

## TƏKMİLLƏŞDİRİLMİŞ MÜHAFİZƏ-XƏBƏRDARLIQ SİSTEMİNİN RİYAZI MODELİNİN QURULMASI

R.N. Nəbiyev, K.Ş. Ramazanov, R.R. Rüstəmov

Milli Aviasiya Akademiyası

*Məqalədə mühafizə-xəbərdarlıq texniki vasitələrinin funksional işi və mühafizə qrupunun fəaliyyəti ilə bağlı müdafiə xarakteristikalarını təsvir edən riyazi model qurulmuşdur.*

*Mühafizə edilən meteoroloji radiolokator obyektinin xarici perimetrinin pozucu tərəfindən aşma bilməsi və maddi dəyərlərə ziyan vurmaları ilə bağlı itkiləri əks etdirən funksional ifadələr nəzərdən keçirilmişdir. Mühafizə edilən radiolokator obyektində xarici müdaxilələrin qarşısının alınması üzrə təhlükəsizlik fəaliyyətinin təmin edilməsi ilə bağlı itkilərin minimuma endirilməsi məsələsi formallaşdırılmış və müşahidə zonasında müxtəlif texniki vasitələrlə pozucunun aşkaredilməsi ehtimalları hesablanmışdır.*

*Təkmilləşdirilmiş «İQM 4.00.000 TT və İT» mühafizə-xəbərdarlıq sistemi vasitəsi ilə ərazidə baş verə biləcək qeyri-qanuni müdaxilələrin ideal şəraitdə aşkar edilməsi ehtimalının kifayət qədər yüksək olması müəyyən edilmişdir.*

*Açar sözlər: riyazi model, aviasiya təhlükəsizliyi, strateji obyekt, meteoroloji radiolokator, perimetr, integrasiya olunmuş, mühafizə-xəbərdarlıq sistemi, pozucu.*

Məlumdur ki, terrorizmin təzahürünün neqativ nəticələri strateji əhəmiyyətli obyektlərdən biri olan aeroportlara da təsir göstərir. Aeroportlarda bu təsirlərin minimuma endirilməsi aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi səviyyəsindən asılıdır [1-3].

Strateji obyektlərin, o cümlədən aeroportların perimetr üzrə texniki cəhətdən dayanıqlı, səmərəli və etibarlı mühafizə edilməsi xüsusiyyətini müəyyənləşdirmək üçün mühafizə-xəbərdarlıq sistemlərinin fiziki və riyazi modelləri qurulur. Mühafizə-xəbərdarlıq sistemlərinin riyazi modelinin özünə xas olan cəhətlərindən biri hərəkətli elementlərin modelləşdirilməsi, yəni personajların, avtomobillərin, zirehli texnikaların və s. dinamik modellərinin yaradılmasıdır ki, burada modelləşdirmə zamanı personajlardan hər biri üçün özünəməxsus fəaliyyəti ifadə edən əhəmiyyətli fərdi parametrlər müəyyənləşdirilir [4-6].

Mühafizənin dayanıqlı, səmərəli və etibarlı şəkildə təmin edilməsi məqsədi ilə qurulan riyazi modellərdə hadisələrə reaksiyanın xarakteri, hərəkət marşrutlarının müəyyənləşdirilməsi, mühafizə və hücumun güc taktikasının vizual kompüter proqramlaşdırılması həyata keçirilir [6, 7].

Məqalədə məqsəd, aeroportun təhlükəsizlik zonasında yerləşən və mülki aviasiyaya xidmət edən meteoroloji radiolokator obyektinin təkmilləşdirilmiş avtomatik distansion idarə edilən integrasiya olunmuş «İQM 4.00.000 TT və İT» mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin fəaliyyətinin riyazi modelini qurmaqla obyektə yerləşdirilmiş vacib avadanlıqların ziyanverici və destruktiv hərəkətlərdən mühafizəsi ilə bağlı bütün itkilərin minimuma endirilməsi üzrə məsələnin həlli yollarını təhlil etmək və sistemin tamlığını qiymətləndirməkdən ibarətdir.

Təhlükəsizlik sisteminin modelləşdirilməsi zamanı aşağıda göstərilən bir sıra aspektlərə baxılmışdır [8]:

- fiziki müdafiəyə - yəni pozucunun (kənar şəxsin) mühafizə edilən obyektə nüfuz etməsinin qarşısının alınması imkanlarına;

- informasiyanın qorunmasına - kritik əhəmiyyətli məlumatların ələ keçirilməsinin və ya itkilərin qarşısının alınması qabiliyyətinə;

- personalın idarə edilməsinə - işçilərə nəzarətin təmin edilməsinə və s.

Qeyd edildiyi kimi, fiziki mühafizə-xəbərdarlıq sistemi, öz növbəsində, aşkaretmə, ləngitmə və idarəetmə (təşkilətmə) elementlərinin xüsusi mürəkkəbliyini təsvir edir. Sistemin dayanıqlı olması pozucunun minimal ehtimalla məqsədinə çatmasını ifadə edir. Strateji əhəmiyyətli obyektlərin mühafizə-xəbərdarlıq sistemi, pozucuların pis niyyətlə edəcəkləri təhlükələrdən (qanunsuz müdaxilə aktlarından) müəssisənin resurslarının və həyati əhəmiyyətli maraqlarının müdafiəsinə yönəldilmiş təşkilati tədbirlərin, mühəndis-texniki qurğuların və qərarların özünəməxsus məcmusunu təşkil edir [8].

Beləliklə, məqsədə çatmaq üçün təkmilləşdirilmiş avtomatik distansion idarə edilən inteqrasiya olunmuş «İQM 4.00.000 TT və İT» mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin qurulmuş struktur sxemi üzrə, onu təşkil edən alt sistemlərin funksional imkanlarını nəzərdən keçirməklə riyazi təhlil məsələlərinə baxılmış və meteoroloji radiolokator obyektinin mühafizə-xəbərdarlıq sistemi üçün riyazi modelləşdirmənin tətbiqi aşağıda göstərilən problemləri həll etməyə imkan vermişdir [9, 10]:

1. Obyekt və onun əhatəsində olan ərazi haqqında sürətli və əyani vizual təsvirlərin alınması;
2. Obyektdə hadisələrin başvermə xarakterini operativ öyrənmək imkanının yaradılması;
3. Obyektin mühafizə sisteminin fəaliyyət və qurulma xüsusiyyətlərinin əyaniliyi;
4. Obyekti terror və qanunsuz müdaxilə aktlarının müxtəlif formalarından mühafizə edən sistemin və onun alt sistemlərinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi və onun təkmilləşdirilməsi variantlarının seçilməsi imkanları;
5. Obyektin mühafizə tamlığının təmin edilməsinin nəzəri əsaslarının mənimsənilməsi.

Növbəti hissədə, meteoroloji radiolokator obyektinin mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin pozucunu aşkaretmə səviyyəsinin qiymətləndirilməsi və modelləşdirilməsi zamanı “obyekt-pozucu” riyazi modelinin qurulma prinsipləri təhlil edilmiş və bir sıra modellərin elmi aspektləri nəzərdən keçirilmişdir.

Təkmilləşdirilmiş «İQM 4.00.000 TT və İT» mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin riyazi modelinə daha yaxın olan, [11]-də təklif edilən modeldir. Bu modelə əsasən, şərti olaraq  $D$  ilə adlandırılan mühafizə zonasının perimetri  $S_D$  ilə, qorunan obyektlər  $M_D$  ilə işarə edilmişdir.  $S_D$ -nin hər hansı nöqtəsindən,  $D$  zonasının daxilində yerləşən  $M_D$  obyektlərinə qanunsuz müdaxilə cəhdləri zamanı, pozucuların, mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin alt sistemləri (videokamera, İQ, tutum duyğacıları, herkon, biometrik və s.) vasitəsi ilə aşkaredilmələri,  $p(M, t)$  aşkaretmə funksiyası ilə xarakterizə olunmuşdur.  $p(M, t)$  funksiyası, aşkaretmə vasitələrinin optimal yerləşdirilməsi, eləcə də onların inteqrasiyası ilə təyin olunur və  $\tau \rightarrow 0$  olduqda,  $P(M(x, y), \tau)$  funksiyası kəsilməz hesab edilir.

Mühafizəsi mürəkkəb struktura malik olan meteoroloji radiolokator obyektində dayanıqlı, səmərəli və etibarlı mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin qurulmasına həm nəzəri cəhətdən, həm də modelləşdirmə nöqtəyi nəzərindən iki aspektdən yanaşılmışdır. Birincisi, müdaxilə daxili ərazi ilə bağlı olarsa, onda obyektin perimetrinin və daxili ərazinin mühafizəsini bir-birindən fərqləndirmək lazımdır. Çünki obyektin perimetri əsasən kənardan qanunsuz müdaxilələrə qarşı əks təsirin əsas sərhədidir. Bununla əlaqədar olaraq, obyektin daxili ərazilərinin və onun xarici perimetrinin mühafizə-xəbərdarlıq sistemlərinin tətbiq edilməsində fərqlər nəzərə alınmışdır. İkincisi, mühafizə prosesinin iki komponentdən ibarət olması müəyyənləşdirilmişdir [12, 13]:

- 1) Təşkilati müdafiə tədbirləri ilə mühafizədən - obyektin perimetri üzrə dövmə (patrulluqetmə), mühafizə qruplarından istifadə, xarici hasarın çəkilməsi və s.;
- 2) Texniki mühafizə vasitələrindən - video müşahidə sistemləri, müxtəlif növ duyğacılar (tutum, infraqırmızı, radiodalğalı, ifrat yüksək tezlikli, vibrasiyaya həssas, pyezoelektrik, geofon, herkon və s.) [9].

Modelləşdirmə prosesində mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin hər iki komponenti - həm obyektin dövmə yolu ilə qoruyan mühafizə qruplarının, həm də mühəndis-texniki mühafizə vasitələrinin tətbiqi ilə həyata keçirilən mühafizə məsələləri nəzərdən keçirilmiş və ikincinin daha effektiv olması təsdiq olunmuşdur [13].

Mühafizə olunan obyektin perimetrinin mühafizə-xəbərdarlıq sistemini və obyektin texniki mühafizə zonasını, pozucunun aş bilməməsi ehtimalları üçün [13]-də verilmiş müvafiq ifadələrdən istifadə edilmişdir. Bu zaman,  $N_{\text{per. tex.}}$  - obyektin perimetri boyunca texniki vasitələrin (məsələn, videokameraların, tutum duyğacılarının və s.) sayı;  $l_{\text{per}}$  - mühafizə edilən obyektin perimetrinin uzunluğu;  $l_{\text{zonal.nəz.}}$  - bir texniki vasitənin (bir videokamera vasitəsilə müşahidə edilən) dayanıqlı və etibarlı identifikasiya zonasının uzunluğu;  $\nu$  - ərazinin daxilində yerləşən təhlükəli obyektlərin sayı;  $\alpha_{\text{tex.zona}} > 1$  ( $\alpha_{\text{tex.zona}} = 2,57$ ) - təhlükəli və ya xüsusi zonada texniki vasitələrin (məsələn, videokameraların) sıxlığının artma əmsalı kimi qəbul edilmiş və perimetrin adi (təhlükəli olmayan) bir zonasında texniki vasitələrin sayı -  $N_{\text{zonal.tex.}}$  (1) ifadəsinə əsasən tapılmışdır:

$$N_{zona1.tex.} = \frac{N_{per.tex.}}{\frac{l_{per.}}{l_{zona1.tex.}} - 1 - \alpha_{tex.zona} \nu} \quad (1)$$

Mühafizə edilən obyektin adi və təhlükəli zonalarında tətbiq edilən ən azı bir texniki vasitə ilə pozucunun aşkar edilmə ehtimalları uyğun olaraq, (2) və (3) ifadələrinə əsasən hesablanmışdır:

$$P_{adi.aşk.} = 1 - 1 - p_{zona.per.}^{N_{zona1.tex.}} = 1 - \left(1 - \frac{\gamma_{tex.} \cdot \lambda \cdot w}{1 + l_{zona1.tex.}^2}\right)^{N_{zona1.tex.}} \quad (2)$$

$$P_{təh.aşk.} = 1 - 1 - p_{zona.per.}^{\alpha_{tex.zona} \cdot N_{zona1.tex.}} = \\ = 1 - \left(1 - \frac{\gamma_{tex.} \cdot \lambda \cdot w}{1 + l_{zona1.tex.}^2}\right)^{\alpha_{tex.zona} \cdot N_{zona1.tex.}} \quad (3)$$

burada,  $\lambda$  - zonanın işıqlandırılma dərəcəsi;  $w$  - illik iqlim şəraitinə (yağış, qar, toz, duman və s.) uyğun havanın aydınlıq dərəcəsi kimi qəbul edilmişdir. Zona açıq ərazidə olarsa,  $0 \leq \lambda \leq 1$  və  $0 \leq w \leq 1$  diapazon daxilində qiymətlər almış, zona daxilə yerləşərsə (məsələn, infraqırmızı işıqlandırılmış videokameralar üçün 10% işıqlanma keçərlidir və hava şəraiti zonanın görünməsinə təsir göstərmir),  $\lambda_i = 0,1$  və  $w_i = 1$ -ə bərabər olmuşdur.  $\gamma_{tex.}$  - mühafizə vasitəsinin texniki xüsusiyyətindən asılı olan əmsaldır (bu zaman hesab edilir ki, obyektə olan bütün videokameralar oxşardır) və  $p_{zona.per.} = \frac{\gamma_{tex.}}{l_{zona1.tex.}^2}$  bərabərliyinə əsasən hesablanmışdır. işıqlandırılmanın və hava şəraitinin ideal olduğu ( $\lambda = 1$  və  $w = 1$ ) hallarda, müşahidə zonasında pozucunun aşkaredilməsi ehtimalı -  $p_{zona.per.}$  qəbul edilmiş təcrübəyə uyğun olaraq,  $p_{zona.per.} = 0,95$ -ə bərabər hesab edilmişdir [13].

Obyektin texniki mühafizə zonasını, pozucunun aşkar edilməsi ehtimalı üçün (2) və (3) ifadələrinə əsasən, (4) ifadəsi alınmışdır:

$$P_{per.tex.} = 1 - 1 - P_{adi.aşk.}^{\frac{l_{per.}}{l_{zona1.tex.}} - \nu} \cdot 1 - P_{təh.aşk.}^{\nu} \quad (4)$$

Mühafizə edilən obyektin perimetrindən keçərkən pozucunun aşkaredilmə ehtimalını qiymətləndirməyə imkan verən (1) - (4) ifadələrinə analogi olaraq, obyektin ərazisində baş verə bilən qeyri-qanuni müdaxilələrin aşkar edilməsi ehtimalı üçün (5) ifadəsi yazılmışdır:

$$P_{tex.ər.} = 1 - \prod_{i \in O} 1 - p_{adi.zona}^{(i)} \cdot \prod_{j \in D} 1 - p_{təh.zona}^{(j)} \quad (5)$$

burada,  $p_{adi.zona}^{(i)}$  və  $p_{təh.zona}^{(j)}$  ehtimalları uyğun olaraq,  $i$ -ci adi zonada və  $j$ -ci xüsusi zonada (qiymətli materialların, sənədlərin və s. saxlanıldığı yerlərdə) olan qeyri-qanuni müdaxilələrin aşkar edilməsi ehtimallarıdır.  $O$  və  $D$  uyğun olaraq, mühafizə edilən obyektin adi və xüsusi zonalarının siyahısıdır [13].

Beləliklə, yuxarıda verilmiş (1) - (5) ifadələrini nəzərə alaraq təkmilləşdirilmiş avtomatik distansion idarə edilən inteqrasiya olunmuş «İQM 4.00.000 TT və İT» mühafizə-xəbərdarlıq sistemində istifadə edilən alt sistemlər üçün zəruri hesablar aparılmışdır. Bu mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin alt sistemləri olan vibrasiyalı duyğacaların, hermetik kontaktların və biometrik girişə nəzarət vasitələrinin aşkaretmə qabiliyyətinin havanın aydınlıq dərəcəsi və illik iqlim şəraitindən asılılığının nəzərə çarpacaq dərəcədə olmadığından, hesablamalar ideal şərait üçün (yəni  $\lambda = 1$ ;  $w = 1$ ) aparılmışdır [9, 13].

Qeyd etmək lazımdır ki, aşkaretmə qabiliyyətinin havanın aydınlıq dərəcəsi və illik iqlim şəraitindən asılı olan bəzi texniki vasitələr üçün müvafiq atmosfer şəraitlərinə uyğun hesablamalar da aparılmışdır. Hesablamalar zamanı, Bakı şəhərinin iqlim şəraiti və çirklənmə

dərəcəsi nəzərə alınaraq,  $w = 0,7$  və mühafizə zonasında daimi işıqlanma olduğu üçün havanın aydınlıq dərəcəsi -  $\lambda = 0,8$  qəbul edilmişdir [14].

Spektrin infraqırmızı diapazonu optik və radiodiapazonlar arasında 0,7 mkm-dən 1 mm-ə qədər bir zolaqdan ibarət olur. Su buxarı bu radiodiapazona malik olan İQ və İQ lazer şüalanmanı çox güclü şəkildə udur [15]. Ona görə də, həmin diapazona malik olan "Photo Beams Detector" İQ duyğaların (dalğa uzunluğu - 0,940 mkm) və Optex REDSCAN RLS-3060 tipli lazer şüalı (0,905 mkm) alt sistemin aşkaretmə qabiliyyətinin atmosferin rütubətliyindən asılılığı nəzərə alınmışdır [16].

Meteoroloji radiolokator obyektinin adi və təhlükəli bir zonasında baş verə bilən qeyri-qanuni müdaxilələrin hər bir alt sistem vasitəsi ilə aşkar edilməsi ehtimalları - (2) və (3) ifadələrinə əsasən hesablanmışdır. Bunun üçün  $l_{per.} = 200$  m,  $\alpha_{tex.zona.} = 2,57$ ;  $\nu = 2$  (elektrik xətti və naviqasiya obyekt) olduğu nəzərə alınmış və (1) ifadəsinə əsasən  $N_{zonal.tex}$  təyin edilmişdir [11]:

1. İstifadə edilən Partizan IPO-VF2MP POE 2.0 tipli videokameranın müşahidə zonasının radiusunun (divarlar və digər hasarlar olmadıqda)  $l_{zonal.tex.} = 40$  m,  $N_{per.tex} = 5$  olduğu nəzərə alınaraq,  $N_{zonal.tex.}$  sayı təyin edilmişdir:

$$N_{zonal.tex} = \frac{5}{\frac{200}{40} - 1 - 2,57 \cdot 2} = \frac{5}{5 + 3,14} = \frac{5}{8,14} \approx 0,614 .$$

$N_{zonal.tex.} \approx 0,614$  və  $0,95 = \frac{\gamma_{tex.}}{(40)^2}$  bərabərliyindən,  $\gamma_{tex.} = 1520$  qiymətləri təyin edildikdən sonra obyektin adi və təhlükəli bir zonasında pozucunun aşkaredilməsi ehtimallarının hesablanması iki hal üçün:

a)  $\lambda = 1$  və  $w = 1$  olduqda:

$$P_{adi.aşk.} = 1 - 1 - 0,94^{0,614} \approx 0,822;$$

$$P_{təh.aşk.} = 1 - 1 - \frac{1520 \cdot 1 \cdot 1}{1 + 40^2}^{2,57 \cdot 0,614} = 1 - 1 - 0,94^{1,578} \approx 0,988 ;$$

b)  $\lambda = 0,8$  və  $w = 0,7$  olduqda:

$$P_{adi.aşk.} = 1 - 1 - 0,532^{0,614} \approx 0,373;$$

$$P_{təh.aşk.} = 1 - 1 - \frac{1520 \cdot 0,8 \cdot 0,7}{1 + 40^2}^{2,57 \cdot 0,614} = 1 - 1 - \frac{851,2}{1601}^{1,578} \approx 0,698$$

yerinə yetirilmişdir.

2. Hasara yaxınlaşanları daha uzaq məsafədən (3 - 4 m) aşkar edən, eləcə də lağımlamanın qarşısını alan, SG-01 tipli vibrasiyalı duyğaların bir şeyfinin uzunluğunun  $l_{zonal.tex.} = 45$  m,  $N_{per.tex.} = 5$  olduğu nəzərə alınaraq,  $N_{zonal.tex}$  sayı təyin edilmişdir:

$$N_{zonal.tex} = \frac{5}{\frac{200}{45} - 1 - 2,57 \cdot 2} = \frac{5}{4,44 + 3,14} = \frac{5}{7,58} \approx 0,659 .$$

$N_{zonal.tex.} \approx 0,659$  və  $\gamma_{tex.} = 1923,75$  qiymətləri təyin edildikdən sonra pozucunun ideal şəraitdə aşkar edilməsi ehtimallarının:

$$P_{adi.aşk.} = 1 - 1 - 0,950^{0,659} \approx 0,861;$$

$$P_{təh.aşk.} = 1 - 1 - \frac{1923,75 \cdot 1 \cdot 1}{1 + 45^2}^{2,57 \cdot 0,659} = 1 - 1 - 0,950^{1,694} \approx 0,994$$

olduğu müəyyən edilmişdir.

3. Hasara yaxınlaşanları 0,5 m məsafədən aşkar etmək üçün bir ədədi meteoroloji radiolokator obyektinin bütün perimetrini əhatə edən, CO-3 tutum duyğacından istifadə edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, tutum duyğalarının aşkaretmə qabiliyyətinin havanın aydınlıq dərəcəsiindən asılılığının nəzərə çarpacaq qədər olmadığı ( $\lambda = 1$ ) üçün hesablamalar zamanı yalnız illik iqlim şəraitindən asılılıq nəzərə alınmışdır [17].  $N_{\text{per.tex.}} = 1$ ;  $l_{\text{zonal.tex.}} = 200$  m olduğu nəzərə alınaraq,  $N_{\text{zonal.tex.}}$  sayı təyin edilmişdir:

$$N_{\text{zonal.tex.}} = 4 \cdot \frac{1}{\frac{200}{200} - 1 - 2,57 \cdot 2} \approx 0,966.$$

$N_{\text{zonal.tex.}} \approx 0,966$  və  $\gamma_{\text{tex.}} = 38000$  qiymətləri təyin edildikdən sonra pozucunun aşkaredilməsi ehtimallarının hesablanması iki hal üçün:

a)  $\lambda = 1$  və  $w = 1$  olduqda:

$$P_{\text{adi.aşk.}} = 1 - 1 - 0,949^{0,966} = 0,944;$$

$$P_{\text{təh.aşk.}} = 1 - 1 - \frac{38000 \cdot 1 \cdot 1}{1 + 200^2}^{2,57 \cdot 0,966} = 1 - 1 - 0,949^{2,483} \approx 0,999;$$

b)  $\lambda = 1$  və  $w = 0,7$  olduqda:

$$P_{\text{adi.aşk.}} = 1 - 1 - 0,665^{0,966} = 0,652;$$

$$P_{\text{təh.aşk.}} = 1 - 1 - \frac{38000 \cdot 1 \cdot 0,7}{1 + 200^2}^{2,57 \cdot 0,966} = 1 - 1 - 0,665^{2,483} = 0,934$$

yerinə yetirilmişdir:

4. Hasardan daxili tərəfə bir metr irəlində quraşdırılmış “Photo Beams Detector” İQ duyğalarının  $N_{\text{per.tex.}} = 12$ ;  $l_{\text{zonal.tex.}} = 75$  m olduğu nəzərə alınaraq, bir zonaya düşən dəstinin  $N_{\text{zonal.tex.}}$  sayı təyin edilmişdir:

$$N_{\text{zonal.tex.}} = \frac{12}{\frac{200}{75} - 1 - 2,57 \cdot 2} \approx 2,07.$$

$N_{\text{zonal.tex.}} \approx 2,07$  və  $\gamma_{\text{tex.}} = 5343,75$  qiymətləri təyin edildikdən sonra pozucunun aşkaredilməsi ehtimallarının hesablanması iki hal üçün:

a)  $\lambda = 1$  və  $w = 1$  olduqda:

$$P_{\text{adi.aşk.}} = 1 - 1 - 0,949^{2,07} \approx 0,998;$$

$$P_{\text{təh.aşk.}} = 1 - 1 - \frac{5343,75 \cdot 1 \cdot 1}{1 + 75^2}^{2,57 \cdot 2,07} = 1 - 1 - 0,949^{5,32} \approx 0,999;$$

b)  $\lambda = 1$  və  $w = 0,7$  olduqda:

$$P_{\text{adi.aşk.}} = 1 - 1 - 0,665^{2,07} \approx 0,896;$$

$$P_{\text{təh.aşk.}} = 1 - 1 - \frac{5343,75 \cdot 1 \cdot 0,7}{1 + 75^2}^{2,57 \cdot 2,07} = 1 - 1 - \frac{3740,625}{5626}^{5,320} \approx 0,997$$

yerinə yetirilmişdir:

5. Mühafizə kompleksində hasarı aşma cəhdlərinin qarşısını almaq üçün əlavə təhlükəsizlik tədbirlərinin həyata keçirilməsi üçün Optex REDSCAN RLS-3060 tipli lazer şüalı sistem tətbiq

edilmişdir. Bu sistem mühafizə edilən obyektin mərkəzi hissəsində müəyyən hündürlükdə quraşdırılmışdır. Nəzərə alsaq ki, onun əhatə radiusu 60 m-dir, onda bu sistem 120 m diametrdə əraziyə nəzarət edə bilər ( $l_{\text{zona1.tex.}} = 120$  m). Deməli, lazer şüalı sistemin bir ədədi meteoroloji radiolokator obyektinin perimetrinin bütün zonalarını əhatə edir [9]. Bütün bunlar nəzərə alınaraq,  $N_{\text{zona1.tex.}}$  sayı təyin edilmişdir:

$$N_{\text{zona1.tex.}} = 4 \cdot \frac{1}{\frac{200}{120} - 1 - 2,57 \cdot 2} \approx 0,84.$$

$N_{\text{zona1.tex.}} \approx 0,84$  və  $\gamma_{\text{tex.}} = 13680$  qiymətləri təyin edildikdən sonra pozucunun aşkaredilməsi ehtimallarının hesablanması iki hal üçün:

a)  $\lambda = 1$  və  $w = 1$  olduqda:

$$P_{\text{adi.aşk.}} = 1 - 1 - 0,950^{0,84} \approx 0,919;$$

$$P_{\text{təh.aşk.}} = 1 - 1 - \frac{13680 \cdot 1 \cdot 1}{1 + 120^2}^{2,57 \cdot 0,84} = 1 - 1 - 0,950^{2,157} \approx 0,998;$$

b)  $\lambda = 1$  və  $w = 0,7$  olduqda:

$$P_{\text{adi.aşk.}} = 1 - 1 - 0,665^{0,84} = 0,601;$$

$$P_{\text{təh.aşk.}} = 1 - 1 - \frac{13680 \cdot 1 \cdot 0,7}{1 + 120^2}^{2,57 \cdot 0,84} = 1 - 1 - \frac{9576}{14401}^{2,157} \approx 0,905$$

yerinə yetirilmişdir:

6. Mühafizə edilən obyektin ərazisinə avtomobillərin icazəsiz girişinin qarşısını almaq və işçi personalın icazəli girişini təmin etmək üçün qapıda maqnit və hermetik kontaktlar vasitəsi ilə nəzarət nəzərdə tutulmuşdur. Bu kontaktlar yalnız mexaniki təsirlər və yüksək elektrik cərəyanı yaranarsa aşkaretmə qabiliyyətini itirirlər [18]. Buna görə də, hesablamalar ancaq ideal şərait üçün yerinə yetirilmişdir.  $N_{\text{per.tex.}} = 3$ ;  $l_{\text{zona1.tex.}} = 200$  m olduğu nəzərə alınaraq, maqnit və hermetik kontaktların bir zonaya düşən  $N_{\text{zona1.tex.}}$  sayı təyin edilmişdir:

$$N_{\text{zona1.tex.}} = 4 \cdot \frac{3}{\frac{200}{200} - 1 - 2,57 \cdot 2} \approx 2,896.$$

$N_{\text{zona1.tex.}} \approx 2,896$  və  $\gamma_{\text{tex.}} = 38000$  qiymətləri təyin edildikdən sonra pozucunun ideal şəraitdə aşkaredilməsi ehtimallarının:

$$P_{\text{adi.aşk.}} = 1 - 1 - 0,950^{2,896} \approx 0,999;$$

$$P_{\text{təh.aşk.}} = 1 - 1 - \frac{38000 \cdot 1 \cdot 1}{1 + 200^2}^{2,57 \cdot 2,896} = 1 - 1 - \frac{38000}{40001}^{7,443} \approx 0,999$$

olduğu müəyyən edilmişdir.

7. Obyektdə yerləşdirilən nəzarət buraxılış məntəqəsindən şəxslərin icazəsiz girişinin qarşısını almaq və işçi personalın icazəli girişini təmin etmək üçün Time Control Factory Pass biometrik girişə nəzarət vasitəsindən istifadə edilmişdir. Bu texniki vasitə qapalı zonada tətbiq edildiyinə görə hesablamalar ancaq ideal şərait üçün aparılmışdır.  $N_{\text{per.tex.}} = 1$ ;  $l_{\text{zona1.tex.}} = 200$  m olduğu nəzərə alınaraq, biometrik nəzarət sisteminin bir zonaya düşən  $N_{\text{zona1.tex.}}$  sayı təyin edilmişdir:

$$N_{\text{zonal.tex.}} = 4 \cdot \frac{1}{\frac{200}{200} - 1 - 2,57 \cdot 2} \approx 0,966.$$

$N_{\text{zonal.tex.}} \approx 0,966$  və  $\gamma_{\text{tex.}} = 38000$  qiymətləri təyin edildikdən sonra pozucunun ideal şəraitdə aşkaredilməsi ehtimallarının:

$$P_{\text{adi.aşk.}} = 1 - 1 - 0,950^{0,966} \approx 0,945;$$

$$P_{\text{təh.aşk.}} = 1 - 1 - \frac{38000 \cdot 1 \cdot 1}{1 + 200^2}^{2,57 \cdot 0,966} = 1 - 1 - \frac{38000}{40001}^{2,483} \approx 0,999$$

olduğu müəyyən edilmişdir.

$P_{\text{adi.aşk.}}$  və  $P_{\text{təh.aşk.}}$  ehtimallarının qiymətləri nəzərə alınaraq, «İQM 4.00.000 TT və İT» mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin hər bir alt sistemi vasitəsi ilə qorunan texniki zonanın, pozucuların aş a bilməmələri ehtimalı (4) ifadəsinə əsasən hesablanmış və hər bir alt sistem üçün  $P_{\text{per.tex.}} = 0,999$  olduğu müəyyən edilmişdir:

Bütün bunları nəzərə alaraq, aeroportun təhlükəsizlik zonasında yerləşən və mülki aviasiyaya xidmət edən meteoroloji radiolokator obyektinin ərazisində baş verə bilən qeyri-qanuni müdaxilələrin ideal şəraitdə aşkar edilməsi ehtimalı (5) ifadəsinə əsasən hesablanaraq,  $P_{\text{tex.ər.}} = 0,999$  qiyməti alınmışdır.

### Nəticə

Hesablamaların təhlilinə əsasən qeyd etmək olar ki, təkmilləşdirilmiş «İQM 4.00.000 TT və İT» mühafizə-xəbərdarlıq sistemində inteqrasiya edilən hər bir alt sistem vasitəsi ilə ideal şəraitdə adi və təhlükəli bir zonada pozucunun aşkaredilməsi ehtimalları (videokameranın -  $P_{\text{adi.aşk.}} = 0,822$  və  $P_{\text{təh.aşk.}} = 0,988$ ; vibrasiyalı duyğacının şleyfinin -  $P_{\text{adi.aşk.}} = 0,861$  və  $P_{\text{təh.aşk.}} = 0,994$ ; tutum duyğacının -  $P_{\text{adi.aşk.}} = 0,944$  və  $P_{\text{təh.aşk.}} = 0,999$ ; İQ duyğacının bir dəstinin -  $P_{\text{adi.aşk.}} = 0,998$  və  $P_{\text{təh.aşk.}} = 0,999$ ; lazer şüalı sistemin -  $P_{\text{adi.aşk.}} = 0,919$  və  $P_{\text{təh.aşk.}} = 0,998$ ; hermetik kontaktların -  $P_{\text{adi.aşk.}} = 0,999$  və  $P_{\text{təh.aşk.}} = 0,999$ ; biometrik girişə nəzarət vasitəsinin -  $P_{\text{adi.aşk.}} = 0,945$  və  $P_{\text{təh.aşk.}} = 0,999$ ) kifayət qədər yüksəkdir.

Hər bir alt sistem vasitəsi ilə qorunan texniki zonanın pozucunun aş a bilməməsi ehtimalı  $P_{\text{per.tex.}} = 0,999$ -a bərabərdir. Bunları nəzərə alaraq, meteoroloji radiolokator obyektinin təkmilləşdirilmiş avtomatik distansion idarə edilən inteqrasiya olunmuş «İQM 4.00.000 TT və İT» mühafizə-xəbərdarlıq sistemi vasitəsi ilə ərazidə baş verə bilən qeyri-qanuni müdaxilələrin ideal şəraitdə aşkar edilməsi ehtimalının  $P_{\text{tex.ər.}} = 0,999$ -a bərabər olduğu müəyyən edilmişdir.

Ümumiyyətlə, mühafizə edilən meteoroloji radiolokator obyektində mümkün olan zərərli təsirlərin qarşısının alınması üzrə təhlükəsizlik fəaliyyətinin təmin edilməsinin qurulmuş riyazi modeli təkmilləşdirilmiş mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin tamlığını təsdiq edir.

### ƏDƏBİYYAT

1. Энциклопедия безопасности авиации // Н.С. Кулик, В.П. Харченко, М.Г. Луцкий и др.; Под ред. Н.С. Кулика. - К. Техника, 2008. - 1000 с.; ил. - Библиогр.; с. 977-999.
2. “Aviasiya haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanunu (24 iyun 2005-ci il, № 944-IIQ) // Azərbaycan Respublikasının Qanunvericilik Toplusu, 2005, № 8 (98), maddə 689).
3. Aviasiya təhlükəsizliyi üzrə Dövlət Proqramı və Aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi Qaydaları (24 aprel 2012-ci il, Fərman №613) // Azərbaycan Respublikasının Qanunvericilik Toplusu, 2017, №1, maddə 50.
4. Paşayev A.M., Nəbiyev R.N., Ramazanov K.Ş., Rüstəmov R.R. Avtomatlaşdırılmış mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin etibarlılığının qiymətləndirilməsi // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. 2018, №2. səh. 21-47.

5. Булгаков О.М., Удалов В.П., Чёткин О.В. Математическая модель воздействия нарушителя на компоненты интегрированной системы безопасности // Вестник Воронежского института МВД России №2 / 2015, стр. 164-175.
6. Олейник А. Охрана критически важных объектов с применением математического моделирования // Системы безопасности, 2017. стр. 14-16.
7. Аверченков, В.И. Математическое моделирование процесса выбор- состава технических средств систем физической защиты / В.ГЕ Аверченков, М.Ю. Рытов, Т.Р. Гайнулин // Вестник компьютерных и информационных технологий. - Москва, 2008.
8. Елсаков С.М., Корсаков В.М. Математическая модель системы безопасности охраняемого объекта // Евразийский союз ученых (ЕСУ) # 4(25), 2016, стр. 66-68 | Технические науки.
9. Пашаев А.М., Набиев Р.Н., Нагиев Н.Т., Велиева Г.Д., Рустамов Р.Р. Особенности проектирования автоматизированного дистанционного охранного комплекса // Вопросы безопасности. - 2018. -№ 1. - С.32-51.
10. Heydər Əliyev Beynəlxalq Aeroportunun meteoroloji radiolokator obyektinin məsafədən avtomatlaşdırılmış idarə olunan inteqrasiya olunmuş təhlükəsizlik sistemi. Texniki təsvir və istismar təlimatı İQM 4.00.000 TT və İT. 2014.
11. Башуров В.В. Применение методов геометрической оптики к решению задач безопасности объекта // Вычислительные технологии. Т. 11. 2006. -№4 стр. 23-28.;
12. Гарсиа М. Проектирование и оценка систем физической защиты. Пер. с англ. - М.: Мир, 2002. – 386 с.
13. Магомедов Ш.Г. Математическое моделирование охранных действий на объекте защиты // ISSN 2072-9502. Вестник АГТУ. Сер: Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. № 1. стр. 70-80.
14. Məmmədova Ş.İ. Bakı şəhərinin iqlim şəraiti və çirkləndiricilərin paylanması onun rolu // Bakı Universitetinin Xəbərləri, 2011, - № 2. səh. 159-167.
15. İsmayılov N.Z. İnfraqırmızı oblast // Atmosferdənkənar astronomiya, 2009. səh. 45-57;
16. Спецификации извещателя.  
[http://npoamb.ru/upload/iblock/c0d/Instruktsiya\\_po\\_ekspluatatsii\\_Optex\\_RLS\\_3060SH\\_REDSCAN.pdf](http://npoamb.ru/upload/iblock/c0d/Instruktsiya_po_ekspluatatsii_Optex_RLS_3060SH_REDSCAN.pdf).
17. Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ., Ramazanov K.Ş., Rüstəmov R.R. LC-generatorunun tezliyinin onun həssas elementinə yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı// Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. 2018, -№1. səh. 28-41.
18. Преимущества и недостатки герконовых датчиков.  
<http://o-dveryah.ru/bezopasnost/datchik-otkrytiya/>.

### **ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ОХРАННО-ВЕЩАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

**Р.Н. Набиев, К.Ш. Рамазанов, Р.Р. Рустамов**

*В статье построена математическая модель, описывающая характеристику защиты, связанную с функциональной работой предупреждающих технических средств охраны и функционированием охранной группы. Были рассмотрены функциональные соотношения, отражающие потери, связанные с преодолением злоумышленником внешнего периметра объекта метеорологического радиолокатора и повреждением материальных ценностей объекта.*

*На охраняемом радиолокационном объекте были рассмотрены предложения по минимизации потерь, связанных с обеспечением охранной деятельности на объекте защиты, по предотвращению злоумышленных действий и проведены расчеты вероятности обнаружения нарушителя различными техническими средствами в зоне наблюдения.*

*Было установлено, что вероятности обнаружения незаконного вмешательства нарушителей с усовершенствованной охранной предупреждающей системой «ИQM 4.00.000 TT və İT» в идеальной среде достаточны велики.*



**Ключевые слова:** математическая модель, авиационная безопасность, стратегический объект, метеорологический радиолокатор, периметр, интегрированный, охранно-вещательная система, нарушитель.

### **MATHEMATICAL MODEL OF ADVANCED SECURITY-WARNING SYSTEM**

**R.N. Nabiyev, K.Sh. Ramazanov, R.R. Rustamov**

*In the article builds mathematical models describing the characteristics of the protection associated with the functional work of warning technical means of protection and the functioning of the security group. The functional relationships reflecting the losses associated with the overtaking of the outer perimeter of the meteorological radar object and damage to the material values of the object by the attacker were studied.*

*At the protected radar facility, the task of minimizing losses associated with the provision of security activities at the protected object, to prevent malicious actions was formalized, and the probability of detecting an intruder by various technical means in the surveillance zone was calculated.*

*It was found that the likelihood of detecting unlawful interference by violators with an improved security warning system «IQM 4.00.000 TT və İT» in an ideal environment is quite high.*

**Keywords:** mathematical model, aviation security, strategic object, meteorological radar, perimeter, integrated, guarding-warning system, intruder.