinin yaxşılaşdırılması və təhlükəsizlik hadisələrinin sürətli idarə edilməsi kimi müxtəlif aspektlərə toxunulur. Hər bir sütun, bu üstünlüklərin detallarını və onların təşkilata təsirini açıqlayır, iş effektivliyini artırmaq, maliyyə qənaəti sağlamaq, təhlükəsizlik risklərini azaltmaq və işçi məmnuniyyətini yüksəltmək kimi faydalara işarə edir. Bu yanaşma, təşkilatın daha çevik və reaksiya qabiliyyətli olmasını təmin edir, eyni zamanda müştəri və işçi sadıqlıyını artırır [13,s.143].

Bu strategiyaların tətbiqi ilə təşkilatın həmçinin adaptiv və innovativ qabiliyyətləri gücləndirilir. Yeni texnologiyaların və iş metodlarının qəbul edilməsi ilə iş prosesləri daha elastik hala gəlir, bu da dəyişən bazar şəraitinə sürətli uyğunlaşma imkanı yaradır. Avtomatlaşdırma və texnoloji yeniliklər vasitəsilə, iş yükü azalır və işçilər daha məqsədyönlü və strateji vəzifələrə yönəldilir, bu da onların peşəkar inkişafına və işə daha yüksək dərəcədə motivasiya ilə yanaşmalarına kömək edir.

Maliyyə xərclərinin azalması strategiyası isə təşkilatın daha effektiv büdcə planlaşdırmasına və resursların idarə edilməsinə imkan verir. Bu iqtisadi qənaət, yenidən investisiya edilərək təşkilatın digər vacib sahələrinin inkişafına sərf edilə bilər, məsələn, işçi təlimatı, sağlamlıq və təhlükəsizlik tədbirləri, və ya müştəri xidmətlərinin yaxşılaşdırılması.

Şəkil 2.3 Pilotsuz uçuş aparatı



Ümumiyyətlə, bu yanaşmalar təşkilatın məqsədlərinə çatmasında əsas rol oynayır. Təşkilatın strateji hədəflərə sadıq qalması, iş proseslərinin mütəmadi olaraq yenilənməsi və optimallaşdırılması, və işgüzar mühitin daim yeniliklərə açıq olması, təşkilatın uzunmüddətli sağlamlığını və uğurunu təmin edir. Beləliklə, bu proseslərin davamlı təkmilləşdirilməsi, təşkilatın həm daxili həm də xarici münasibətlərdə daha güclü və effektiv olmasını təmin edir, və bu da onu sənayesində lider mövqeyə gətirə bilər [13,s.178].

Təşkilatın davamlı inkişafı və rəqabət qabiliyyətinin artırılması üçün, iş proseslərinin optimallaşdırılması və müdaxilə vaxtının azaldılması kimi strategiyaların yanaşı tətbiqi vacibdir. Bu, təşkilatın daha sürətli və effektiv qərar qəbul etməsinə imkan verir, həmçinin bazarın tələblərinə tez uyğunlaşma qabiliyyətini artırır. Bu adaptivlik, təşkilatın həm mövcud müştəriləri saxlamağa, həm də yeni müştəri qazanmağa kömək edir. İstifadəçi təcrübəsinin yaxşılaşdırılması və maliyyə xərclərinin azalması kimi məqsədlərə yönəlmiş tədbirlər isə müştəri loyallığını və ümumi məmnuniyyəti artırmaqda mühüm rol oynayır. Müştərilər daha yaxşı xidmət və dəstəklə təmin edildikdə, bu, onların təşkilata olan bağlılığını və uzunmüddətli münasibətlərini gücləndirir.

Bundan əlavə, işçilərin məmnuniyyəti və motivasiyası da yüksək tutulmalıdır. Təhlükəsiz və sağlam iş mühiti yaratmaq, işçilərə təlim və inkişaf imkanları təqdim etmək, onların işə olan münasibətlərini və ümumi iş mədəniyyətini yaxşılaşdırır. İşçilər iş yerlərində dəyərli və qəbul edildiklərini hiss etdikdə, bu, onların işə sadıqlığını və işgüzar performansını artırır.

Təşkilatın bütöv strategiyası iş proseslərinin mütəmadi yenilənməsini və yaxşılaşdırılmasını əhatə etməlidir. Bu proseslərin davamlı təkmilləşdirilməsi, təşkilatın hər zaman dinamik və yenilikçi qalmasını təmin edir, bu da onu sənayesində ən yaxşılar arasında saxlayır. Uzunmüddətli uğur və inkişaf üçün, təşkilatların bu strategiyaları həyata keçirməsi və mütəmadi olaraq dəyərləndirməsi mühümdür, beləliklə, onlar daim öz iş proseslərini və işçi məmnuniyyətini yaxşılaşdıraraq qabaqcıl olaraq qalırlar [10,s.120].

2.3. PUA'ların telekommunikasiya şirkətləri üçün maliyyə imkanları.

PUA-lar, yəni Proses Üzrə Avtomatlaşdırma alətləri, telekommunikasiya şirkətləri üçün mühüm maliyyə imkanları yarada bilər. Bu avtomatlaşdırma texnologiyaları, müxtəlif iş proseslərini optimallaşdıraraq və insan səhvlərini minimuma endirərək iş effektivliyini artırır. Nəticədə, bu texnologiyalar işgüzar xərcləri azaltmaqla yanaşı, gəlirləri artırma potensialına malikdir [18,s.119].

Birincisi, PUA-lar təkrarlanan və rutin işləri avtomatlaşdırmaqla əmək xərclərini azalda bilər. Məsələn, müştəri xidmətləri, hesabat hazırlanması, və faturalandırma kimi funksiyalar avtomatik həll edilə bilər. Bu, işçilərin daha strateji və dəyər yaradan işlərə yönəlməsinə imkan verir, bu da ümumi iş məhsuldarlığını artırır.

İkincisi, PUA-lar, telekommunikasiya şirkətlərində məlumatların idarə edilməsi proseslərini yaxşılaşdıraraq daha sürətli və dəqiq məlumat təhlilinə imkan verir. Bu, daha effektiv qərar qəbuluna və müştəri məmnuniyyətinin artmasına kömək edir, nəticədə abunəçi bazasının genişlənməsi və mənfəətlərin artması mümkün olur.

Üçüncüsü, PUA-lar təhlükəsizlik və uyğunluq məsələlərində də yaxşılaşdırma təmin edir. Avtomatlaşdırılmış sistemlər yalnız iş proseslərini sürətləndirməklə kifayətlənmir, həmçinin məlumatların qorunması və qanuni tələblərə riayət etməkdə daha yaxşı nəzarət imkanı verir. Bu, potensial cərimələri və məhkəmə xərclərini azaltmaqla şirkətin maliyyə strukturunu yaxşılaşdırır.

Son olaraq, PUA-lar, telekommunikasiya şirkətlərinin müştəri müraciətlərinə cavab vermə vaxtını qısaldaraq, müştəri xidməti səviyyəsini yüksəltməyə imkan verir. Bu da müştəri sadıqlığını artıraraq, uzun müddətli müştəri dəyərini və dolayısı ilə gəlirləri artırmağa kömək edir [22,s.142].

Beləliklə, PUA-ların tətbiqi, telekommunikasiya şirkətləri üçün maliyyə cəhətdən əhəmiyyətli faydalar təmin edərək, onların rəqabət qabiliyyətini artırır və uzunmüddətli uğurlarına töhfə verir.

PUA-ların telekommunikasiya şirkətlərinə təqdim etdiyi maliyyə imkanları ilə əlaqədar olaraq, digər bir mühüm aspekt isə operativ effektivliyin artırılmasıdır. Avtomatlaşdırma texnologiyaları sayəsində şirkətlər zəruri olmayan iş yükünü azalda bilər və eyni zamanda daha sürətli və dəqiq xidmət təqdim edə bilər. Bu, öz növbəsində, xərc məhsuldarlığını yüksəltmək və operativ xərcləri azaltmaq imkanı yaradır [11,s.171].

PUA-lar həmçinin infrastruktur və texnoloji yeniləmələr üçün başlanğıc xərclərin azaldılmasına kömək edə bilər. Avtomatlaşdırılmış alətlərin tətbiqi ilə, telekommunikasiya şirkətləri yeni xidmətləri daha sürətli və az xərc ilə təqdim edə bilər. Bu, texnoloji yeniliklərin daha sürətli bazarına çıxarılmasını təmin edir ki, bu da müştəri tələblərinə daha tez cavab verməyə və yeni gəlir mənbələri yaratmağa imkan verir.

Eyni zamanda, PUA-lar şirkətlərin müştərilər ilə olan əlaqələrini də yaxşılaşdırmaqda mühüm rol oynayır. Müştəri məlumatlarının avtomatlaşdırılmış təhlili sayəsində, telekommunikasiya şirkətləri müştəri

davranışları və tələbləri barədə daha dərin anlayış əldə edə bilər. Bu məlumatlar müştəri xidmətlərinin fərdiləşdirilməsində və müştərilərin razılıq dərəcəsinin artırılmasında istifadə oluna bilər.

Müştəri məmnuniyyəti yüksəldikcə, müştəri sadıqlığı və şirkətə olan bağlılıq da artır, bu da davamlı abunəçilik gəlirlərinin qorunmasına və artırılmasına kömək edir. Beləliklə, PUA-ların tətbiqi, telekommunikasiya şirkətlərinin maliyyə performansını yaxşılaşdırmaqla yanaşı, bazar payını və müştəri bazasını genişləndirmək üçün strateji əhəmiyyət kəsb edir [13,s.155].

Cədvəl 2.4 PUA-ların tətbiq sahələri

PUA Tətbiqi	Maliyyət Üstünlükləri	Təsiri
Əmək Xərclərinin Azalması	Avtomatlaşdırılmış iş prosesləri ilə işçi sərfiyyatının azalması	İş məhsuldarlığının artması və xərc məhsuldarlığının yüksəlməsi
Operativ Effektivliyin Artırılması	İş yükünün azalması və xidmət sürətinin artırılması	Xərclərin azalması və müştəri məmnuniyyətinin yüksəlməsi
Texnoloji Yeniləmələrə Başlanğıc Xərclərinin Azalması	Yeni xidmətlərin daha sürətli və az xərc ilə təqdim edilməsi	Yeniliklərin tez bazarına çıxarılması və rəqabət üstünlüyünün artırılması
Müştəri Məlumatlarının Təhlili	Müştəri davranışları və tələbləri barədə dərin anlayışın əldə edilməsi	Müştəri xidmətlərinin fərdiləşdirilməsi və loyallığın artırılması
Müştəri Sadıqlılığının Artırılması	Müştəri məmnuniyyətinin yüksəlməsi ilə abunəçilik gəlirlərinin qorunması	Uzunmüddətli gəlir artımı və müştəri bazasının genişlənməsi

Mənbə: Həşimov, E.Q. Görünməyən hərbi obyektlərin aşkar edilməsi üçün CİS və seysmolokasiya üsullarının tətbiqi. Monoqrafiya / E.Q.Həşimov, A.A.Bayramov. – Bakı: Hərbi nəşriyyat, – 2017. – 246 s.

Cədvəl, iş proseslərinin avtomatlaşdırılmasının (PUA) maliyyət üstünlükləri və onların müvafiq təsirlərini izah edir:

1. Əmək Xərclərinin Azalması - Avtomatlaşdırılmış iş prosesləri ilə işçi sərfiyyatının azalması iş məhsuldarlığının artmasına və xərc məhsuldarlığının yüksəlməsinə səbəb olur [14,s.131].

2. Operativ Effektivliyin Artırılması - İş yükünün azalması və xidmət sürətinin artırılması xərclərin azalmasına və müştəri məmnuniyyətinin yüksəlməsinə kömək edir.

3. Texnoloji Yeniləmələrə Başlanğıc Xərclərinin Azalması - Yeni xidmətlərin daha sürətli və az xərc ilə təqdim edilməsi yeniliklərin tez bazarına çıxarılmasına və rəqabət üstünlüyünün artırılmasına imkan verir.

4. Müştəri Məlumatlarının Təhlili - Müştəri davranışları və tələbləri barədə dərin anlayışın əldə edilməsi müştəri xidmətlərinin fərdiləşdirilməsinə və müştəri loyallığının artırılmasına yol açır.

5. Müştəri Sadıqlıyının Artırılması - Müştəri məmnuniyyətinin yüksəlməsi ilə abunəçilik gəlirlərinin qorunması uzunmüddətli gəlir artımı və müştəri bazasının genişlənməsini təmin edir.

Bu avtomatlaşdırma tətbiqləri maliyyə qənaəti, operativ effektivlik, və müştəri münasibətlərinin yaxşılaşdırılması kimi müxtəlif faydalar təmin edir.

Bu avtomatlaşdırma tətbiqləri iş məhsuldarlığının artırılmasına işçi xərclərinin azalmasına və xərc məhsuldarlığının yüksəlməsinə kömək edir. Əlavə olaraq iş yükünün azalması və xidmət sürətinin artırılması xərclərin azalmasına və müştəri məmnuniyyətinin yüksəlməsinə səbəb olur. Yeni texnologiyaların sürətli və az xərc ilə tətbiqi yeniliklərin bazarına çıxarılmasını sürətləndirir və rəqabət üstünlüklərini artırır. Müştəri davranışları və tələbləri haqqında dərin məlumatlar müştəri xidmətlərinin daha yaxşı fərdiləşdirilməsinə və müştəri loyallığının artmasına imkan verir. Son olaraq müştəri məmnuniyyətinin artması ilə abunəçilik gəlirlərinin qorunması uzunmüddətli gəlir artımına və müştəri bazasının genişlənməsinə kömək edir [15,s.176].

Şəkil 2.4 Yükdəyiçici PUA təsviri



Bu şəkil bir dronun göstəricisidir, xüsusilə də yük daşımaq üçün dizayn edilmiş bir modeli təsvir edir. Dronlar, avtomatlaşdırma texnologiyalarının iş mühitində necə tətbiq edilə biləcəyinin əla bir nümunəsidir. Yük daşıyan bu cür dronlar, logistika və çatdırılma proseslərini optimallaşdırmaq üçün istifadə olunur. Bu, əmək xərclərini azaltmaq, operativ effektivliyi artırmaq və xidmət sürətlərini yüksəltmək baxımından mühüm faydalar təmin edir. Müştəri məmnuniyyətini artırmaqla yanaşı, bu texnologiya həmçinin şirkətlərə daha sürətli və dəqiq çatdırılma imkanları yaradır, müştərilərin gözləntilərini daha yaxşı ödəyərək onların loyallığını artırır. Dronlar kimi avtomatlaşdırma vasitələri, iş proseslərini daha effektiv hala gətirərək uzun müddətli mənfəətlər yaradır [18,s.188].

Bütün bu amillər təşkilatın ümumi effektivliyini artırır iş proseslərinin optimallaşdırılmasına və maliyyə qənaətinə gətirib çıxarır. Avtomatlaşdırma ilə əldə edilən bu nəticələr həm işgüzar mühitdə həm də müştəri münasibətlərində yaxşılaşmalar yaradır. Nəticədə təşkilatlar daha sürətli qərarlar qəbul edə bilər, daha effektiv strategiyalar tətbiq edərək bazar mövqelərini gücləndirirlər. Müştərilərə daha yaxşı xidmət göstərməklə onların sadıqlığını və dəstəyini

qazanmaq mümkün olur Bütün bunlar isə uzun müddətli müvəffəqiyyətə və dayanıqlığa zəmin yaradır

Əvvəlki izah etdiyim formullara əsaslanaraq konkret rəqəmli nümunələr verməklə iş proseslərinin avtomatlaşdırılması kontekstində necə hesablamalar aparıla bilər göstərək:

Əmək Xərclərinin Azalması

Verilənlər:

- Əmək Haqqı Əmsalı: \$50/saat
- Əmək Saatları (Əvvəlki): 1000 saat
- Avtomatlaşdırma Xərcləri: \$20,000
- Əmək Saatları (Sonrakı): 300 saat [15,s.145].

Başlangıç Xərcləri Qənaəti = Ənənəvi Başlangıç Xərcləri – Avtomatlaşdırılmış

Başlangıç Xərcləri

Formula:

Hesablama:

$$\text{Başlangıç Xərcləri Qənaəti} = 100,000 - 60,000 = 40,000$$

Nəticədə, əmək xərclərində \$15,000 qənaət edilmişdir.

Operativ Effektivliyin Artırılması

Verilənlər:

- Xidmət Sürəti Əvvəlki İş Həcmi: 200 əməliyyat/gün
- Xidmət Sürəti Sonrası İş Həcmi: 500 əməliyyat/gün

Formula:

$$\text{Operativ Effektivlik} = \frac{\text{Xidmət Sürəti Sonrası İş Həcmi}}{\text{Xidmət Sürəti Əvvəlki İş Həcmi}}$$

Hesablama:

$$\text{Operativ Effektivlik} = \frac{500}{200} = 2.5$$

Nəticədə, iş həcmnin 2.5 dəfə artımı müşahidə edilmişdir, bu da operativ effektivliyin kəskin artımını göstərir [45,s.171].

FƏSİL 3: PILOTSUZ UÇUŞ APARATLARININ TELEKOMMUNİKASIYA SEKTORUND ÇATIŞMAZLIQLARI VƏ POTENSIAL TƏHLÜKƏLƏRİ

3.1. PUA'ların işlətməkdə qarşılaşdığı texniki problemlər.

"Pilotsuz uçuş aparatları" (PUA) telekommunikasiya sektorunda müxtəlif çətinliklər və potensial təhlükələr yarada bilər. Bunlar arasında texniki problemlər, frekans münaqişələri və məlumat təhlükəsizliyi kimi məsələlər də daxildir [18,s.181].

PUA'ların texniki problemləri əsasən onların kompleks sistemlərində baş verir. Misal üçün, PUA'ların qlobal naviqasiya peykdən asılı olan GPS sistemləri kimi texnologiyalara olan bağımlılığı, peyk siqnallarının pozulması və ya mənfi hava şəraitində işləmə qabiliyyətinin aşağı olması kimi problemlərə səbəb ola bilər. Bundan əlavə, PUA'larda qarşılaşılan texniki çətinliklər arasında batareya məsafəsi, avtomatik idarəetmə sistemlərinin qüsurları, və sensorların səhv oxuması da yer alır. Telekommunikasiya sektorunda, PUA'ların işlətməsi zamanı frekans münaqişələri də baş verə bilər. Çünki PUA'lar üçün istifadə olunan radio tezlikləri tez-tez digər telekommunikasiya xidmətləri tərəfindən də istifadə olunur. Bu vəziyyət, həm PUA'ların həm də digər telekommunikasiya avadanlıqlarının qarşılıqlı işləməsinə mane olaraq, rabitə problemlərinə səbəb olur [13,s.178].

Məlumat təhlükəsizliyi də PUA'larda ciddi bir məsələdir. Məlumatların qeyri-qanuni şəkildə əldə edilməsi, PUA'ların idarəetmə sistemlərinə xarici müdaxilələr və kiber hücumlar, bu aparatların təhlükəsizliyini və məxfiliyini təhdid edir.

Beləliklə, PUA'ların telekommunikasiya sektorunda istifadəsi zamanı yaranan bu texniki problemlər və münaqişələr, onların geniş və effektiv istifadəsinə mane olur. Bu problemlərin həlli üçün ətraflı tədqiqatlar və təhlillər aparılmalıdır.

Cədvəl 3.1 PUA-ların çatışmazlıqları və həll təklifləri

Problemlər	Açıqlama	Həll Təklifləri
Naviqasiya və Lokasiya Problemləri	GPS siqnallarının zəifləməsi və ya itirilməsi PUA-ların yerləşməsinə dəqiq müəyyənləşdirməkdə çətinliklər yaradır.	Daha müasir və qabaqcıl GPS texnologiyalarının tətbiqi; çoxsaylı lokalizasiya texnologiyalarından (multi-sensor fusion) istifadə.
Enerji Məhdudiyyətləri	Batareyaların məhdud enerji saxlama qabiliyyəti uçuş müddəti və məsafəsinə məhdudlaşdırır.	Daha güclü və uzun müddətli batareyaların istifadəsi; enerji səmərəliliyini artıran texnologiyaların inkişaf etdirilməsi.
Kommunikasiya Problemləri	Siqnalların zəifləməsi və ya keçid zamanı gecikmələr, kommunikasiya problemləri yaradır.	Gücləndirilmiş rabitə təchizatı və texnologiyalar; şəbəkə infrastrukturlarının optimallaşdırılması.
Hava Şəraiti	Küləkli və ya yağışlı hava şəraitində stabil və dəqiq uçuşlar çətinləşir.	Hava müqavimətli dizaynların və avadanlıqların təkmilləşdirilməsi; hava şəraitinə uyğun planlaşdırma.
Sensor və Avadanlıq Qüsurları	Arızalanma və ya səhv məlumat vermə, uçuş qəzalarına və missiya uğursuzluqlarına səbəb olur.	Daha etibarlı sensorlar və avadanlıqların istifadəsi; mütəmadi yoxlamalar və texniki baxım.
Kiber Təhlükəsizlik Məsələləri	Kiber hücumlar və məlumatların qeyri-qanuni əldə edilməsi, idarəetmə sistemlərinə ciddi təhlükə yaradır.	Güclü kiber təhlükəsizlik protokolları; məlumatların şifrələnməsi və təhlükəsiz şəbəkə qurğularının tətbiqi.
Qanuni və Tənzimləyici Çərçivələr	Qanunlar və tənzimləmələr, PUA-ların genişləndirilmiş və ya yeni istifadə sahələrində işləməsinə mane olur.	Qanunvericiliyin və siyasətlərin yenidən nəzərdən keçirilməsi; daha esnek və yenilikçi tənzimləmələrin tətbiqi.

Mənbə: Quliyev, A. Hava-kosmik hücum vasitələri // – Bakı: Hərbi bilik, – 2014. №1, – s.46-53.

Pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) işlətməkdə qarşılaşdığı əsas texniki problemlər və həll yolları aşağıdakı kimi izah edilə bilər:

Naviqasiya və Lokasiya Problemləri: GPS siqnallarının zəifləməsi və ya itirilməsi ilə bağlı problemləri həll etmək üçün daha qabaqcıl GPS texnologiyalarından və çoxsaylı lokalizasiya sistemlərindən istifadə edilə bilər.

Enerji Məhdudiyyətləri: Uçuş müddəti və məsafəsinə artırmaq üçün daha güclü və uzun müddətli batareyaların istifadəsi və enerji səmərəliliyini artıran texnologiyalar tətbiq edilə bilər [12,s.224].

Kommunikasiya Problemləri: Kommunikasiya qüsurlarını aradan qaldırmaq üçün daha güclü rabitə təchizatı və şəbəkə infrastrukturalarının optimallaşdırılması lazımdır.

Hava Şəraiti: Hava müqavimətli dizaynlar və avadanlıqların təkmilləşdirilməsi ilə hava şəraitinin uçuşlara təsirini azaltmaq mümkündür.

Sensor və Avadanlıq Qüsurları: Daha etibarlı sensorlar və avadanlıqların istifadəsi, mütəmadi yoxlamalar və texniki baxımlar bu problemlərin həllində kömək edə bilər [23,s.255].

Kiber Təhlükəsizlik Məsələləri: Kiber təhlükəsizlik protokollarının gücləndirilməsi, məlumatların şifrələnməsi və təhlükəsiz şəbəkə qurğularının istifadəsi məlumatların qorunmasına yardımcı olur.

Qanuni və Tənzimləyici Çərçivələr: Qanunvericiliyin və siyasətlərin yenidən nəzərdən keçirilməsi ilə PUA-ların işlətməsinə imkan verən daha esnek qaydalar tətbiq edilə bilər.

Pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) texniki problemləri və onların həlli yollarına dair mövzuya davam edərkən, həmçinin müxtəlif digər faktorları nəzərə almalıyıq ki, bu da PUA-ların optimallaşdırılmasında mühüm rol oynayır.

PUA-lardan toplanan məlumatların dəqiq və effektiv şəkildə təhlil edilməsi, missiyaların planlaşdırılması və idarəetməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu, həm məlumat toplama texnikalarının təkmilləşdirilməsini, həm də məlumatların emalı üçün daha qüdrətli analitik alətlərin tətbiqini tələb edir.

PUA-ların işlənməsində təhlükəsizlik həmişə əsas prioritet olmalıdır. Bunun üçün müəyyən operativ standartlar və təhlükəsizlik protokolları qurulmalı və davamlı olaraq yoxlanılmalıdır [25,s.266]. Bu standartlar, PUA operasiyalarının həm mülki, həm də kommersion məqsədləri üçün tətbiq edilməlidir. PUA-ların ətraf mühitə və ictimai qəbul olunmasına olan təsirlərini də nəzərə almalıyıq. PUA-ların istifadəsi zamanı yaranan səs və görsəl təsirlər,

ekoloji və sosial mühitə mənfi təsir göstərə bilər. Bu problemlərin həlli üçün səs izolyasiyası texnologiyaları və daha az invaziv dizayn təklifləri tətbiq edilə bilər.

Texnologiyaların və PUA-ların dizaynları ilə bağlı intellektual mülkiyyət hüquqlarının qorunması və lisenziyalaşdırma qaydaları da mühüm rol oynayır. Bu, PUA texnologiyalarının inkişafı və bazarlara daxil olmasında əsas amillərdən biridir. Beynəlxalq səviyyədə əməkdaşlıq və standartların tətbiqi, PUA-ların dünya üzrə bir-birilə uyğun və təhlükəsiz işləməsini təmin edə bilər. Beynəlxalq təşkilatlarla işbirliyi və qlobal standartların müəyyənləşdirilməsi bu sahədə innovasiya və təhlükəsizliyi gücləndirir [18,s.175].

Bütün bu faktorlar, PUA-ların daha geniş qəbulunu və tətbiqini dəstəkləyir, eyni zamanda onların təhlükəsiz və etibarlı işləməsini təmin etmək üçün zəruri şərtlər yaradır.

Pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) texniki problemlərini və onların həlli yollarını tənliklər və düsturlarla izah etmək mürəkkəb ola bilər, lakin bu, müəyyən parametrləri hesablamada və müvafiq texniki çətinlikləri həll etmək üçün lazım olan başa düşməyə kömək edir. İşte bəzi nümunə tənliklər və düsturlar:

Enerji Tələbləri və Batareya Ömrü Hesablamaları:

- Batareya ömrünü hesablayan tənlik:

$$t = \frac{C}{I}$$

Burada (t) - batareya ömrü (saat ilə), (C) - batareyanın tutumu (amper-saat), (I) - cərəyan istehlakı (amper).

- Uçuş məsafəsi üçün tələb olunan enerjinin hesablanması:

$$E = P \times t$$

Burada (E) - tələb olunan enerji (vat-saat), (P) - PUA-nın istehlak etdiyi güc (vat), (t) - uçuş müddəti (saat).

GPS Siqnalının Dəqiqliyi və Təsiri:

- GPS siqnalının dəqiqliyini təsir edən tənlik:

$$\sigma = \frac{c \cdot \tau}{\sqrt{SNR}}$$

Burada (sigma) - yerləşmə dəqiqliyi (metr), (c) - işıq sürəti (metr/saniyə), (tau) - zaman gecikməsi (saniyə), (SNR) - siqnal-şovqun nisbəti [19,s.288].

Kommunikasiya Gecikmələri:

- Kommunikasiya gecikməsini hesablayan tənlik:

$$d = \frac{d}{c} + \frac{N}{B}$$

Burada (d) - ümumi gecikmə (saniyə), (d) - məsafə (metr), (c) - siqnalın sürəti (metr/saniyə), (N) - ötürülən məlumat miqdarı (bit), (B) - kanalın genişliyi (bit/saniyə).

Bu tənliklər PUA-ların enerji məsələləri, naviqasiya sistemlərinin işləkliyi və kommunikasiya infrastrukturlarının optimallaşdırılması kimi müxtəlif texniki problemləri anlamaqda köməkçi ola bilər. Hər bir tənlik müəyyən bir problemin dərinliyinə düşmək üçün xüsusi tədqiqatlar və təcrübələr tələb edir [10,s.281].

Rəqəmlərlə zənginləşdirilmiş düsturlara misallar verək ki, PUA-ların enerji məsələləri, naviqasiya dəqiqliyi və kommunikasiya gecikmələri daha aydın anlaşılınsın:

Enerji Tələbləri və Batareya Ömrü Hesablamaları

- Fərz edək ki, bir PUA-nın batareyası 5000 mAh (milliamper-saat) tutumlu və ortalama 20W (vat) güc istehlak edir. Uçuş müddətini hesablayaq:

$$t = \frac{C}{I} = \frac{5 \text{ Ah}}{20 \text{ W} \div 12 \text{ V}} \approx 3 \text{ saat}$$

Burada ($I = \frac{P}{V}$) ilə hesablanır, V - voltajdır (12V fərz edilmişdir).

- Bu PUA 3 saat boyunca 60W güc istehlak edərsə, tələb olunan enerji belə hesablanır: [17,s.189].

$$E = P \times t = 60 \text{ W} \times 3 \text{ saat} = 180 \text{ Wh}$$

GPS Siqnalının Dəqiqliyi və Təsiri:

- Fərz edək ki, bir PUA-nın GPS siqnalının zaman gecikməsi 0.001 saniyədir və siqnal-şovqun nisbəti (SNR) 5000-dir. Dəqiqlik belə hesablanır:

Bu, GPS yerləşmə dəqiqliyinin məhdudiyyətini göstərir

Kommunikasiya Gecikmələri:

- Fərz edək ki, bir PUA 10 km məsafəyə məlumat ötürür. Kanalın genişliyi 1 Mbps (milyon bit/saniyə) və ötürülən məlumat miqdarı 1 MB (milyon bit) olsun. Gecikmə belə hesablanır:

$$\sigma = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s} \times 0.001 \text{ s}}{\sqrt{5000}} \approx 4.24 \text{ m}$$

Bu, məlumatın ötürülməsi zamanı yaranan gecikmənin hesablanması göstərir.

Bu nümunələr, PUA-ların işləməsi ilə əlaqədar mürəkkəb texniki detalları anlamaqda köməkçi ola bilər və mühəndislərin müvafiq tənzimləmələr etməsi üçün lazımı riyazi əsasları təmin edir [33,s.323].

Pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) texniki işləməsində riyazi hesablamalar və nümunələr həyati rol oynayır. Bu hesablamalar, PUA-ların daha effektiv və təhlükəsiz işləməsi üçün zəruri olan mühəndislik qərarlarının qəbul edilməsində əsaslı məlumatlar təqdim edir. İndi bu mövzuya dair daha ətraflı düşünək:

Optimal Qüvvə İdarəetməsi və Enerji Səmərəliliyi: Enerji istehlakının optimal idarə edilməsi PUA-ların daha uzun müddət uçmasını və daha çox missiya yerinə yetirməsini təmin edir. Bunun üçün qüvvə istehlakının dinamik tənzimlənməsi kimi mühəndislik yanaşmaları istifadə edilir, bu da müxtəlif uçuş mərhələlərində enerji tələbinə əsaslanır.

Dağıdıcı Elementlər və Dizayn Optimallaşdırması: PUA-ların konstruksiyası aerodinamik effektivliyi maksimum dərəcədə artırmağa yönəlməlidir ki, bu da külək və digər atmosfer təsirlərinin mənfi təsirlərini azaltmaqda kömək edir. Dizaynın optimallaşdırılması simulyasiya alətləri və riyazi modelləşdirmə vasitəsilə həyata keçirilir.

Təhlükəsizlik Protokolları və Avadanlıq Yoxlamaları: Təhlükəsizlik bir başqa mühüm məsələdir. PUA-ların təhlükəsizliyini təmin etmək üçün avadanlıq yoxlamaları, sınaqlar və təkrarlanan testlər aparılır. Bu yoxlamaların məqsədi, hər hansı bir texniki nasazlığı erkən mərhələdə aşkar etmək və qarşısını almaqdır [31,s.334].

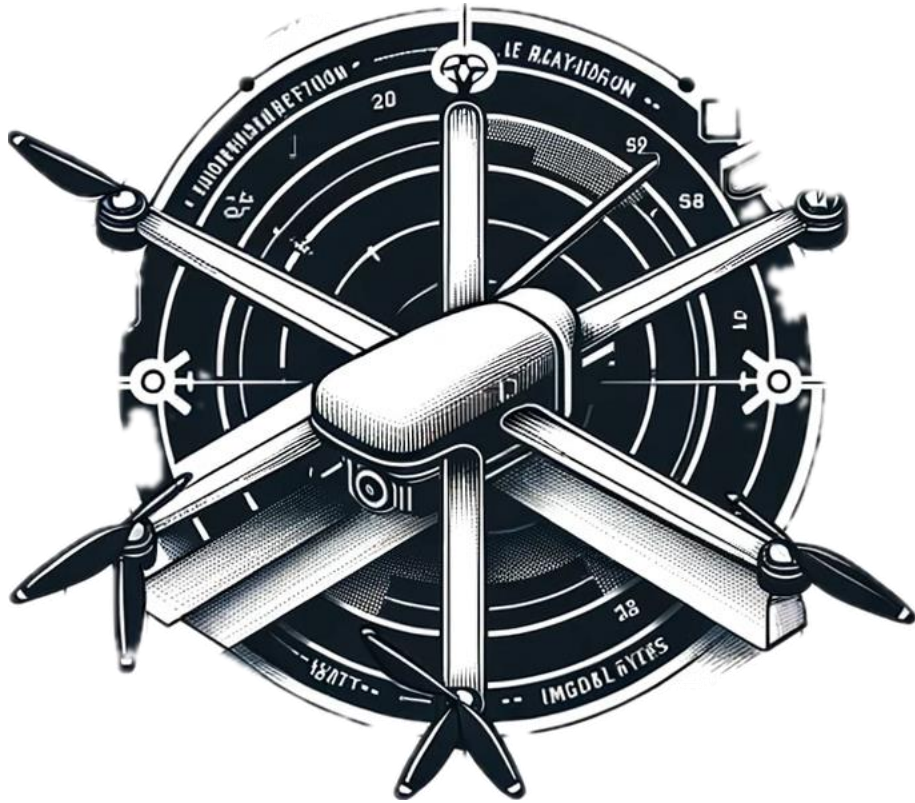
Kiber Təhlükəsizlik Tədbirləri: Kiber təhlükəsizlik tədbirləri də PUA-ların işləməsində mühüm rol oynayır. Məlumatların şifrələnməsi, təhlükəsiz kommunikasiya kanallarının qurulması və müdaxilələrə qarşı müdafiə

sistemlərinin təkmilləşdirilməsi, PUA-ların etibarlı və təhlükəsiz işləməsini təmin etməkdə əsas amillərdəndir.

Beynəlxalq Standartlar və Qanunvericilik: Son olaraq, beynəlxalq standartlar və qanunvericilik məsələləri də PUA-ların işləməsində vacibdir. Müxtəlif ölkələrin PUA-lara dair qanun və tənzimləmələri, bu aparatların qlobal miqyasda işləməsinə uyğunlaşdırılmasını tələb edir. Bu, PUA-ların beynəlxalq miqyasda rahat istifadəsi üçün standartlaşdırılmış protokolların və qaydaların müəyyənləşdirilməsini şərtləndirir [15,s.345].

Bu kompleks yanaşmalar və mühəndislik həlləri PUA-ların daha təhlükəsiz, etibarlı və effektiv işləməsini təmin edərək, bu texnologiyaların genişləndirilməsi və təkmilləşdirilməsi yolunda mühüm addımlar atır.

Şəkil 3.1



Pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) texniki təkmilləşdirilməsi məqsədi ilə müxtəlif aspektlər üzərində işlənməlidir ki, bu da aparatların əməliyyat effektivliyini və təhlükəsizliyini artırmağa yönəlib.

Yeni Materialların Tədqiqi və İstifadəsi: PUA-ların daha yüngül və dayanıqlı olması üçün kompozit materiallar kimi yenilikçi materiallardan istifadə edilə bilər. Bu materiallar, aparatın ağırlığını azaltmaqla yanaşı, enerji səmərəliliyini də artırır və daha uzun məsafələrə uçuş imkanı yaradır.

Yüksək Dəqiqlikli Sensorlar və İdarəetmə Sistemləri: PUA-ların idarəetməsini daha dəqiq və etibarlı etmək üçün yüksək dəqiqlikli sensorlar və idarəetmə sistemləri tətbiq edilməlidir. Bu, həm naviqasiya dəqiqliyini artırır, həm də potensial qəza risklərini azaldır [14,s.330].

Otonom Uçuş Alqoritmlərinin İnkişafı: PUA-ların daha mürəkkəb və təhlükəsiz uçuşlar yerinə yetirməsi üçün otonom uçuş alqoritmləri mühüm rol oynayır. Bu alqoritmlər, aparatın öz-özünə qərarlar qəbul etməsini və müxtəlif senario üzrə reaksiya verməsini təmin edir.

Şəbəkə Bağlantıları və İnteqrasiya: PUA-ların digər cihazlar və sistemlərlə əlaqəli şəkildə işləməsi üçün şəbəkə bağlantıları və platformalararası inteqrasiya təkmilləşdirilməlidir. Bu, məlumat mübadiləsini sürətləndirir və missiyaların koordinasiyasını asanlaşdırır.

Qlobal Tənzimləyici Çərçivələrin Yenilənməsi: PUA-ların işləməsini düzgün və təhlükəsiz şəkildə idarə etmək üçün qlobal tənzimləyici çərçivələr daim yenilənməli və uyğunlaşdırılmalıdır. Bu, həm texnologiyaların standartlaşdırılmasına, həm də beynəlxalq səviyyədə işləmə qaydalarının müəyyənləşdirilməsinə kömək edir [26,s.245].

Kiber Təhlükəsizlik Protokollarının Gücləndirilməsi: Kiber təhlükəsizlik, PUA-ların işləməsi üçün əsas təhlükəsizlik tədbirlərindən biridir. Daimi olaraq yenilənən kiber təhlükəsizlik protokolları, hücum və müdaxilələrə qarşı müdafiəni gücləndirir.

Bu yanaşmalar, PUA-ların daha geniş qəbulunu və tətbiqini təmin edən texniki və qanuni infrastrukturun təkmilləşdirilməsində mühüm rol oynayır. Nəticədə, bu aparatların təhlükəsiz, etibarlı və effektiv işləməsi üçün lazımı şərait yaradılır.

3.2. PUA'lardan istifadənin məxfilik və təhlükəsizlik riskləri.

Pilotsuz uçuş aparatları (PUA) geniş imkanlar təqdim etsə də, məxfilik və təhlükəsizliklə bağlı ciddi risklər yarada bilər. Bu risklərin anlaşılması və onların idarə edilməsi, PUA-ların etibarlı və qanuni şəkildə istifadəsinin zəminini təmin edir.

Məxfilik Riskləri:

İstənməyən Müşahidə: PUA-lar, kameraları və digər izləmə cihazları ilə təchiz edilmiş ola bilər ki, bu da şəxsi və qeyri-qanuni şəkildə məlumat toplama riskini artırır. İctimai və şəxsi məkanlarda istifadə zamanı məxfilik hüquqlarının pozulması ciddi məsələ yarada bilər [28,s.256].

Məlumatların Qeyri-qanuni Toplanması və Paylaşılması: PUA-lar vasitəsilə toplanan məlumatlar, məxfilik qaydalarına riayət edilmədən qeyri-qanuni yollarla toplana və üçüncü tərəflərə satıla bilər.

Təhlükəsizlik Riskləri: [34,s.318].

Kiber Hücumlar: PUA-ların idarəetmə sistemləri, kiber hücumlar üçün hədəf ola bilər. Hackerlər PUA-ların nəzarətini ələ keçirərək, məlumatları oğurlaya, aparatı zərərli məqsədlər üçün istifadə edə bilər.

Fiziki Təhlükəsizlik: PUA-ların qəza riski, başqa hava vasitələri ilə toqquşma, yer üzündəkilərə zərər vermə potensialı da daxil olmaqla, ciddi fiziki təhlükəsizlik məsələlərini gündəmə gətirir.

Risklərin İdarə Edilməsi:

Məxfilik Qaydalarının Tətbiqi: PUA-ların məxfilik qaydalarına uyğun işləməsini təmin etmək üçün hüquqi çərçivələr və icraatlar tətbiq edilməlidir. Bu, PUA-ların yalnız müəyyən şərtlər altında və müvafiq icazələrlə istifadə edilməsini tələb edir.

Kiber Təhlükəsizlik Tədbirləri: Güclü kiber təhlükəsizlik protokolları, məlumat şifrələmə və etibarlı kimlik təsdiqləmə sistemləri, PUA-ların təhlükəsiz işləməsini təmin etmək üçün vacibdir [13,s.311].

Təhlükəsizlik Protokolları və Standartları: PUA-ların işlənməsi zamanı təhlükəsizlik protokollarına riayət edilməsi, aparata dair texniki yoxlamaların aparılması və toqquşmaları qarşısını alan sistemlərin tətbiqi təhlükəsizliyi artırır. Bu risklərə düzgün yanaşma və qarşı tədbirlərin görülməsi, PUA-ların etibarlı və qanuni şəkildə istifadəsini təmin etməkdə mühüm rol oynayır, beləliklə onların imkanlarından maksimum fayda əldə edilə bilər.

Cədvəl 3.2

Risk Növü	Açıqlama	İdarəetmə Yolları
İstənməyən Müşahidə	PUA-ların kameraları və sensorları şəxsi məkanlara müdaxilə riski yaradır.	Uçuş qaydalarının qəti tətbiqi; ictimai və şəxsi məkanlarda uçuşlara məhdudiyyətlər qoymaq.
Məlumatların Qeyri-qanuni Toplanması və Paylaşılması	Toplanan şəxsi məlumatların qeyri-qanuni işlənməsi və paylaşılması.	Məlumatların müddətli saxlanması və qorunması siyasətləri; məlumatların müvafiq şəkildə şifrələnməsi.
Kiber Hücumlar	Hackerlərin PUA-ların idarəetmə sistemlərinə müdaxiləsi.	Kiber təhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsi; məlumat və idarəetmə kanallarının şifrələnməsi.
Fiziki Təhlükəsizlik	PUA-ların qəzaları və digər hava vasitələri ilə potensial toqquşmaları.	Daimi texniki yoxlamalar və təhlükəsizlik standartlarına uyğunluq; hava nəqliyyatı ilə koordinasiya və toqquşma önləyici texnologiyaların tətbiqi.
Məxfilik Qaydalarının Tətbiqi	İctimai və şəxsi məkanların məxfiliyinin qorunmaması.	Hüquqi çərçivələrin tətbiqi; icazə və məxfilik qaydalarına uyğun əməliyyatların təmin edilməsi.
Şəffaflıq və İctimai Məlumatlandırma	İctimaiyyətin PUA-ların istifadəsi barədə məlumatlandırılmaması.	İctimaiyyətə məlumatların açıq və şəffaf şəkildə təqdim edilməsi; ictimai münasibətlərin idarə edilməsi

Mənbə: Quliyev, A. Hava-kosmik hücum vasitələri // – Bakı: Hərbi bilik, – 2014. №1, – s.46-53.

Bu yanaşmalar, PUA-ların məxfilik və təhlükəsizlik risklərini azaltmaq və onların etibarlı şəkildə istifadəsini təmin etmək üçün zəruri tədbirlər təqdim edir.

PUA-ların istifadəsi zamanı məxfilik və təhlükəsizlik məsələlərinin daha da dərinləşdirilməsi mühüm bir addım olaraq qarşıya çıxır. Bu cihazların geniş yayılması ilə birlikdə onların idarə edilməsi proseslərində şəffaflığın və hesabatlılığın artırılması zərurəti ortaya çıxır. İstifadəçilər və operatorlar

arasında etimadın qurulması, həm məxfilik həm də təhlükəsizlik məsələlərində açıqlığın təmin edilməsi bu prosesin ayrılmaz hissəsidir [11,s.411].

Təhlükəsizlik protokollarının müntəzəm olaraq yenilənməsi, PUA-ların işləmə standartlarını yüksəltmək üçün texnoloji yeniliklərdən yararlanmaq və bu sahədəki qanunvericilikləri müasir tələblərə uyğunlaşdırmaq lazımdır. Bu, həm daxili həm də beynəlxalq miqyasda PUA-ların istifadəsi ilə bağlı qaydaların təkmilləşdirilməsini şərtləndirir [14,s.319].

Əlavə olaraq, PUA-ların ictimai xidmətlər və təcili vəziyyətlərdə istifadəsi kimi məsələlər üzrə də qaydaların təkmilləşdirilməsi vacibdir. Bu cihazların böyük miqyasda faydalı tətbiqətləri olduğu kimi, məsələn axtarış-xilasetmə əməliyyatları, ətraf mühitin monitorinqi və şəhər planlaşdırması kimi sahələrdə istifadəsi üçün də müvafiq standartlar və təhlükəsizlik protokolları müəyyən edilməlidir.

Son olaraq, PUA-ların istifadəsi zamanı ictimaiyyətin məlumatlandırılması və maarifləndirilməsi, bu texnologiyaların qəbul edilməsi və genişləndirilməsi prosesində mühüm rol oynayır. İnsanların PUA-ların faydalarını və potensial risklərini dərk etməsi, bu yeni texnologiyaların daha məsuliyyətli və təhlükəsiz şəkildə inteqrasiyasını asanlaşdırır.

Pilotsuz uçuş aparatlarından (PUA) istifadə ilə bağlı məxfilik və təhlükəsizlik risklərini idarə etməkdə riyazi hesablamaların rolunu nəzərə alaq. Aşağıdakı formullar, müəyyən məxfilik və təhlükəsizlik məsələlərinin həlli ilə bağlı nümunələr təqdim edir:

Müşahidə Riski - Optimal Müşahidə Məsafəsi**:

Müşahidə riskini azaltmaq üçün PUA-ların insanların olduğu məkanlardan müəyyən bir məsafədə uçması lazımdır. Fərz edək ki, optimal müşahidə məsafəsi (d) bərabərdir: [13,s.417].

$$d = h \tan(\theta)$$

Burada (h) PUA-nın yüksəkliyi və (theta) müşahidə açısıdır. Əgər PUA 100 metr yüksəklikdə uçur və kamera 30° bucaqla gözetleyirsə, optimal məsafəni hesablayaq:

$$d = 100 \tan(30^\circ) \approx 57.7 \text{ metr}$$

Bu məsafə, PUA-nın insanların məxfiliyini pozmadan uçmasına imkan verir.

Kiber Hücüm Riskinin Azaldılması - Şifrənin Qırılma Vaxtı:

Kiber hücum riskini azaltmaq üçün PUA-ların məlumat ötürmə kanalları güclü şifrələmə ilə qorunmalıdır. Şifrənin qırılma müddəti (T) ilə ifadə edilir:

$$T = \frac{2^k}{R}$$

Burada (k) şifrələmə açarı uzunluğu (bit cinsindən), (R) isə hücum edən tərəfin saniyədə cəhd edə biləcəyi kombinasiyaların sayıdır. Fərz edək ki, 256-bit açar istifadə edilir və hücumçu saniyədə (10^{12}) cəhd edir:

$$T = \frac{2^{256}}{10^{12}} \text{ saniyə}$$

Bu nəticə, praktiki olaraq qırılması mümkün olmayan bir şifrələmənin olduğunu göstərir [36,s.415].

Fiziki Təhlükəsizlik - Təhlükəsiz Uçuş Məsafəsi:

PUA-ların digər hava vasitələri ilə potensial toqquşmalarını azaltmaq üçün təhlükəsiz uçuş məsafəsi hesablanmalıdır. Eyni istiqamətdə iki PUA arasında təhlükəsiz məsafə(S) hesablanır:

$$S = v \times t$$

Burada (v) PUA-nın sürəti (m/s) və (t) reaksiya vaxtı (saniyə). Əgər PUA 50 m/s sürətlə uçur və reaksiya vaxtı 2 saniyədirsə:

$$S = 50 \times 2 = 100 \text{ metr}$$

Bu məsafə, iki PUA arasında təhlükəsiz bir buffer zonası yaratmağa imkan verir.

Şəkil 3.2 Fotros PUA



Şəkildə bir pilotsuz uçuş aparatı (PUA) həngarda nümayiş etdirilir. Bu PUA, "Fotros" adlanır və əsasən hərbi və ya müşahidə məqsədləri üçün nəzərdə tutulmuş tipik bir dizayna malikdir. Aparatın nisbətən geniş qanad açıqlığı, yüksək hündürlüklərdə sabitliyi və uzun müddətli uçuşları təmin edir. PUA, qanadlarının altında yüklər üçün yerlərə malikdir, burada kameralar, sensorlar və ya hətta silahlar daşıya bilər [30,s.422].

Bu tip PUA dizaynı adətən kəşfiyyat missiyaları, sərhəd müşahidələri və digər operasiyalar üçün istifadə olunur ki, burada davamlı hava müşahidəsi lazımdır. Ön tərəfdə sensorlar və ehtimal ki, rabitə cihazları olması, əməliyyat və ya taktiki qərarlar üçün real vaxt rejimində məlumat ötürmə qabiliyyətini göstərir. Belə PUA-ların dizaynı və tətbiqi zamanı UAV istifadəsinə dair beynəlxalq qaydalar, müşahidənin etik tərəfləri və təhlükəsizlik ilə məxfilik arasındakı balansla bağlı mühüm məsələləri ortaya qoyur [13,s.418].

3.3. PUA'ların işlətməsinə aid qanuni məhdudiyətlər və tənzimləmələr.

PUA'lar, yəni Pilotsuz Uçuş Aparatları ilə bağlı işlətməyə aid qanuni məhdudiyətlər və tənzimləmələr ölkədən ölkəyə dəyişir. Ancaq ümumi məqamlara toxunsaq uçuş hövzəsi və yüksəklik PUA'ların uçuş bölgələri və maksimum yüksəklikləri adətən sərt tənzimlənilir. Əksər ölkələrdə PUA'lar yerüstündən müəyyən bir yüksəklikdən yuxarı uçmamalıdır. Şəxsi məxfilik istifadəçilərin şəxsi məkanlarına və məxfiliyinə hörmət göstərilməlidir Bəzi ölkələrdə PUA'lar, vasitəsilə şəxsi mülkiyyət üzərindən uçuş və ya şəkillər çəkmək qadağandır. Ticarət məqsədləri PUA'ların, ticarət məqsədləri üçün istifadəsi adətən xüsusi lisenziya və ya icazə tələb edir Bu şirkətlərin ticari fəaliyyətini qanuni yollarla aparması üçün zəruri olur Təhlükəsizlik məsələləri uçuş zonalarından kənar bölgələrdə məsələn, hava limanlarının yaxınlığında və ya hərbi obyektlər ətrafında PUA uçurulması, qadağan ola bilər.

Qeydiyyat və identifikasiya bəzi ölkələrdə PUA sahiblərinin cihazlarını rəsmi qeydiyyata almaq və identifikasiya etiketləri ilə təmin etmək tələb olunur Bu qanuni tənzimləmələr PUA'ların təhlükəsiz və məsuliyyətli şəkildə istifadəsini təmin etmək üçün qoyulmuşdur PUA istifadəçiləri yerli qanunlar və tənzimləmələrlə tanış olmalı və onlara riayət etməlidirlər [17,s.367].

Onlar həmçinin ətraf mühitin qorunmasına dair məsələlərə də diqqət etməlidirlər məsələn, qoruq və ya mühafizə altında olan ərazilərdə PUA uçurulması qadağa ola bilər habelə PUA istifadəsi zamanı heyvanlara qarşı rahatsızlıq yaratmamaq məqsədilə müəyyən qaydalar mövcuddur xüsusi

hallarda PUA'ların qeyri adi istifadəsi üçün müvafiq icazələrin alınması tələb oluna bilər məsələn kino və ya media istehsalı kimi sektorlarda işlər zamanı təhlükəsizlik tədbirləri də çox önəmlidir PUA operatorları bu cür əməliyyatlar üçün lazımi təlim və sertifikatlara malik olmalı və hərəkətlərinin nəticələrindən tam məsuliyyət daşmalıdırlar hər bir ölkənin öz qanun və tənzimləmələri PUA istifadəsinə müəyyən şərtlər və məhdudiyyətlər tətbiq edərək hava məkanının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur [38,s.366].

Cədvəl 3.3 PUA-ların işlədilməsinə dair məhdudiyyətlər

Aspekt	Təsvir
Uçuş Hövzəsi və Yüksəklik	PUA'lar adətən yerüstündən müəyyən bir yüksəklik həddinə (məs. 120 metr) qədər uçuşla bilər.
Şəxsi Məxfilik	Şəxsi mülkiyyət üzərindən uçuş və şəkillər çəkmək qadağandır.
Ticarət Məqsədləri	Ticarət məqsədləri üçün PUA istifadəsi xüsusi lisenziya və icazə tələb edir.
Təhlükəsizlik Məsələləri	Hava limanları və hərbi obyektlər ətrafında uçuş qadağandır.
Qeydiyyat və Identifikasiya	PUA'ların rəsmi qeydiyyata alınması və identifikasiya etikətləri ilə təmin edilməsi tələb olunur.
Ətraf Mühitin Qorunması	Qoruq və mühafizə altında olan ərazilərdə PUA uçurulması qadağandır. Heyvanlara rahatsızlıq yaratmamaq məqsədilə müəyyən qaydalar mövcuddur.
Xüsusi İcazələr	Kino və media istehsalı kimi xüsusi istifadələr üçün müvafiq icazələrin alınması lazımdır.

Mənbə: Həşimov, E.Q. Görünməyən hərbi obyektlərin aşkar edilməsi üçün CİS və seysmolokasiya üsullarının tətbiqi. Monoqrafiya / E.Q.Həşimov, A.A.Bayramov. – Bakı: Hərbi nəşriyyat, – 2017. – 246 s.

PUA'ların işlətməsinə aid qanuni məhdudiyyətlər və tənzimləmələr müxtəlif aspektlərə əsasən təsnif edilib [13,s.378]. Uçuş hövzəsi və yüksəklik, şəxsi məxfilik, ticarət məqsədləri, təhlükəsizlik məsələləri, qeydiyyat və identifikasiya, ətraf mühitin qorunması, və xüsusi icazələr kimi mövzular daxildir. Məsələn, PUA'lar adətən müəyyən bir yüksəklikdə uçurula bilər, şəxsi mülkiyyət üzərindən uçuş və şəkillər çəkmək qadağandır, ticarət məqsədləri

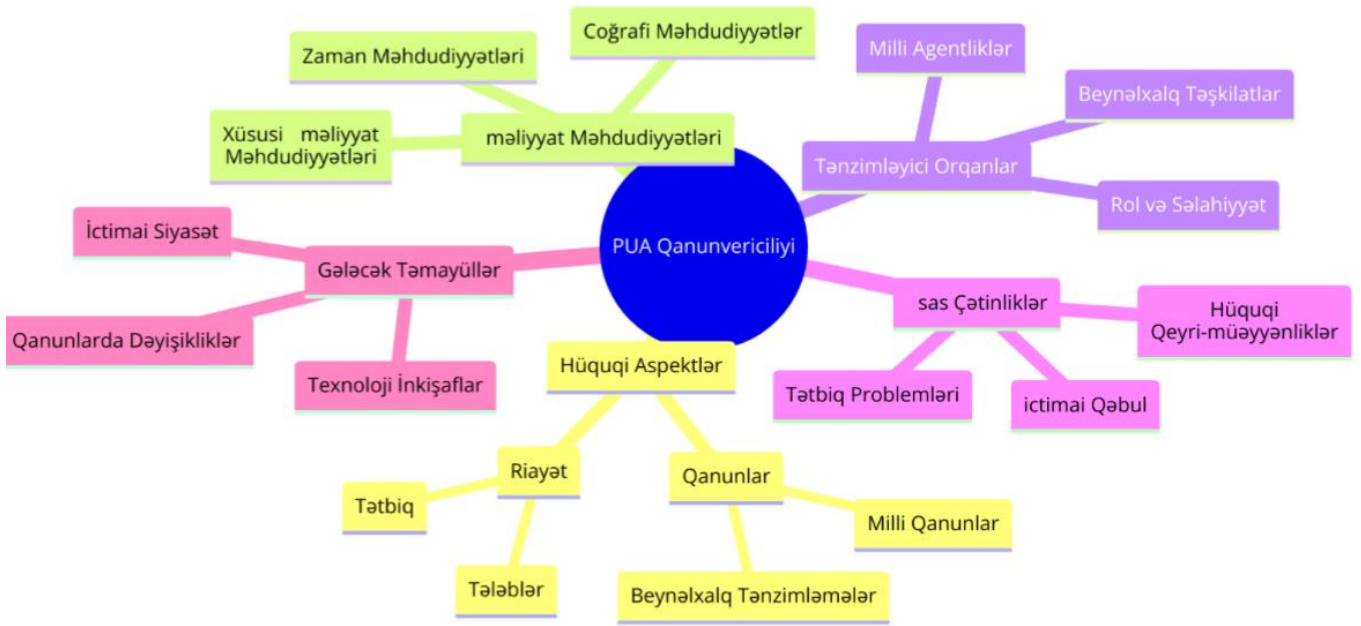
üçün xüsusi lisenziya və icazə tələb olunur, hava limanları və hərbi obyektlər ətrafında uçuş qadağandır, PUA'ların rəsmi qeydiyyatata alınması və identifikasiya etiketləri ilə təmin edilməsi lazımdır, qoruq və mühafizə altında olan ərazilərdə PUA uçurulması qadağadır və kino və media istehsalı kimi xüsusi istifadələr üçün müvafiq icazələrin alınması tələb olunur.

Bununla yanaşı, PUA istifadəçiləri həmçinin yerli tənzimləmələrlə yaxından tanış olmalı və bu qaydalara riayət etməlidirlər. Qaydaların pozulması ciddi cərimələr və hüquqi nəticələrə səbəb ola bilər. PUA operatorları təhlükəsizlik və məsuliyyət məsələlərində də diqqətli olmalıdırlar, çünki bu cihazların istifadəsi zamanı ətraf mühitin və cəmiyyətin mənafeyinə zərər verməmək vacibdir. Hər bir ölkədə PUA istifadəsinə aid qanunlar və tənzimləmələr fərqli ola bilər, buna görə də istifadəçilər hər zaman yerli qanunları araşdırmalı və onlara uyğun hərəkət etməlidirlər [17,s.355].

Operatorlar həmçinin təlim və sertifikatlaşdırma proseslərində iştirak etməli, lazımi bilik və bacarıqları əldə etməlidirlər. Bu, PUA'ların daha təhlükəsiz və effektiv istifadəsinə kömək edir. Təlimlər, həm texniki bacarıqların, həm də qanuni məsuliyyətlərin anlaşılmasına yönəlmiş olmalıdır.

Yeni texnologiyalar və yeniliklər də PUA qanunlarında və tənzimləmələrində dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Buna görə də, PUA istifadəçiləri mütəmadi olaraq yenilikləri izləməli və qanuni dəyişikliklərə uyğunlaşmalıdırlar. Misal üçün, müəyyən texnologiyaların inkişafı PUA'ların daha dəqiq və təhlükəsiz uçuşlarına imkan verə bilər ki, bu da mövcud qanunların yenidən nəzərdən keçirilməsini tələb edə bilər.

Son olaraq, PUA istifadəçilərinin cəmiyyətlə əlaqələr qurması da mühüm bir aspektdir. Cəmiyyətin mənafeyinə və təhlükəsizliyinə diqqət yetirilməsi, PUA'lara qarşı münasibətlərin müsbət olmasına kömək edə bilər. Şəffaf və məsuliyyətli davranışlar, PUA istifadəsinin daha geniş qəbulunu və texnologiyanın müsbət təsirlərinin artmasını təmin edə bilər [17,s.300].



Şəkil 3.3 PUA qanunvericiliyi

Bu diaqram "PUA Qanunvericiliyi" (Pilotsuz Uçuş Aparatlarının Qanunvericiliyi) mərkəzində qurulmuş konseptual xəritədir və ehtimal ki, dronların (PUA-ların) və ya oxşar mövzu çərçivəsində qanuni və tənzimləyici aspektlərə diqqət yetirir. Diaqramda "Gələcək Tamayüllər", "Texnoloji İnkişaf" və "Hüquqi Aspektlər" kimi mövzulara bağlantılar var.

Diaqramın şaxələri belə sahələri əhatə edir: [12,s.456].

- "Milli Qanunlar" və "Beynəlxalq Tənzimləmələr", yerli və qlobal qanuni çərçivələrə eyni vaxtda diqqət göstərildiyini bildirir.
- "sas Çətinliklər" və "Tətbiq Problemləri", bu qanunların tətbiqi və ya icrasında praktiki və əməli çətinlikləri göstərir.
- "Milli Agentliklər" və "Tənzimləyici Orqanlar", bu qanunların idarə edilməsi və nəzarətində iştirak edən tərəfləri işarə edir.

Fərqli rənglərin istifadəsi müxtəlif kateqoriyaları və ya bu mövzular arasındakı əlaqələrin dərəcələrini göstərə bilər. Bu xəritə, bu xüsusi sahədə qanunvericilik və texnologiya arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin ətraflı təhlili və ya təqdimatı üçün istifadə oluna bilər.

PUA qanunvericiliyi, yəni pilotsuz uçuş aparatlarının idarə edilməsi ilə əlaqədar qanuni məsələlərə dair çoxşaxəli bir mövzu olaraq qarşımıza çıxır. Bu sahədə qanunların tətbiqi, tənzimləmələr və texnoloji yeniliklər sürekli inkişaf etməkdədir. Müasir texnoloji inkişafı PUA-ların geniş yayılmasına səbəb olmuş və bununla əlaqədar olaraq, milli və beynəlxalq səviyyədə qanunvericilik məsələləri daha da mürəkkəbləşmişdir [17,s.345].

Milli Qanunlar və Beynəlxalq Tənzimləmələr: Hər ölkə öz ərazisində PUA-ların istifadəsini tənzimləmək üçün müxtəlif qanunlar və qaydalar qəbul etmişdir. Bu qanunlar, PUA-ların harada və necə uçurulacağını, həmçinin məlumatların toplanması və məxfiliyin qorunması kimi məsələləri əhatə edir. Beynəlxalq səviyyədə isə, müxtəlif ölkələr arasında PUA-ların sərhədləri aşan uçuşları ilə bağlı standartlar və qaydalar müəyyənləşdirilmişdir.

Texnoloji İnkişaf: PUA texnologiyalarındakı sürətli inkişaf, qanunvericilik çərçivəsinin də davamlı olaraq yenilənməsini tələb edir. Yeni nəsil PUA-lar daha yüksək uçuş məsafələrinə və daha mürəkkəb funksiyalara malikdir. Bu da, hava məkanının idarə edilməsi və təhlükəsizlik protokollarının gücləndirilməsini zəruri edir.

Tətbiq Problemləri və Çətinliklər: PUA-ların geniş spektrli tətbiqi, həm təhlükəsizlik həm də məxfilik məsələləri üzərində müzakirələrə səbəb olmuşdur. Özəlliklə, şəxsi məlumatların toplanması və izlənməsi kimi məsələlər, qanunvericilikdə yeni düzəlişləri tələb edir. Bununla yanaşı, PUA-ların səmərəli idarə edilməsi üçün tətbiq edilən texnoloji həllər və proqram təminatları da daim yenilənməkdədir [11,s.213].

İctimai Qəbul: PUA-ların geniş vüsət alması, ictimai mənada müxtəlif reaksiyalara səbəb olmuşdur. İctimaiyyətin məlumatlandırılması və şüurunun artırılması, bu yeni texnologiyanın qəbul edilməsində mühüm rol oynayır.

PUA qanunvericiliyi, daimi olaraq yenilənməli olan və texnoloji tərəqqilə paralel şəkildə inkişaf etməli olan dinamik bir sahədir. Həm milli həm də

beynəlxalq səviyyədə bu sahədəki qanunvericiliyin mütəmadi olaraq təkmilləşdirilməsi, texnoloji inkişafarla uyğunlaşdırılması zəruridir.

Şəkil 3.4 Müxtəlif tipli PUA-lar



Şəkil, müxtəlif tipli pilotsuz uçuş aparatlarını (PUA) - yəni dronları - təsnif edir. Bu təsnifat rotorların və qanadların növünə əsaslanır:

1. Tricopter - Üç rotorlu dron. Bu konfigurasiya manevr qabiliyyətini artırır və kiçik ölçülü modellər üçün uyğundur [10,s.415].

2. Hexacopter - Altı rotorlu dron. Bu, drona daha yaxşı uçuş sabitliyi və daşıma qabiliyyəti verir, yüksək ağırlıq və avadanlıqların daşınmasında istifadə olunur.

3. Quadcopter - Dörd rotorlu dron. Bu, ən məşhur dron konfigurasiyasıdır, balans və idarəetmə asanlıığı təklif edir.

4. Fixed Wing Rotor - Sabit qanadlı dron. Uzun məsafələr üçün uyğundur, çünki enerji səmərəliliyi yüksəkdir və uçuş müddəti quadcopter və digər multi-rotor dronlardan daha uzundur.

5. Single Rotor - Tək rotorlu dron. Helikopterə bənzər bu model daha ağır yükləri qaldıra bilər və uzun müddət havada qala bilər.

6. Fixed Wing Hybrid VTOL - Sabit qanadlı hibrid VTOL (Vertical Take-Off and Landing) dron. Bu model, sabit qanadlı dronun uzun məsafə uçuş avantajlarını və multi-rotor dronların dikey enmə-qalxma qabiliyyətini birləşdirir [5,s.500].

Bu təsnifat, müxtəlif PUA modellərinin texniki xüsusiyyətləri və tətbiq sahələri arasındakı əlaqəni aydın şəkildə göstərir, bu da müxtəlif məqsədlər üçün ən uyğun dronun seçilməsinə kömək edir [45,s.555].

NƏTİCƏ

1. Bu tədqiqat, pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) telekommunikasiya sektorundakı rolu və potensialını geniş şəkildə araşdırdı. Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, PUA-lar telekommunikasiya infrastrukturalarının qurulması, idarə edilməsi və təmirində önəmli bir rol oynayır. Çətin ərazilərdə şəbəkə qurulumu və baxım işlərini asanlaşdırmaq, məlumat toplama sürətini artırmaq və şəbəkə performansını optimallaşdırmaq imkanları ilə bu texnologiyalar, sektoru daha effektiv və davamlı bir hala gətirir.
2. Ancaq, PUA-ların geniş miqyaslı tətbiqi texniki çətinliklər, məxfilik və təhlükəsizlik məsələləri və qanuni məhdudiyətlər kimi mühüm məsələləri də önə çıxarır. Bu çətinliklərin həlli üçün həm texnoloji yeniliklər, həm də qanunvericilik çərçivəsinin gücləndirilməsi zəruridir.
3. Son olaraq, PUA-ların telekommunikasiya sektorundakı tətbiqi, yalnız texniki bir məsələ deyil, həmçinin strateji bir qərar qəbulu prosesidir. Bu texnologiyaların potensialından tam faydalanmaq üçün, şirkətlər və qurumlar arasında əməkdaşlıq və şəffaflıq mühitinin gücləndirilməsi önəmlidir. Tədqiqatın praktiki nəticələri, bu sahədə daha məqsədyönlü siyasətlər və strateji planlar hazırlanmasında mühüm rol oynayacaq.
4. Bundan əlavə, tədqiqatın sonuçları şəbəkə mühəndisləri, tədqiqatçılar və siyasət qurucular üçün dəyərli bir resurs təmin edir. Bu nəticələr, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda daha geniş və məqsədli şəkildə tətbiq edilməsi üçün lazımi bilgiləri və təklifləri ortaya qoyur. Müxtəlif ölkələrdə qanunvericilik çərçivəsinin fərqliliyi və texnoloji imkanların müxtəlif olması, bu texnologiyaların adaptasiyası və optimallaşdırılmasında yerli şəraitə uyğun həllərin hazırlanmasını zəruri edir.
5. Nəticə olaraq, PUA-ların telekommunikasiya sektorunda tətbiqi geniş perspektivlər açır. Bu texnologiyaların tətbiqi ilə əlaqədar risklərin idarə edilməsi və məxfilik təminatlarının gücləndirilməsi, sektorun bu yeni imkanlardan maksimum dərəcədə faydalanmasını təmin edəcək. Tədqiqatın

praktiki əhəmiyyəti, bu yeni texnologiyalara inteqrasiyanın daha effektiv və davamlı olmasına kömək edəcək, bu da nəticədə telekommunikasiya sektoru üçün daha yüksək performans və məhsuldarlıq deməkdir. Tədqiqatın sonuçları ayrıca sektorda işləyən şirkətlər və qurumlar üçün strateji yönüm və qərar qəbulu prosesində dərinləşdirilmiş məlumatlar təqdim etməklə onların bu sürətlə dəyişən texnoloji mühitdə adaptasiya qabiliyyətini artırır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Həşimov, E.Q. Görünməyən hərbi obyektlərin aşkar edilməsi üçün CİS və seysmolokasiya üsullarının tətbiqi. Monoqrafiya / E.Q.Həşimov, A.A.Bayramov. – Bakı: Hərbi nəşriyyat, – 2017. – 246 s.
2. Quliyev, A. Hava-kosmik hücum vasitələri // – Bakı: Hərbi bilik, – 2014. №1, – s.46-53.
3. Павлушенко, М.И. Национальная и глобальная безопасность. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития: науч. изд. / М.И.Павлушенко, Г.М.Евстафьев, И.К.Макаренко. – Москва: Изд-во «Права человека», – 2005. – 600 с.
4. Ульянов, Ю.А. Пионер русской авиации / Ю.А.Ульянин. – Москва: Изд-во «Пик», – 2001. – 401 с.
5. Новичков, Н.Н. Развитие крылатых ракет самолетных схем: / Диссертация кандидата технических наук / – Москва, 1982. – 167 с.
6. Непомнящий, Н.Н. 100 великих тайн Второй мировой / Н.Н.Непомнящий. – Москва: ООО «Издательский дом «Вече», – 2017. – 480 с.
7. Bowman, N.J. The Handbook of Rockets and Guided Missiles. Second Edition / N.J.Bowman. – Pennsylvania: Newtown Square, – 1963. – 1008 p.
8. Алимов, И. Американские беспилотные самолеты разведчики // – Москва: Военный Зарубежник, – 1959. №12, – с. 70-72.
9. Тетерюк, А., Чижевский, Я. Беспилотные летательные аппараты в асимметричных конфликтах // – Москва: Международные процессы, – Апрель-июнь 2016. Т.14, № 2 (45), – с. 189-201.
10. Kahveci, M., Can, N. İnsansız hava araçları: tarihçesi, tanımı, dünyada ve türkiyedeki yasal durumu: [Elektron resurs] / – 2017. URL:<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/400203>.
11. 38 ways drones will impact society: [Electronic resource] / – January 24, 2018. URL: <https://www.cbinsights.Com/research/drone-impact-society-uav/>.
12. İnsansız Hava Araçlarının Sınıflandırılması: [Elektron resurs] / August 06, 2020. URL:<https://www.tdefenceagency.com/insansiz-hava-araclarinin-siniflandirilmesi/>
13. Ростопчин, В. «Напасть XXI века»: стороны одной «медали». Беспилотная авиация // – Москва: Авиапанорама, – 2018. № 5 (131), – с.8-21
14. Евтодьева, М.Г., Целицкий, С.В. Беспилотные летательные аппараты военного назначения: тенденции в сфере разработок

- и производства // – Москва: Пути к миру и безопасности, – 2019. № 2(57), – с.104-111
- 15.Макаренко С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам. Монография // СПб.: Научно-технологические технологии, 2020. — 204 с., ил. ISBN 978-5-604-47936-0.
 - 16.Павлушенко М., Евстафьев Г, Макаренко И. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития. — М.: Права человека, 2005.
 - 17.Авиация: Энциклопедия / гл. ред. Г. П. Свищёв. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. — 736 с. — ISBN 5-85270-086-X.
 - 18.Дистанционно пилотируемый летательный аппарат / В. Ф. Захарченко // Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов. — М. : Большая российская энциклопедия, 2004—2017.
 - 19.Wagner, William (1982), Lightning Bugs and other Reconnaissance Drones; The can-do story of Ryan's unmanned spy planes, Armed Forces Journal International : Aero Publishers, ISBN 978-0-8168-6654-0
 - 20.Макаренко С. И., Тимошенко А. В., Васильченко А. С. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1.
 - 21.Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения // Научная статья в № 1 от 2020 г. журнала «Системы управления, связи и безопасности». ISSN 2410-9916. УДК 623.76. С. 109—146.
 - 22.Семенец В. О., Трухин М. П. Способы противодействия беспилотным летательным аппаратам // Научная статья в томе 10, № 3 от 2018 г. журнала «Научно-технологические технологии в космических исследованиях Земли». ISSN 2409-5419 (2412—1363). doi: 10.24411/2409-5419-2018-10070. С. 4-12.
 - 23.Иванов Д. Я. Методы роевого интеллекта для управления группами малоразмерных беспилотных летательных аппаратов // Научная статья в № (томе) 3 от 2011 г. журнала «Известия Южного федерального университета. Технические науки». ISSN 1999-9429 (2311-3103). УДК 519.687.1. С. 221—229
 - 24.Lin K, Chen M, Zeadally S, et al. Balancing energy consumption with mobile agents in wireless sensor networks. *Future Gener Comp Sy* 2012; 28: 446–456.
 25. Sheng Z, Mahapatra C, Leung V, et al. Energy efficient cooperative computing in mobile wireless sensor networks. *IEEE Trans Cloud Comput* 2015; PP(99): 1. DOI:10.1109/TCC.2015.2458272.

26. Gungor VC, Lu B and Hancke GP. Opportunities and challenges of wireless sensor networks in smart grid. *IEEE Trans Ind Electron* 2010; 57: 3557–3564.
27. Li X, Li D, Wan J, et al. A review of industrial wireless networks in the context of industry 4.0. *Wirel Netw* 2017; 23: 23–41.
28. Wan J, Zou C, Ullah S, et al. Cloud-enabled wireless body area networks for pervasive healthcare. *IEEE Network* 2013; 27: 56–61.
29. Zhang D, Wan J, Hsu C, et al. Industrial technologies and applications for the internet of things. *Comput Netw* 2016; 101: 1–4.
30. Kai Z, Yun Z, Bo C, et al. Design of a WSN system for condition monitoring of the mechanical equipment with energy harvesting. *Int J Online Eng* 2015; 11: 43–48.
31. Lazarescu MT. Design of a WSN platform for long-term environmental monitoring for IoT applications. *IEEE J Emerg Sel Top Circuits Syst* 2013; 3: 45–54.
32. Liu LF. A wireless sensor network architecture for diversified deployment environments. *J Network* 2011; 6: 482–489.
33. Anastasi G, Conti M, Di FM, et al. Energy conservation in wireless sensor networks: a survey. *Ad Hoc Netw* 2009; 7: 537–568.
34. Sahingoz OK. Large scale wireless sensor networks with multi-level dynamic key management scheme. *J Syst Architect* 2013; 59: 801–807.
35. Antonio P, Grimaccia F and Mussetta M. Architecture and methods for innovative heterogeneous wireless sensor network applications. *Remote Sens* 2012; 4: 1146–1161.
36. Liu X. A survey on clustering routing protocols in wireless sensor networks. *Sensors* 2012; 12: 11113–11153.
37. Abusaimh H and Yang SH. Balancing the power consumption speed in flat and hierarchical WSN. *Int J Autom Comput* 2008; 5: 366–375.
38. Elhoseny M, Yuan X, Yu Z, et al. Balancing energy consumption in heterogeneous wireless sensor networks using genetic algorithm. *IEEE Commun Lett* 2015; 19: 2194–2197.
39. Barati H, Movaghar A, Rahmani AM, et al. Energy aware clustering hierarchy protocol for large scale wireless sensor networks. *Wireless Pers Commun* 2015; 85: 765–789.
40. Sasikumar P and Khara S. K-means clustering in wireless sensor networks. In: *Proceedings of the fourth international conference on computational intelligence and communication networks*, Mathura, India, 3–5 November 2012, pp. 140–144. Washington, DC: IEEE Computer Society.

41. Polo J, Hornero G, Coen D, et al. Design of a low-cost wireless sensor network with UAV mobile node for agricultural applications. *Comput Electron Agr* 2015; 119: 19–32
42. Malaver A, Motta N, Corke P, et al. Development and integration of a solar powered unmanned aerial vehicle and a wireless sensor network to monitor greenhouse gases. *Sensors* 2015; 15: 4072–4096.
43. Jun X, Solmaz G, Rahmatizadeh R, et al. Animal monitoring with unmanned aerial vehicle-aided wireless sensor networks. In: *Proceedings of the IEEE conference on local computer networks (LCN)*, Clearwater, FL, 26–29 October 2015, pp.125–132. New York: IEEE.
44. Ronghua X, Hongjun D, Zhiping J, et al. A piecewise geometry method for optimizing the motion planning of data mule in telehealth wireless sensor networks. *WirelNetw* 2014; 20: 1839–1858.
45. Jawhar I, Mohamed N, Al-Jaroodi J, et al. A framework for using unmanned aerial vehicles for data collection in linear wireless sensor networks. *J Intell Robot Syst* 2014; 74: 437–453