

MİLLİ AVİASIYA AKADEMİYASI

*2023 "Heydər Əliyev ili"nə  
həsr olunur*

R.N. NƏBİYEV, Q.İ. QARAYEV, R.R. RÜSTƏMOV



**AVİASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN  
TƏMİNİNDƏ İNTEQRASIYA OLUNMUŞ  
MÜHAFİZƏ SİSTEMİ**

**BAKİ – 2023**

**“AZƏRBAYCAN HAVA YOLLARI” QSC  
MİLLİ AVİASIYA AKADEMİYASI**

**R.N. NƏBİYEV, Q.İ. QARAYEV,  
R.R. RÜSTƏMOV**

**AVİASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN  
TƏMİNİNDƏ İNTEQRASIYA  
OLUNMUŞ MÜHAFİZƏ SİSTEMİ  
(Monoqrafiya)**

MAA-nın Elmi Şurasının  
2023-cü il 28 dekabr tarixli  
175 sayılı iclasının qərarı ilə  
çapa tövsiyə olunur.

**BAKI – 2023**

**ISBN: 978-9952-582-00-0**

**Rəyçilər:** İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun direktoru, AMEA-nın həqiqi üzvü, t.e.d, prof. **R.M. Əliquliyev**

MAA, “Aerokosmik İnformasiya Sistemləri” kafedrasının professoru, AMEA-nın müxbir üzvü, t.e.d., **İ.M. İsmayılov**

MAA, Nəqliyyat Texnologiyaları fakültəsinin dekani və Aviasiya Təhlükəsizliyi kafedrasının dosenti, h.f.d. **N.T. Nağıyev**

MAA, Aviasiya Təhlükəsizliyi kafedrasının müdiri, t.e.n., dosent **R.M. Muxtarov**.

**R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov. Aviasiya təhlükəsizliyinin təminində inteqrasiya olunmuş mühafizə sistemi.** Monoqrafiya. MAA, Bakı, 2023. 232 səh.

Monoqrafiya terror və qanunsuz müdaxilə aktlarından mühafizə olunmaq üçün istifadə olunan müasir mühafizə sistemlərinin təhlili və universallığı, yüksək səmərəliliyi, etibarlılığı və erqonomikliyi nəzərə alınmaqla strateji əhəmiyyət kəsb edən obyektlərin avtomatlaşdırılmış məsafədən idarə edilməsi üçün inteqrasiya olunmuş mühafizə sisteminin yaradılması problemlərinə həsr olunmuşdur.

Monoqrafiya aviasiya təhlükəsizliyi sahəsində təhlükəsizlik sistemlərinin layihələndirilməsi ilə məşğul olan mühəndis-texniki heyət, magstorlar, dissertantlar, doktorantap və ümumilikdə elmi işçilər üçün nəzərdə tutulmuşdur. Monoqrafiya aviasiya təhlükəsizliyi mühəndisi istiqamətində ixtisaslaşan yuxarı kurs tələbələri üçün də faydalı ola bilər.

© R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov

## MÜNDƏRİCAT

İxtisarlar.....	5
GİRİŞ.....	6
<b>1. AVIASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİNİNDƏ İNTEQRASIYA OLUNMUŞ MÜHAFİZƏ-XƏBƏRDARLIQ SİSTEMİ VƏ ONUN YARADILMASI XÜSUSİYYƏTLƏRİ.....</b>	<b>16</b>
1.1. Mülki aviasiyada aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemləri .....	16
1.2. Obyektlərin xarakterik xüsusiyyətlərinə görə kateqoriyalara bölünməsi .....	19
1.3. İnteqrasiya olunmuş MXS-nin funksional imkanları .....	22
1.4. Perimetrin MXS-lərinin optimal struktur sxeminin seçilməsi .....	45
<b>2. MÜHAFİZƏ-XƏBƏRDARLIQ SİSTEMLƏRİNDƏ DUYĞAQLAR VƏ ONLARIN TƏTBİQİ.....</b>	<b>52</b>
2.1. Tutum qurğusu üçün duyğaların elektrik sxemlərinin müqayisəli təhlili və seçilməsi.....	52
2.2. Tutum duyğalarının həssas avtogenerator sxeminin müəyyənəşdirilməsi.....	73
2.3. Tutum duyğalarının iki avtogeneratorlu sxeminin işlənilməsi .....	79
2.4. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin gözlənilən effektivliyinin qiymətləndirilməsi .....	90
2.5. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin gözlənilən iqtisadi səmərəliliyi və ona risklərin təsiri .....	100
<b>3. MÜHAFİZƏ-XƏBƏRDARLIQ SİSTEMLƏRİNİN VƏ QEYDİYYAT BLOKUNUN İŞLƏNİLMƏSİ .....</b>	<b>107</b>
3.1. Avtomatlaşdırılmış mühafizə kompleksinin layihələndirilməsi xüsusiyyətləri .....	107
3.2. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin işləmə alqoritmi .....	122
3.3. İnteqrasiya olunmuş MXS-nin tətbiqi perspektivləri .....	126
3.4. Seçilmiş struktur sxem əsasında MXS-nin riyazi modelinin qurulması .....	134
3.5. İki avtogeneratorlu diferensial tutum qurğusunun proqram təminatının işlənilməsi .....	146

<b>4.</b>	<b>İŞLƏNİLMİŞ MÜHAFİZƏ-XƏBƏRDARLIQ SİSTEMİNİN XARAKTERİSTİKALARININ TƏHLİLİ.....</b>	<b>152</b>
4.1.	Avtomatlaşdırılmış MXS-nin etibarlılığının qiymətləndirilməsi .....	152
4.2.	LC avtogeneratorunun tezliyinin onun həssas elementinə yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı .....	164
4.3.	Məntiq elementlərində qurulmuş həssas elementli iki avtogeneratorun rezonans tezliklərinin tədqiqi .....	176
4.4.	İki avtogeneratorlu diferensial tutum qurğusu .....	200
	Ədəbiyyat siyahısı .....	211
	Əlavələr .....	228

## İxtisarlər

AS	-	Avtomatlaşdırılmış sistem
AT	-	Aviasiya təhlükəsizliyi
DİE	-	Distansion idarəedilən
DTD	-	Diferensial tutum duyğacı
GBNS	-	Girişə biometrik nəzarət sistemi
HE	-	Həssas element
XVS	-	Xarici videomüşahidə sistemi
İQ	-	İnfraqırmızı
İQM	-	İnfraqırmızı mühafizə
İO	-	İnteqrasiya olunmuş
İYT	-	İfrat yüksək tezlik
QMA	-	Qanunsuz müdaxilə aktı
MA	-	Mülki aviasiya
MEO	-	Mühafizə edilən obyekt
MXS	-	Mühafizə xəbərdarlıq sistemi
MQ	-	Mühafizə qrupu
MOİB	-	Mərkəzi obyekt idarəetmə bloku
MRL	-	Meteoroloji radiolokator
MS	-	Mühafizə sistemi
OLD	-	Optik lifli duyğac
PUA	-	Pilotsuz uçuş aparatı
RLS	-	Radiolokasiya stansiyası
SG	-	Signal generatoru
ZİB	-	Zona idarəetmə bloku

## GİRİŞ

Məlumdur ki, hava nəqliyyatı dövlətlərin inkişafında və qlobal iqtisadiyyatda mühüm rol oynayır. Təhlükəsiz hava nəqliyyatı dövlətlər arasında ticarət, turizm, siyasi və mədəni əlaqələrin inkişafına geniş imkanlar yaradır. Hər il dünyada hava gəmiləri vasitəsilə təxminən 3.3 milyard sərnişin və 50 milyon ton yük daşınır. 2030-cu ilə qədər sərnişinlərin sayının 6 milyarda, yük daşımalarının həcmnin 125 milyon tona yüksələcəyi proqnozlaşdırılır.

Beynəlxalq Mülki Aviasiya Təşkilatının (BMAT-ın) statistikasına əsasən, 2011-2020 illərdə mülki aviasiya sahəsində 184 qanunsuz müdaxilə: mülki aviasiya obyektlərinə 60 hücum, 26 qanunsuz zəbt etmə, 9 diversiya və 89 digər aktlar qeydə alınmışdır. Nəticədə yaralanan (603 nəfər) və öldürülən (1089 nəfər) insanların sayı ümumilikdə 1692 nəfər olmuşdur.

İnsanların xəsarət alması və təlafatı ilə nəticələnən qanunsuz müdaxilə aktları hava nəqliyyatına olan inamın itirilməsinə, turizmin və ticarət əlaqələrinin zəiflədilməsinə səbəb olur. Bu məsələlərin həlli üçün BMAT-a üzv olan dövlətlər aviasiya təhlükəsizliyi sahəsinə ictimai inamın artırılmasına çalışır. Aviasiyanın təhlükəsizliyini təmin etməklə dövlətlər beynəlxalq ticarət əlaqələrinin gücləndirilməsi, turizmin inkişafı üçün zəmin yaradır.

Mülki aviasiyaya malik dövlətlərin qarşısında duran əsas vəzifə **uçuşların və aviasiya təhlükəsizliyinin** təmin edilməsi məsələsidir. Bu sahələrdə təhlükəsizliyin təmin olunması dövlətimizin də milli siyasətində ən vacib yerlərdən birini tutur. Bu siyasəti Ümummilli Liderimiz Heydər Əliyevin bir cümləsi ilə tam ifadə etmək mümkündür. Heydər Əliyev çıxışlarının birində demişdir: “Azərbaycan Hava Yolları Dövlət

Konserninin ən mühüm vəzifəsi uçuşların təhlükəsizliyinin təmin olunmasıdır”.

**Uçuşların təhlükəsizliyi** sahəsində aeroportların, aerodromların, hava gəmilərinin, aeronaviqasiya və digər avadanlıqların uçuşa yararlılıq səviyyəsinin saxlanılmasının, uçuş, dispetçer və texniki heyətlərin, eləcə də xidməti personalın peşəkar hazırlığının, o cümlədən uçuşların təhlükəsizliyinin idarəetmə sisteminin başqa məsələlərinin nizama salınmasının fasiləsizliyi təmin edilir.

**Aviasya təhlükəsizliyi** sahəsində mülki aviasiyanın fəaliyyətinə qarşı yönəlmiş qanunsuz müdaxilələrin qarşısı alınır və müdaxilə baş verərsə, onun təsirini azaltmaq üçün tədbirlər müəyyən edilir. Aviasiya təhlükəsizliyinə qarşı hədələr - hava gəmilərinin zəbt edilməsi, bordda baş verən terror aktları, kiber hücumlar və s. kimi müxtəlif xüsusiyyətlərə malikdir. Vaxtaşırı olaraq hədələrin yeni formaları meydana çıxır (məsələn, dronların, lazer hədəfləyici qurğuların tətbiqi və s.).

Sərnişinlərin və aeroporta gələn qonaqların həyat və sağlamlılıqlarının qorunması, mülki aviasiya obyektlərinin mühafizəsi, silahların, partlayıcı maddələrin, vasitələrin və başqa təhlükəli predmetlərin vaxtında aşkarlanması, eləcə də qanunsuz dövriyyəsinin qarşısının alınması tədbirləri aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsinin əsas məqsədidir.

Mülki aviasiya terrorçuların diqqətini həmişə cəlb edir, belə ki, bortunda cüzi miqdarda partlayıcı maddənin partlaması yüksək hündürlükdə uçan hava gəmisinin dağılmasına səbəb ola bilər. Terrorçular mülki aviasiyaya cəlbədicə həm hədəf kimi baxmağa, həm də insan itkisinə, iqtisadi zərəərə, dövlətlər arasında ticarət əlaqələrinin pozulmasına nail olmaq üçün



beynəlxalq mülki aviasiya sistemindəki real və ya ehtimal edilən zəif nöqtələrdən istifadə etməyə davam edirlər.

Terrorçular üçün cəlbədicə amillərdən biri də hava gəmi-sindən istifadə etməklə adi vaxtlarda əlçatmaz olan obyektlərə güclü partlayıcı qurğu təsirli zərbələrin endirilməsidir. Bunu, 11 sentyabr 2001-ci ildə “Əl-Qaidə” beynəlxalq terror təşkilatı nümayiş etdirmişdi.

Bütün bunlar, hava nəqliyyatının təhlükəsizliyi, müntə-zəmliyi və səmərəliliyi üçün dövlətlər tərəfindən qəbul edilmiş Çıkaqo konvensiyasında nəzərə alınmışdır. Konvensiyanın 17 sayılı Əlavəsində standartların və tövsiyə edilən təcrübələrin icrasını dayanıqlı təmin etmək vəzifələri mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu, beynəlxalq miqyasda aviasiya təhlükəsizliyini təkmilləşdirmək istiqamətində zəruri imkanlar yaradır.

Aeroportlarda zərərin minimuma endirilməsi aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi səviyyəsindən asılıdır. Terror və qanunsuz müdaxilə aktlarından qorumaq üçün təhlükəsizlik məsələlərindən biri, mülki aviasiya obyektlərinin mühafizə-sinin etibarlı, dayanıqlı və effektiv təmin edilməsidir. Bu məqsədlə obyektin perimetri uzunluğunu MXS quraşdırılır. MXS müdaxilə edən şəxsin (pozucunun) əraziyə daxil olması haqqında ilkin “informasiyanı əldə etmək” və mühafizəçilərə “informasiyanı ötürmək” funksiyasına malikdir.

Aviasiya təhlükəsizliyi sisteminin tərkib hissəsi olan perimetrin MXS-sinin tətbiqi terror və qanunsuz müdaxilə aktlarının baş vermə riskini mümkün qədər azaltmağa, bu aktların qarşısını almaq üçün profilaktik və ya adekvat tədbirlər görməyə imkan verir.

Verilmiş ərazidə quraşdırılan zaman MXS-də bir neçə nəzarət konturunun inteqrasiya olunmuş formasından istifadə

edilir. Perimetrin inteqrasiya olunmuş MXS-si vasitəsilə pozucunu vaxtında aşkarlamaq, miqyasından asılı olmayaraq obyektin bütün ərazisinə nəzarət etmək mümkündür. İnteqrasiya olunmuş MXS uzaqdan idarə edilir və burada istifadə edilən altsistemlərin hər birinin həm funksional imkanları, həm də iş prinsipləri nəzərə alınır.

Bir nəzarət konturuna malik, məsələn, İQ şüalı duyğaclardan təşkil olunmuş MXS-ni fərqli xüsusiyyətlərə malik ərazilərdə eyni dərəcədə effektiv tətbiq etmək mümkün olmur. Bu məsələni həll etmək üçün inteqrasiya olunmuş MXS-nin nəzarət konturlarında müxtəlif fiziki hadisələrə əsaslanan duyğaclardan təşkil olunmuş radiotexniki sistemlər birləşdirilmiş formada istifadə edilir. Belə duyğaclara məsələn, infraqırmızı (İQ) sualı, radiodalğalı, ifrat yüksək tezlikli (İYT) duyğacları, tutum duyğaları, videomüşahidə vasitələri və s. aiddir. MXS-lər quraşdırılan zaman mühafizə səddinin növü, obyektlərin yerləşdiyi ərazinin relyefi, duyğaların həssas elementlərinin yerləşdirilməsinin obyektin ümumi görünüşünə təsiri, ətraf mühit təsirləri, eləcə də pozucunun niyyəti, silahlanması və başqa xüsusiyyətləri nəzərə alınır.

Pozucunu ilkin mərhələdə aşkarlamağa imkan verən tutum duyğaları inteqrasiya olunmuş MXS-lərdə həm iqtisadi cəhətdən səmərəli, həm də təhlükəsizliyin təmin edilməsi baxımından etibarlı olduğu üçün tətbiq edilir.

Beləliklə, monoqrafiya dörd bölmədən və əlavələrdən ibarətdir.

Birinci bölmədə, müasir dövrdə artan irimiqyaslı terror və qanunsuz müdaxilə aktlarının (QMA) törədilməsi hallarına qarşı dövlətlərin həyata keçirdiyi mübarizə tədbirləri təhlil edilmiş, strateji əhəmiyyətli obyektlərin mühafizəsində

pozucuların təhlükəsizlik zonalarından mümkün qədər uzaq məsafədə aşkarlanması məsələlərinin həlli üsullarına baxılmışdır. Göstərilmişdir ki, ictimaiyyət arasında yüksək rezonansa səbəb olduğu üçün terror aktları əsasən strateji obyektlərdə, xüsusilə beynəlxalq hava limanlarında yaradılır və ya buna cəhd edilir. Terrorçular üçün mülki aviasiya (MA) sahəsinin daha cəlbədicisi olması nəzərə alınır və aviasiya təhlükəsizliyini (AT) təkmilləşdirmək üçün yeni tələblər qoyulur.

İntegrasiya olunma səviyyəsindən asılı olaraq MXS-lərin gözlənilən təhlükələrə qarşı vaxtında, dayanıqlı və etibarlı cavab verməsi məsələləri araşdırılmışdır. Müəyyənləşdirilmişdir ki, MXS-nin dayanıqlı və etibarlı işi, ətraf mühitin təsirindən asılı olmayaraq baş verməsi mümkün olan təhlükələr haqqında ilkin mərhələdə informasiya almağa imkan verir.

Obyektlərin xarakterik xüsusiyyətlərinin meyarları göstərilmiş, bu meyarlara əsasən terror və QMA-lardan daha etibarlı şəkildə mühafizə etmək üçün onların kateqoriyaları müəyyənləşdirilmişdir. Eyni zamanda, MA obyektlərində perimetrin mühafizəsini təmin edən MXS-lərdə geniş tətbiq edilən duyğacıların xarakteristikaları müqayisəli şəkildə təhlil edilmiş, üstünlükləri və çatışmazlıqları göstərilmiş, onlara qoyulan tələblər təsvir edilmişdir.

Obyektin mühafizəsinin effektiv təmini üçün vahid proqram təminatı əsasında MXS-də bir neçə altsistemin orqanik integrasiyasının və kompleks şəkildə avtomatlaşdırılmış idarəedilməsinin məqsədəuyğunluğu qeyd edilmişdir. Bu halda, MXS-nin effektivliyi pozucunun növündən və hava şəraitindən asılı olmur.

Müasir tələblərə cavab verən, ətraf mühitin təsirlərinə az məruz qalan, effektiv və etibarlı işləyən, distansion idarəedilən (DİE) inteqrasiya olunmuş MXS-nin tətbiqi imkanlarının optimal texniki şərtləri müəyyənləşdirilmişdir.

İkinci bölmədə, xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla müxtəlif növ tutum duyğalarının elektrik sxemləri müqayisəli şəkildə təhlil edilmiş, onların müsbət və mənfi cəhətləri göstərilmişdir. MA obyektlərində perimetrin MXS-lərində tətbiq edilən və bütün növ hava şəraitində etibarlı işləyən qurğulardan birinin tutum duyğacı olduğu qeyd edilmişdir. Yeni mühafizə sistemlərinin layihələndirilməsi zamanı tutum duyğacının elektrik sxemini hazırlamaq üçün optimal texniki şərtlər müəyyənləşdirilmişdir.

Tutum-tezlik çeviricisi qismində tutum duyğalarında istifadə edilən və tezlikmüəyyənədicisi elementləri əsasən LC konturundan və ya RC dövrəsindən təşkil olunmuş müxtəlif avtogenerator sxemləri təhlil edilmişdir. Laboratoriya şəraitində xarici RLC elementli müxtəlif avtogenerator sxemlərinin rezonans tezlik dəyişmələrinin həssas elementə (HE) yaxınlaşma məsafəsindən asılılığını müəyyənləşdirmək üçün yerinə yetirilmiş təcrübələr təsvir edilmişdir. Təcrübələrdən alınan nəticələr müqayisəli şəkildə təhlil edilmiş, sxemlərin üstün və çatışmayan cəhətləri, eləcə də daha yüksək həssaslığı təmin edən avtogenerator sxemi müəyyənləşdirilmişdir.

Tutum duyğaları üçün məntiq elementlərində qurulmuş müxtəlif avtogenerator sxemləri təhlil edilmişdir. Tezliyinin dəyişmə diapazonu tələb olunan həm həssaslığı, həm də stabilliyi təmin edən, ətraf mühitin dəyişməsinə avtomatik adaptasiya olunan iki avtogeneratorlu diferensial tutum duyğacının elektrik sxemi işlənilmiş və təsvir edilmişdir.

Göstərilmişdir ki, bu sxem daha stabil parametrlərə malikdir və sxemdə tezlikmüəyyənədicə element qismində toplu parametrlə RLC elementlərindən istifadə edilməsi məqsədəuyğun deyil.

Avtoqeneratorun tezliyinin zamandan, HE-nin uzunluğundan, insanın HE-yə yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı öyrənilmişdir.

MXS-nin işinin effektivliyinin qiymətləndirilməsi məsələlərinə baxılmış, tezlik dəyişməsinin riyazi gözləməsi və ya dispersiyasından istifadə etməklə yanlış işədüşmələri əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağın mümkünlüyü göstərilmişdir.

Meteoroloji radiolokator (MRL) obyektinin perimetrində tətbiq edilən təkmilləşdirilmiş MXS-nin effektivliyini qiymətləndirmək üçün ideal şəraitdə texniki vasitələrlə pozucunun aşkarlanması ehtimalı hesablanmış və aşkarlanma ehtimalının yüksək olduğu müəyyənəşdirilmişdir. Hesablama zamanı qəbul edilmişdir ki, texniki vasitələrin işçi vəziyyətdə olması şərtləri ödənilir.

Perimetr uzununu qurulmuş fiziki maneələrin (məs., daş hasarın) xarakterindən asılı olaraq pozucu tərəfindən təhlükənin reallaşdırılması ehtimalı hesablanmış və təhlükənin reallaşdırılması halında maddi itkilərin azaldılması üsulları təhlil edilmişdir. MRL obyektini üçün aviasiya hadisələrinin vaxtında qarşısının alınmasına sərf edilən xərclərin və MXS-nin iqtisadi səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi üsullarına baxılmışdır. Yerinə yetirilmiş hesablamalara əsasən müəyyənəşdirilmişdir ki, MXS-nin tətbiqi effektivdir və iqtisadi cəhətdən səmərəlidir.

Üçüncü bölmədə, universallığı, yüksək operativliyi, etibarlılığı və erqanomikliyi nəzərə alınmaqla, strateji əhəmiyyətli obyektlərin DİE inteqrasiya olunmuş təhlükəsizlik sisteminin

təkmilləşdirilmiş formasının yaradılmasının texniki şərtləri müəyyənləşdirilmişdir. Sistemin ərazidə yerləşdirilməsinin ümumi təsviri verilmiş və sistemi təşkil edən altsistemlərin funksional imkanlarını əks etdirən struktur sxem işlənmişdir.

MXS-nin işi və müdafiə xarakteristikaları ilə bağlı MQ-nin işi təsvir edilmiş, qrupun sayını minimuma endirməyə imkan verən, eləcə də ərazidə baş verən qanunsuz müdaxilələrin vaxtında MXS vasitəsilə aşkarlanmasını təmin edən alqoritm işlənmişdir.

Perimetrin inteqrasiya olunmuş MXS-lərində tətbiq edilən iki avtogeneratorlu diferensial tutum qurğusunun Arduino proqram-aparat platformasında qurulmuş aparat təminatının xarakteristikaları müəyyənləşdirilmiş, proqram təminatı işlənmişdir. Arduino Uno modullarından avtogeneratorların çıxış siqnallarının tezlik qiymətlərini rəqəmsal şəkildə çevirmək üçün istifadə edilmişdir. Arduino Uno modullarına və tezliyin rəqəmsal qiymətinin emalı üçün noutbuka yazılmış proqramların alqoritminin blok-sxemləri və başlanğıc kodları (sketç) təsvir edilmişdir.

MA obyektinin perimetrinin təhlükəsizlik riskinin və perimetrin ən zəif yerinin riyazi təhlillər əsasında qiymətləndirilməsi üsulları araşdırılmış və bunlara əsasən, təkmilləşdirilmiş MXS-nin MRL stansiyasının ərazisində effektiv şəkildə tətbiqini əsaslandırmaq üçün aprior hesablamalar yerinə yetirilmişdir. Hesablamalar nəticəsində müəyyənləşdirilmişdir ki, MRL stansiyasının qorunmasını kifayət qədər yüksək səviyyədə saxlamaq üçün gözlənilən riskin qiyməti nəzərə alınmayacaq dərəcədə azdır.

MRL obyektinin daş hasarla əhatə olunmuş perimetrini pozucunun aşması və maddi dəyərlərə ziyan vurması ilə bağlı

itkiləri əks etdirən riyazi model tətbiq edilmişdir. Xaricdən obyektə müdaxilələrin qarşısını almaq və təhlükəsizlik fəaliyyətini təmin etmək üçün itkilərin minimuma endirilməsi məsələsi formallaşdırılmış və müşahidə zonasında müxtəlif texniki vasitələrlə pozucunun aşkarlanması ehtimalları hesablanmışdır. MXS-nin funksional işi və MQ-nin işi ilə bağlı müdafiə xarakteristikalarını təsvir edən riyazi model qurulmuşdur.

İşlənmiş struktur sxeminin riyazi modelinə əsasən müəyyənləşdirilmişdir ki, ideal şəraitdə ərazidə baş verən qanunsuz müdaxilələri təkmilləşdirilmiş MXS-nin aşkarlamaq ehtimalı kifayət qədər yüksəkdir.

Dördüncü bölmədə, avtomatlaşdırılmış MXS-nin etibarlılığının qiymətləndirilməsi məsələlərinə baxılmış, imtinasız işləmə intensivliyini müəyyənləşdirəndən sonra sistemi təşkil edən elementlərin işinin hər 50 saatdan bir imtinasız işləmə ehtimalı, orta fasiləsiz işləmə müddəti, imtinaların tezliyi hesablanmışdır. Hesablamalar nəticəsində etibarlılıq göstəricilərinin MA avadanlıqları üçün təyin olunmuş hədd daxilində olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Alınan etibarlılıq göstəriciləri əsasında sistemi təşkil edən altsistemlərin ayrı-ayrılıqda imtinasız işləmə ehtimallarının zamandan asılılığı qrafik şəkildə göstərilmişdir.

Müxtəlif şəraitlərdə yerinə yetirilmiş tədqiqatlarla tutum duyğacında tətbiq olunan LC avtogeneratorunun tezliyinin zamandan, HE-nin Yer səthindən olan məsafəsindən, insanın çəkisindən, onun HE-yə yaxınlaşma yerindən və məsafəsindən asılılığı öyrənilmiş və nəticələr qrafik şəkildə təsvir edilmişdir. Alınmış nəticələrə əsasən tədqiq olunan sxemin AT-ni təmin etmək üçün inteqrasiya olunmuş MXS-lərdə tətbiqinin mümkünlüyü əsaslandırılmışdır.

MXS-lərdə tətbiq edilən diferensial tutum duyğacıları üçün rəqəmsal məntiq elementlərində qurulmuş iki avtogenerator müxtəlif şəraitlərdə tədqiq olunmuşdur. Ətraf mühitdən və HE-lərin uzunluğundan asılı olaraq avtogeneratorların tezliyinin dəyişməsi, lakin bu halda onların bir-birinə nəzərən sinxron işləməsi məlum olmuşdur. Girişinə müxtəlif uzunluqlu HE-lər qoşulmuş avtogeneratorların rezonans tezliklərinin dəyişmə qiymətlərinin riyazi gözləməsi və dispersiyası hesablanmışdır.

Perimetrin MXS-ləri üçün işlənmiş tutum qurğusunun strukturu, quraşdırılması, funksional imkanları, texniki parametrləri, diferensial tutum duyğacının konstruksiyası, duyğacın sxemində biri ölçü, digəri dayaq tezliyi avtogeneratoru qismində tətbiq edilən iki avtogeneratorun sxemləri təsvir edilmişdir. Tutum duyğacı tutum qurğusunun tərkib hissəsidir və tutum duyğacını təşkil edən avtogeneratorlar rəqəmsal məntiq elementlərində qurulmuşdur. Dayaq tezliyi avtogeneratoru qismində tətbiq edilən avtogeneratorun sxemində kvarts rezonatorundan istifadə edilmir. Eyni sxem üzrə qurulmuş ölçü və dayaq tezliyi avtogeneratorları bir-birini qarşılıqlı əvəz edir. Qeyd etmək lazımdır ki, tezlikmüəyyənedicisi qismində toplu parametrlı elementlərdən istifadə etmədən rəqəmsal mikrosxemlərdə qurulduqda avtogeneratorların sxemləri əhəmiyyətli dərəcədə sadələşir. Tutum qurğusunda avtogeneratorların ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiyası avtomatik yerinə yetirilir.



# **1. AVIASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİNİNDƏ İNTEQRASIYA OLUNMUŞ MÜHAFİZƏ- XƏBƏRDARLIQ SİSTEMİ VƏ ONUN YARADILMASI XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

## **1.1. Mülki aviasiyada aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemləri**

Müasir dövrdə irimiqyaslı terror və QMA-ların törədilməsi tendensiyasının artması dövlətləri bir sıra mübarizə tədbirləri həyata keçirməyə məcbur edir. Tədbirlər əsasən, beynəlxalq və milli sferada xüsusi əhəmiyyətli, yüksək təhlükəli, həyat təminatlı strateji obyektlərin, xüsusilə də kütləvi insan axını olan aeroportların təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə yönəlmişdir.

AT-nin prioritet məsələsi uçuşların təhlükəsizliyini, müntəzəmliyini və səmərəliliyini təmin etməkdir. Bu məqsədlə dövlətlərin və aviaşirkətlərin həm insan, həm də material resurslarının cəlb edilməsi ilə beynəlxalq və milli səviyyələrdə tədbirlər kompleksi həyata keçirilir. Bu tədbirlər kompleksinə sərnəşinlərin, uçuş heyətinin, yerüstü personalın, hava gəmilərinin, MA-nın digər obyektlərinin həm yerdə, həm də uçuşda terror və QMA-lardan mühafizəsi və qorunması daxildir.

Hava nəqliyyatının təhlükəsizliyinin təmin edilməsində arovağzal tikililərinin, uçuş-enmə zolaqlarının, perron və radio-naviqasiya təminatı obyektlərinin mühafizəsi xüsusi yer tutur. Aeroportların balansında olan bu obyektlərin yerləşdiyi ərazilər mürəkkəb strukturlu təhlükəsizlik zonalarını təşkil edir. Bu istiqamətdə aeroportların mühafizə kompleksinin yaradılmasının vacibliyi Çikaqo konvensiyasının 17 saylı Əlavəsinin müvafiq standartlarında və tövsiyə edilən təcrübələrində,

eləcə də ölkəmizin “AT-yə dair Dövlət Proqramı”nda və “AT-nin təmin edilməsi Qaydaları”nda öz əksini tapmışdır.

Aeroportların mühafizə kompleksi özündə hüquqi, təşkilati, texniki tədbirləri birləşdirən sistemli yanaşma əsasında təmin edilir. MA-nın mühafizə kompleksi potensial pozucunu kənarlaşdırmaq üçün xəbərdaredici siqnalın yaradılmasına, təhlükənin qarşısının alınması və aradan qaldırılmasına yönəlmiş fəaliyyətə sistemli yanaşma prinsiplərinə əsaslanır.

AT sahəsi, terrorizmin yeni təzahürlərinə qarşı dayanıqlı olmaq üçün daim təkmilləşir və MA obyektlərini qorumaq üçün bu sahəyə sistemli yanaşma prinsipinə əsaslanan yeni tələblər qoyulur. Təhlükəsizliyin təmin olunması üzrə fəaliyyət həm planlaşdırma mərhələsində, həm də xidmət prosesində təhlükəsizlik sisteminin texniki və təşkilati tədbirlərini əlaqələndirir.

AT-nin təmin edilməsi istiqamətində “texniki resursların genişləndirilməsi və innovasiyaların stimullaşdırılması” üsulları tətbiq edilir. Bu üsullar aeroportlarda mühafizə kompleksi yaratmaq üçün BMAT tərəfindən qarşıya qoyulan beş prioritet istiqamətdən biridir.

AT-nin təmin edilməsi istiqamətində preventiv tədbir MA obyektlərinin terror və QMA-lardan qorunmasıdır. Bu səbəbdən, QMA-ların qarşısını almaq üçün pozucuları ilkin mərhələdə aşkarlamaq olduqca mühümdür.

Strateji əhəmiyyətli obyektlərin təhlükəsizliyi perimetrin mühafizəsindən başlayır. Perimetr - obyektin yerləşdiyi ərazinin xarici sərhədidir. Perimetrin mühafizənin əsas məqsədi insanların, tikililərin, binaların, qurğuların və əmlakın qorunmasıdır. Perimetrin mühafizəsi obyektin fiziki sərhədi ilə

müvafiq surətdə uyğunlaşan kompleks məsələdir və MS-nin düzgün seçilməsi effektiv həll tələb edir.

Hal-hazırda perimetrin mühafizə sistemində olduqca geniş spektrə malik texniki vasitələr tətbiq edilir. Lakin, istənilən yerdə və şəraitdə effektiv şəkildə fiziki işləmək imkanına malik texniki vasitələr tapmaq çətinlik yaradır. Məlum olduğu kimi, fərqli xüsusiyyətlərə malik ərazilərdə quraşdırmaq üçün universal və effektiv MS seçmək mümkün deyil. MS seçilərkən əsasən mühafizə səddinin (məs. hasarın) və ehtimal edilən müdaxilənin növü nəzərə alınmalıdır. Bundan başqa, perimetrin MS-nin seçilməsi zamanı təbii və texniki amillərə diqqət edilməsi olduqca vacibdir. MS-lərdə yüksək operativliyə və çevik fəaliyyət göstərmək qabiliyyətinə malik olan, eləcə də aeroportun mühafizə kompleksinin mövcud infrastrukturuna inteqrasiya olunması mümkün olan avtomatlaşdırılmış texniki vasitələrin olması vacibdir. Bir neçə nəzarət konturunun optimal inteqrasiyası MA obyektlərini qorumaq üçün perimetrin effektiv MS-lərini hazırlamağa imkan verir. Qeyd edilən tələbləri dayanıqlı, etibarlı və effektiv yerinə yetirmək üçün perimetrin DİE inteqrasiya olunmuş avtomatlaşdırılmış MXS-lərindən istifadə edilir.

Gözlənilən təhlükələrə qarşı vaxtında, dayanıqlı və etibarlı cavab verməsi strateji əhəmiyyətli obyektlərdə tətbiq edilən MXS-lərin inteqrasiya olunma səviyyəsindən asılıdır. Dayanıqlı və etibarlı fəaliyyəti MXS-yə ətraf mühitin təsirindən asılı olmayaraq baş verməsi mümkün olan təhlükələr haqqında ilkin mərhələdə informasiya almağa imkan verir.

## **1.2. Obyektlərin xarakterik xüsusiyyətlərinə görə kateqoriyalara bölünməsi**

Mühafizə edilən obyekt (MEO) qismində mühafizə fəaliyyətinin subyektə tərəfindən mühafizə edilən ayrıca obyekt, ərazi və ya ümumi sahə vasitəsilə birləşdirilmiş bir neçə tikili başa düşülür. Başqa sözlə, MEO-lar qismində, özəl mühafizə müəssisəsi və ya hüquqi şəxsə məxsus olan və mühafizə bölməsi tərəfindən hüquqa zidd əməllərdən mühafizə edilən daşınmaz (binalar, tikililər, qurğular, ərazilər və s.) və burada yerləşən daşınar əmlak (nəqliyyat vasitələri, avadanlıqlar, pul vəsaitləri, qiymətli əşyalar və s.) başa düşülür. MEO-lar - təhlükəsizliyini təmin etmək məqsədi ilə qorunmalı olan dövlət hakimiyyəti orqanlarının yerləşdiyi binalar, tikililər və qurğular, bunlara bitişik olan, ərazilər və akvatoriyalardır.

MEO-nun xarakterik xüsusiyyətini müəyyənləşdirmək üçün aşağıdakı meyarlar əsas götürülür:

1. Milli təhlükəsizlik;
2. Beynəlxalq öhdəliklər;
3. Əhalinin sağlamlığı və asayışı (təhlükəsizliyi);
4. Sosial-iqtisadi maraqlar;
5. Korporativ maraqlar və s.

MEO-ların kateqoriyanması, obyektlərin fiziki müdafiəsi və mühafizəsi üzrə bölünməsi, onların tələb olunan müdafiə standartlarına cavab verməsi məqsədi ilə həyata keçirilir. Mümkün təhlükəlilik səviyyəsinə görə bu kateqoriyanı, MEO-ların təhlükəlilik səviyyəsini əks etdirən və obyektə baş verə biləcək qəzalardan yaranan sosial-iqtisadi nəticələrin (iqtisadi ziyanın həcmi, ziyan çəkmiş insanların sayı) və mümkün itkilərin (istehsal məhsuldarlığının aşağı düşməsi, rəqabət səviyyəsinin aşağı enməsi, nüfuzun

itirilməsi, cavab tədbirlərinin görülməsi, bərpa tədbirləri, cəza sanksiyaları və s.) şərti indeksidir.

Bəzi ölkələrdə MEO-lar üç kateqoriyaya ayrılır:

**I kateqoriya** - həyati əhəmiyyətli obyektlər: atom elektrik stansiyaları; su elektrik stansiyaları; hidrotexniki qurğular; strateji neft və qaz ehtiyatları saxlanılan obyektlər; zərərli kimyəvi və neft-kimyəvi istehsalat obyektləri; hərbi və nüvə ehtiyatları saxlanılan anbarlar;

**II kateqoriya** - son dərəcə vacib obyektlər: enerji təminatlı sistemlər, nəqliyyat sistemi (hava limanları, dəniz limanları və s.), dövlət idarəçilik sistemi, su təchizatı sistemləri;

**III kateqoriya** - vacib obyektlər: dövlət əhəmiyyətli muzeylər, kitabxanalar, arxivlər, tarixi-mədəni və təbiət qoruqları, memarlıq kompleksləri.

“Azərbaycan Respublikasında həyat təminatlı, mühüm əhəmiyyətli mühafizə edilən obyektlərin Siyahısı”nda 225 sayda MEO göstərilmişdir. Bu obyektlər Azərbaycan Respublikasının həyat təminatlı, mühüm əhəmiyyətli obyektləri fiziki mühafizə və mühəndis təhlükəsizlik sistemləri vasitəsilə təchizedilmə səviyyəsinə görə aşağıdakı kateqoriyalara bölünür:

**I kateqoriya** - xüsusi rejimli təşkilatların obyektləri, nüvə və digər enerji kompleksləri, hidrotexniki qurğular (bəndlər), eləcə də bütövlüyünün pozulması, dağılması və ya sıradan çıxması Azərbaycan Respublikasının milli təhlükəsizliyi, əhalinin sağlamlığı üçün uzunmüddətli təhlükə, iqtisadi üçün böhran vəziyyəti yaratması mümkün olan digər mühüm obyektlər;

**II kateqoriya** - partlayıcı maddələrin, silah, sursat, xüsusi təhlükəli bakterioloji, bioloji, radioaktiv, kimyəvi, narkotik, psixotrop və güclü təsirə malik zəhərli maddələrin hazırlanması, istehsalı və saxlanması ilə məşğul olan, maddi səfərbərlik ehtiyatlarının saxlanılmasını həyata keçirən təşkilatların obyektləri, neft emalı zavodları və xüsusi irihəcmli neft anbarları, kompressor və nasos stansiyaları, qızıl, almaz, platin və digər qiymətli maddələr saxlanılan yerlər;

**III kateqoriya** - energetika və rabitə obyektləri, aerodromlar, banklar, beynəlxalq əhəmiyyətli dəmir və avtomobil yolları üzərində yerləşən körpü və tunellər, yeyinti sənayesinin xüsusi irimiqyaslı müəssisələri, su təchizatı xətləri, eləcə də iri şəhərlərin və yaşayış məntəqələrinin su anbarları.

Yuxarıda yazılanlardan göründüyü kimi mühafizə tədbirləri yalnız kritik, həyat təminatlı və mühüm əhəmiyyətli obyektlər üçün nəzərdə tutulmuşdur. Məlumdur ki, terror və QMA-lar yalnız yuxarıda sadalanan obyektlərdə deyil, digər obyektlərdə də (məsələn, inzibati və ictimai binalarda, yeməxana, çayxana, restoran, yaşayış evlərində və s.) baş verir. Bu səbəbdən, qorunmaq məsələsini müəyyənləşdirmək üçün mümkün təhlükəlilik səviyyəsinə görə bütün obyektlər aşağıda göstərilən yeddi kateqoriya üzrə bölünmüşdür:

**I kateqoriya** - təhlükə potensialı və dövlət əhəmiyyətli tikinti obyektləri - neft emalı maddələrinin istehsalı zavodları, dövlət əhəmiyyətli hidrotexniki qurğular və s.;

**II kateqoriya** - xüsusi əhəmiyyətli dövlət obyektləri - döyüş sursatlarının, partlayıcı, radioaktiv, kimyəvi, bakterioloji və zəhərli maddələrin istehsalı və saxlanması müəssisələri, hava və dəniz limanları, dəmiryol vağzalları və s.;

**III kateqoriya** - dövlət orqanları tərəfindən mühafizə edilən obyektlər - qiymətli metallar (daşlar) çıxarılan və saxlanılan yerlər, onların satışını həyata keçirən obyektlər və s.;

**IV kateqoriya** - dövlət əhəmiyyətli tikinti obyektləri - metro stansiyaları və tunelləri, telekommunikasiya şəbəkələri, yerüstü peyk idarəetmə mərkəzləri və s.;

**V kateqoriya** - xüsusi mühafizə edilən təbiət əraziləri və obyektləri - təbiət parkları, ekoloji parklar, dövlət təbiət yasaqlıqları, zooloji parklar və s.;

**VI kateqoriya** - örtülü bazarlar, dükənlər, çayxanalar, restoranlar, kafelər və s. ;

**VII kateqoriya** - inzibati və ictimai binalar, kənd yerlərində olan şəxsi bağ evləri, yaşayış evləri, qaraj otaqları və s.

Təklif edilən yeddi kateqoriya üzrə bölünən MEO-lara qarşı yönəlmiş terror hədələrinin faiz nisbətini yeni texnologiyalar və etibarlı texniki vasitələr əsasında yaradılmış İO MXS kifayət qədər azalda bilər.

Nəticə olaraq hesab edilir ki, təklif edilən formada kateqoriyalara bölünərsə, MEO-lar üçün mühafizə sistemi daha etibarlı şəkildə seçilər və hər obyektin keyfiyyətli mühafizəsi təmin edilər.

### **1.3. İnteqrasiya olunmuş MXS-nin funksional imkanları**

İnteqrasiya olunmuş (İO) MXS, obyektin mühafizəsi və təhlükəsizliyini təmin etmək üçün vahid proqram təminatı əsasında ümumi informasiya mühitində birləşdirilmiş texniki vasitələrin (altsistemlərin) məcmusudur. Altsistemlərə əsasən tutum, vibrasiyaya həssas, vibrasiyalı-seysmik, İQ şüalı, radioşüalı, radiodalğalı və optik lifli duyğacılar, eləcə də videomüşahidə vasitələri və s. aiddir.

**Tutum qurğusu.** Bu qurğu, əsasən geniş sahələri əhatə edən müxtəlif xarakterli mühafizə sədlərində (hündür hasar, enli qapı və s.) istifadə edilir. O, MEO-ya yaxınlaşan pozucunu nisbətən uzaq məsafədən effektiv aşkarlamaq xüsusiyyətinə malikdir. Bu zaman, aşkarlama xüsusiyyəti pozucunun həndəsi ölçülərindən, ətraf mühitin temperaturundan asılı olmur.

Tutum qurğusu, adətən HE-dən, avtogeneratordan və siqnalın emal blokundan təşkil olunur.

HE qismində izolyatorlara bərkidilmiş müəyyən uzunluqlu naqıldən istifadə edilir. HE-ni həm torpağın profilinə, həm də hasarın yoluna uyğunlaşdırmaq asandır. Adətən, HE-nin uzunluğu 500 m-ə qədər olur və elektrik tutumunu simmetrik paylamaq üçün o, iki bərabər hissəyə ayrılır.

HE-nin quraşdırılması üsulu tutum qurğusunun aşkarlama sahəsinin formasını müəyyənləşdirir. Tutum qurğusu, HE-lər hasarın yuxarı hissəsində quraşdırıldıqda hasara dırmaşma, ön hissəsində quraşdırıldıqda metal hasarların kəsilməsi cəhdlərini effektiv qeydə alır.

Praktikada siqnalın analoq və rəqəmsal emalını yerinə yetirən tutum duyğacıları tətbiq edilir.

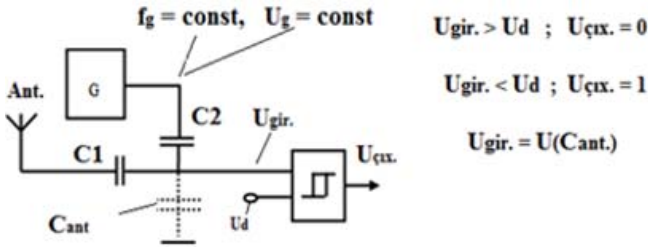
Analoq tutum qurğusunda faydalı siqnalı maneə siqnalından seçmək üçün müvafiq süzgəclər lazımdır. Süzgəcdən keçdikdən sonra faydalı siqnal gücləndiriciyə yönəldilir.

Rəqəmsal tutum qurğusunda gücləndirici və analoq süzgəclərdən istifadə edilmir, faydalı siqnal kod şəklində emal edilir. Siqnalın rəqəmsal emalı tutum qurğusunun ətraf mühitin təsirinə avtomatik uyğunlaşmasını proqram vasitəsilə həll etməyə imkan verir.



Siqnalı rəqəmsal emal edən qurğular əhəmiyyətli üstünlüklərə malikdir, onlar sənaye, atmosfer və radio maneələrinə qarşı nisbətən dayanıqlı olur.

Tutum duyğacının iş prinsipi HE və Yer səthi arasında tutumun dəyişməsinə əsaslanır (şəkil 1.1). Onların arasında tutum pozucunun HE-yə həm yaxınlaşması, həm də ona toxunması zamanı dəyişir.



Şəkil 1.1. Tutum duyğacının sadə sxemi

Aşkarlayıcı tutum duyğaclarındən "Radian" seriyalı ("Dedal" müəssisəsi, Dubno şəhəri) sistemlər geniş tətbiq edilir. Bu seriyalı vasitələrin son modifikasiyası "Radian 14"-dür. "Radian 14" atmosfer maneələrinə qarşı dayanıqlıdır. Bu sistemdə quraşdırılmış "kompensasiya" rejimi impulsu radio maneələrdən xətalərin yaranma ehtimalını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.

**CO-3 tutum qurğusu** (şəkil 1.2). Bu qurğuda HE qismində П-274М markalı telefon sahə kabelinin naqili istifadə edilmişdir. Qurğu, naqil və yer arasında tutumun dəyişməsinə qeydə alır. Qurğunun həssaslığı idarə ediləndir və etibarlı işləməsi üçün həssaslıq məsafəsi 0,5 m seçilmişdir. Qurğu, iki mühafizə edilən zonaya nəzarət edir və saniyədə 30 dəfə tutum dəyişməsinə təhlil edir. Bütün əməliyyatlar, eləcə də pozucunun

hasara yaxınlaşmasına görə haqqında həyəcan signalının yaradılması mikroprosessor vasitəsilə yerinə yetirilir.

CO-3 tutum qurğusunun texniki xarakteristikasına nəzər yetirsək görürük ki, işçi tezliyi  $5,8 \pm 0,1$  kHs və  $10,8 \pm 0,1$  kHs; HE-yə perpendikulyar istiqamətdə  $0,1-2,0$  m/san sürətlə hərəkət edəndə  $0,7$  m-ə qədər məsafədə tutumun dəyişməsi  $10 \pm 0,5$  pF; tutumun dəyişməsinə görə maksimal həssaslıq  $10$  pF; nəzarət edilməsi mümkün olan obyektin perimetrinin uzunluğu  $2 \times 250$  m; sabit cərəyan mənbəyinin gərginliyi  $24$  ( $18-36$ ) V; tələb olunan güc  $2,5$  Vt-dan az; işçi temperatur diapazonu  $-30 \dots +50$  °C; qabarit ölçüləri  $240 \times 140 \times 90$  mm və çəkisi  $2$  kq-dır.



Şəkil 1.2. CO-3 tutum qurğusu

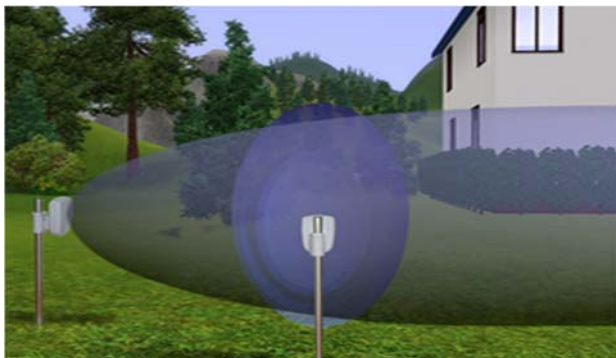
Tutum qurğusunun səkkiz diskret girişlərindən birinin vəziyyəti dəyişəndə, gövdənin qapağı açıldıqda, eləcə də HE-nin istənilən tərəfi yerlə əlaqədə olduqda həyəcan signal işə düşür.

**Radioşüalı duyğac**, həm hasar uzununu, həm də hasarı olmayan obyektlərin mühafizəsi üçün tətbiq edilir (şəkil 1.3). Bu duyğaclər, uzadılmış ellipsoid şəklində aşkarlama sahəsi yaradan İYT siqnalların ötürücü və qəbuledici bloklarına malik sistemdir. Bloklar arasındakı məsafə aşkarlama sahəsinin

uzunluğuna əsasən müəyyən edilir. Yayılma istiqamətində radioşüanın diametri bir neçə destimetrdən bir neçə metrə qədər dəyişir. Bu duyğalar, dik və ya əyilmiş vəziyyətdə qaçaraq, eləcə də yeriyərək nəzarət edilən zonanı keçməyə cəhd edən pozucunu aşakar etmək üçün etibarlı hesab edilir.

İYT radioşüalı duyğaların digər növü 10-24 GHz tezlik diapazonunda işləyən bir və ya ikimövqeli aktiv qurğulardır. İYT duyğaların aşkarlama məsafəsi birmövqeli qurğularda 50 m, ikimövqeli qurğularda 300-500 m-ə qədər olur. Birmövqeli İYT duyğacın ötürücü və qəbuledici hissələri bir qurğuya birləşdirilmişdir. Bu duyğac uzaq məsafəyə işləyən kiçik qabaritli radiolokatordur. İYT radioşüalı duyğaların gövdəsinin daxili ölçüləri 54×95 mm-dir. Duyğacın antenası dielektrik əsasında qurularsa, onda istiqamət diaqramının etibarlı həssaslıq məsafəsi 2-3 m olur. Duyğacın antenası alüminium əsasında qurularsa, onda istiqamət diaqramının konusu 120° olar və bunun da hesabına etibarlı həssaslıq iki dəfə artar. Duyğac temperaturun böyük fərqiə həssas deyil.

Qeyd etmək lazımdır ki, radioşüalı və radiodalğalı duyğalarda HE qismində antenalar istifadə edilir.



Şəkil 1.3. Radioşüalı duyğacın ərazidə tətbiqi

Radioşüalı duyğaların iş prinsipi, aşkarlama sahəsinə kənar əşyaların daxil olması zamanı qəbul edilən siqnalın faza və amplitudasının dəyişməsinin təhlilinə əsaslanır. Radioşüalı duyğalar, ötürücü və qəbuledici bloklar arasında birbaşa görünüş təmin edildiyi hallarda tətbiq olunur.

Duyğacın ötürücü və qəbuledicisinin yaxınlığında həssaslıq daha aşağı olduğundan, həmin sahələrdə “ölü” zonalar yaranır. "Ölü" zonaların olması bu cihazların ümumi çatışmazlığıdır. Buna görə qonşu ötürücü və qəbuledicilər, mühafizə zonaları biri digərini bir neçə metr örtməklə quraşdırılır. Bundan başqa, Yer səthindən 30-40 sm hündürlükdə də İYT duyğaların həssaslığı az olur, bu da mühafizə səddinin aşağı hissəsindən sürünüb keçmək istəyən pozuculara əlverişli şərait yaradır. Belə müdaxilələrin qarşısını almaq üçün əlavə maneələrin tətbiqinə ehtiyac yaranır. İstismar müddətində vaxtaşırı aşkarlama sahəsində otu və qarı təmizləmək lazımdır. Müəyyən hündürlükdə (0,5 m-dən çox) qar örtüyü əmələ gələndə dayığa bərkidilmiş blokların hündürlüyünü dəyişməyə və onları əlavə yustirləməyə ehtiyac duyulur. Duyğacın tətbiq edildiyi sahədə yerin ümumi qeyri-hamarlığı və ot örtüyünün hündürlüyü 0,3 m-dən, qar örtüyünün hündürlüyü 0,5 m-dən az olmalıdır. İYT duyğaların ötürücü və qəbulediciləri böyük ağac, kol və digər maneələr olmayan, birbaşa görünüş xəttinə malik ərazilərdə quraşdırılır.

Geniş həssas zonaya malik olması, aşkarlama sahəsinə insanların, nəqliyyat vasitələrinin və s. təsadüfi daxil olması mümkün olan ərazilərdə İYT duyğaların tətbiqinin məhdudlaşmasına səbəb olur.

**Radiodalğalı duyğac.** Bu duyğacın, radioşüalı duyğalardan fərqli cəhətləri torpağın profilindən asılı

olmaması və hasar yolunun dəqiq izlənməsidir. Radiodalğalı duyğaclarda antenalar radiosiqnal həm ötürücüsünə, həm də qəbuledicisinə birləşdirilmiş və paralel yerləşdirilmiş cüt naqıldən təşkil olunub (şəkil 1.4). Naqilləri hasarın üstündə xüsusi dayaqalara və ya bilavasitə hasara bərkitmək, eləcə də gizli formada yerin altında da yerləşdirmək mümkündür. Keçirici naqillərin (açıq HE-lərin) ətrafında, diametri onların qarşılıqlı yerləşdirilməsindən asılı olan aşkarlama sahəsi yaranır. Pozucu aşkarlama sahəsinə daxil olduqda qəbuledicinin çıxışında siqnal dəyişir və həyəcan siqnalı yaranır.



Şəkil 1.4. Radiodalğalı duyğac və onun hasarda tətbiqi

Amerikan şirkəti DeTekion, Wave-Guard adlı təkmilləşdirilmiş radiodalğalı sistem istehsal edir. Bu sistemin ayrı-ayrı mühafizə edilən zonasının uzunluğu 50 m-ə yaxındır. Sistem 2; 4 və ya 8 zonalı müxtəlif variantlarda hazırlanır və bütün zonalardan qəbul olunan siqnallar ümumi prosessorla emal edilir. Çox zonalı prosessor hermetik metal gövdədə yerləşdirilir və bilavasitə perimetrdə quraşdırılır.

Həcmi-həssas sistem qismində tətbiq edilən radiodalğalı duyğacın əsas üstünlüyü hasara yaxınlaşan pozucunu "kontakt-sız" aşkarlamasıdır. Hasarlanmamış sahələri qorumaq üçün naqillər torpağın 15-30 sm dərinliyinə qədər basdırıla bilər.

Belə sistem maskalanmış olsa da, ətraf mühitin təsirinə məruz qalır, bu da öz növbəsində onun həssaslığına təsir göstərir.

Radiodalğalı duyğaların HE-lərinin yerləşdiyi nəzarət zonasında ötürücüdən qəbulediciyə siqnalın çatmasına maneə yaradan sıx bitki örtüyü olmamalıdır və yerin relyefi düz olmalıdır. Duyğacın aşkarlama qabiliyyəti küləkdən və temperaturlar fərqiindən asılı deyil, lakin güclü duman, yağış və qar olduqda zəifləyə bilər.

**İQ duyğac.** Bu duyğac, birbaşa görünüş xəttində yerləşdirilən şüalandırıcı və qəbuledici qurğulardan ibarət optik sistemdir. Duyğacın aşkarlama sahəsinin uzunluğu 10 m-dən 300 m-ə qədər olur və tətbiqi xüsusi sahə tələb etmir (şəkil 1.5). Normal şəraitdə mühafizə sahəsinin uzunluğu şüalandırıcı qurğunun gücü ilə təyin edilir.



a)

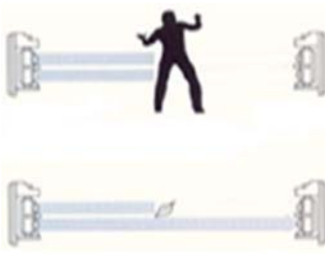


b)

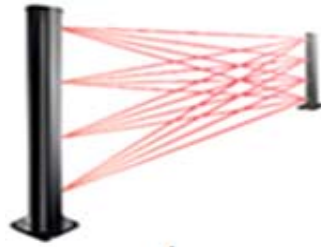
Şəkil 1.5. Çoxşüalı İQ duyğalarının tətbiqi: a) divarda, b) ərazidə

İQ duyğacılar aktiv və passiv olmaqla iki sinfə bölünür. Aktiv duyğacılar iki hissədən - impuls rejimində İQ şüa yayan ötürücüdən və şüanın qəbuledicisindən ibarətdir (şəkil 1.6). Şüanın kəsilməsi halında qəbuledicidə həyəcan signalı yaranır.

Bir və çoxşüalı sistemlər mövcuddur. Çoxşüalı sistemlərdə ötürücü və qəbuledici arasında məsafə çox olduqda ötürücülərin şüaları qəbuledicilərə çarpaz formada çatır (şəkil 1.7). Zonaların konfigurasiyası "pəncərə pərdəsi" (səthin kəsişməsi), "şüa" (xətti hərəkət) və "həcm" (sahədə yerləşmə) kimi müxtəlif formalı olur.



Şəkil 1.6. İQ şüalarının kəsilmə halları



Şəkil 1.7. Çarpaz İQ şüalı sistem

İQ sistemlərin ikinci sinfini təşkil edən passiv duyğacıların işi aşkarlama sahəsində insanların və ya heyvanların hərəkəti zamanı fonun istilik şüalanması səviyyəsində dəyişikliyin qeydə alınmasına əsaslanır.

**Takex şirkətinin İQ şüalı duyğacı.** Takex (Yaponiya) şirkəti PR seriyalı İQ şüalı duyğacı istehsal edir (şəkil 1.8). Bu qurğular digər şüalı duyğaclardan birmövqeli olmaqları ilə fərqlənir. Optik modulun konstruksiyasında İQ şüaların həm ötürücüsü, həm də qəbuledicisi birləşdirilmişdir.



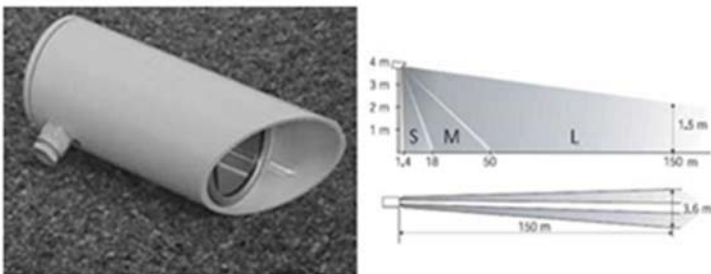
Şəkil 1.8. Takex şirkətinin İQ şüalı duyğacı

Optik modulun qarşısında düzbucaqlı plastik əksedirici (reflektor) quraşdırılır. Modeldən asılı olaraq PR seriyalı duyğacları 5 m-dən (PR-5B) 15 m-ə (PR-11BE) qədər uzunluqda zonaları əhatə edir. Bu duyğacların ən sadə modelləri (məs. PR-1B modeli) reflektorsuz da işləyir və qısa məsafələrdə (1 m-ə qədər) daha effektiv olur. Bu duyğaclardan əsasən perimetrdə quraşdırılan qapıların və dəhlizlərin mühafizəsində istifadə edilir.

Adətən, perimetrdə mühafizə edilən zonaların uzunluğu onlarla metrədən (passiv və İQ şüalı duyğacları) yüzrlə metrə (sensor kabelli sistemlər, ikimövqeli radioşüalı duyğacları və s.) qədər olur. Bu halda, əlavə avadanlıq quraşdırılmadan 10-30 m dəqiqliklə pozucunun yerinin müəyyənəlməsi mühafizə sisteminin effektivliyinin yüksəldilməsinə əhəmiyyətli dərəcədə imkan verir. İstehsalçılar bu məsələni müxtəlif üsullarla həll etməyə çalışırlar. İsveçrənin ASIM Technologies Ltd. şirkəti həssaslıq zonasının uzunluğu 150 m-ə qədər olan IR 423 tipli duyğacı istehsal edir. Duyğacın həssaslıq zonası üç sahəyə ayrılır: yaxın (duyğacdən 1,4-18 m məsafədə), orta (18-50 m) və uzaq (50-150 m) (şəkil 1.9). Optik siqnallar üçkanallı diferensial piroelektrik qəbuledicinin seqmentlərində qeydə alınır.



Duyğac təhlükəli halları qeydə alan daxili yaddaşa malikdir. Onu qurmaq (kökləmək) və yoxlamaq üçün portativ yoxlayıcılarından (testerlər) və ya fərdi kompüterlərdən istifadə edilir.



Şəkil 1.9. IR 423 tipli duyğac və onun həssaslıq zonası

İngiltərənin Lunar adı ilə tanınan Radiovisor şirkəti Perimbar seriyalı çoxşüalı İQ duyğaclarını istehsal edir. Lunar sistemi mühafizə edilən zona daxilində pozucunun yerini müəyyənləşdirməyə imkan verir. Ötürücü bloklardan yayılan siqnalları qəbuledici blokların hər biri qeydə alır.

Duyğacın bərkidilmiş olduğu dirəkdən qeydə alınan obyektə qədər məsafəni hesablamaq və kompüterin monitorunda pozucunun yerini göstərmək üçün qəbul edilən siqnallar matrisa dəyişikliyinə məruz qalır. Matrisa siqnallarının ardıcıl təhlili həm də şüa səddini keçən obyektin təxmini qrafik profilini kompüter ekranına çıxarmağa imkan verir. Qrafik profilə əsasən, pozucunun insan və ya digər vasitə (məsələn, avtomobil və s.) olduğunu müəyyənləşdirmək mümkündür.

Pozucunun yerinin müəyyənləşdirilməsi məsələsini həll edən vasitələrdən biri də Southwest Microwave (ABŞ) şirkətinin Intrepid sistemidir (şəkil 1.10). Sistemdə istifadə edilən duyğacın iş prinsipi kabel xətti vasitəsilə ötürülən elektrik impulsunun müxtəlif səthlərdən əks olunmasına əsaslanır.

Analizator əks olunmuş elektrik impulsunu qeydə alır və pozucunun yerini 3 m-ə qədər dəqiqliklə müəyyən edir.



Şəkil 1.10. Southwest Microwave (ABŞ) şirkətinin Interpid sistemi

Optex şirkəti yeni Smart Line seriyalı İQ şüalı duyğacları istehsal edir. Duyğac ikişüalı iki optik moduldan təşkil olunub. Beləliklə, 60, 100 və 200 m uzunluqlu zonaları əhatə edən dördşüalı duyğac modelləri mövcuddur.

Smart Line seriyalı İQ şüa duyğacını yustirləmək üçün 1.11-cü şəkildə göstərilmiş BAU-4 tipli xüsusi tester istifadə edilir. Tester, həm duyğacın optik modullarını yustirləmək üçün qəbul edilən optik siqnalın səviyyəsini ölçür, həm də duyğacın gövdəsinə bərkidilmiş optik modulu üfüqi istiqamətdə çevirən motorlu ötürücü vasitəsilə qəbuledici modulun optimal bucaq vəziyyətini avtomatik tapmağa imkan verir.



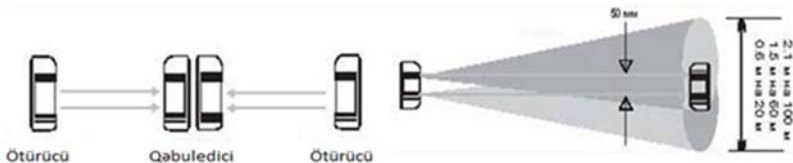
Şəkil 1.11. Smart Line seriyalı duyğacın yustirləmək üçün BAU-4 tipli xüsusi tester

ABT-100 İQ duyğacı (şəkil 1.12). Bu duyğac iki şüalıdır, mühafizə rejimində İQ şüalar müəyyən tezliklə qəbulediciyə düşür, şüa kəsilmə anda qəbuledicidə rele işə düşür. Relenin çıxış kontaktlarından səs və ya işıq siqnalı formasında həyəcan siqnalının işə düşməsi üçün istifadə edilir.



Şəkil 1.12. ABT-100 İQ duyğacı

Duyğacın ötürücüsündən çıxan şüalar konusşəkilli yayılır. İki şüanın birləşməsindən alınan işıqlanma sahəsinin hündürlüyü 100 m məsafədə 2,1 m təşkil edir (şəkil 1.13).



Şəkil 1.13. ABT-100 İQ duyğacın ötürücüsündən çıxan şüaların yayılma radiusu

ABT-100 İQ duyğacın texniki xarakteristikaları: həyəcan siqnalı yaratmaq üçün şüanın kəsilmə müddəti - 50...700 msan; həyəcan siqnalının çıxışı (relenin kontaktı) - 30 V (0,5 A); cərəyan sərfi - 65 mA; enerji mənbəyindən tələb olunan güc - 15 Vt; şüalandırıcı və qəbuledici arasında icazə verilən maksimal məsafə - 100 m; üfüqi və şaquli vəziyyətə görə

köklənməsi - müvafiq olaraq,  $180\pm 90^\circ$  və  $180\pm 10^\circ$ ; qabarit ölçüləri -  $171\times 82\times 77$  mm; çəkisi - 0,658 kq-dır.

İQ duyğacının çatışmazlıqları:

1) Şüa xəttində maneə, məsələn quş, yarpaq və ya digər əşyalar olanda yanlış həyəcan siqnalının yaranması ehtimalı çoxdur. Bu halda yanlış həyəcan siqnalının sayını azaltmaq və müəyyən hündürlükdə effektiv mühafizə səddi yaratmaq üçün İQ duyğacında əsasən qəbuledici qurğuların sayı artırılır. Məsələn, şaquli istiqamətdə bir neçə qəbuledici quraşdırılır. Bu halda ən azı bir qəbuledici qurğuya düşən şüa kəsilən anda, xəbərdaredici qurğuda həyəcan siqnalı yaranır.

2) Açıq mühitdə tətbiq ediləndə İQ duyğacının optik çıxışlarını dövrü olaraq təmizləmək lazım gəlir.

3) Atmosferdə tüstü, kiçik ölçülü su (duman, çən) və ya toz hissəciklərinin olması həm hissəciklərin ölçülərindən, həm də şüanın dalğa uzunluğundan asılı olaraq İQ şüanın əlavə səpilməsinə və ya udulmasına səbəb olur.

**Vibrasiyaya həssas duyğac (VHD).** Bu duyğacın iş prinsipi mexaniki vibrasiyaların qeydə alınmasına əsaslanır. Mexaniki vibrasiyalar pozucunun perimetri keçmək və ya hasarı dağıtmaq cəhdləri zamanı yarana bilər. Duyğacın aşkarlama elementi - mexaniki vibrasiyaları elektrik siqnalına çevirən vibrasiyaya həssas kabledir. Kabel deformasiya olunduqda izolyasiya örtüklü naqillər arasında gərginlik impulsuna səbəb olan elektrik yükləri yaranır (triboelektrik effekt). Kabeldən ötürülən siqnallar (gərginlik impulsları) verilmiş alqoritmə uyğun olaraq analizator vasitəsilə emal edilir və müdaxilə aktı aşkarlandıqda həyəcan siqnalı yaranır.

VHD,  $-40\div 60$  °C temperaturda, sürəti 25 m/san-yə qədər olan küləkdə, sulu qarda işləmə qabiliyyətini saxlayır və

müxtəlif bərkliyə malik materiallardan hazırlanmış hasarlarda istifadə edilə bilər.

VHD-nin çatışmazlıqları: həm səddin, həm də həssas kabelin keyfiyyətli quraşdırılmasına yüksək tələbin qoyulması; fəsilərin dəyişməsinə uyğun müntəzəm olaraq duyğacın parametrlərinin köklənməsinə ehtiyacın olması; ağac budaqlarının və böyük kolların kabelə toxunmasının yolverilməzliyi; perimetrin yaxınlığından ağır texnikanın keçməsi və ya həssas kabelə daş, çubuq və s. vasitələr ilə zərbə vurulması nəticəsində yanlış həyəcan signalının formalaşmasıdır. VHD-li xəbərdarlıq sistemi, yalnız “yumşaq”, məsələn torlu və ya yüngül metal sədlərdə tətbiq edilə bilər. Onun "sərt" hasarlarda quraşdırılması (dəmir-beton, kərpic və ya plastik konstruksiyalar) məqsəduyğun deyil.

**Vibrasiyalı-seysmik duyğac (VSD).** Bu duyğac torpaqda və ya divarlarda yaranan aşağı tezlikli (seysmik) vibrasiyaları qeydə alır (şəkil 1.14). Duyğac qismində torpağa basdırılmış və ya divarda quraşdırılmış vibrasiyaya həssas kabel mühitin vibrasiyasına və ya deformasiyasına reaksiya verir. Təbiətdə yaranan vibrasiyalar zamanı yanlış işə düşmələri azaltmaq üçün tətbiq edilən proqram təminatı ilə sistemdə olan bütün duyğacın eyni anda işə düşməsi ehtimalını əvvəldən nəzərə almaq mümkündür.



Şəkil 1.14. Vibrasiyalı-seysmik duyğacın tətbiqi

VSD-lər bəzi yerüstü MXS-lərin altsistemlərindən fərqli olaraq bütün iqlim şəraitində işləmə qabiliyyətini saxlayır. Bu səbəbdən onları torpağın müəyyən dərinliyində quraşdırmaq, dağda, çay sahilində, meşə massivlərində və s. tətbiq etmək mümkündür. VSD-lərin HE-ləri torpağın altında quraşdırılır, bu səbəbdən həm sistemə qarşı vandal hərəkətlərin qarşısı alınır, həm də obyektlərin estetik görünüşü pozulmur. Qeyd edilən xüsusiyyətlər bu növ yeraltı sistemlərin tətbiqinin əhəmiyyətini göstərir.

Perimetrin mühafizəsinin yeraltı sistemlərindən ən çox pyezoelektrik və geofon tipli (Psicon vibroseysmik, SG-10, SG-01, SP02, “Barrikada 500”və s.) VSD-lərdən istifadə edilir.

Pyezoelektrik duyğacaların HE-ləri torpaqda yaranan mexaniki vibrasiyaları və ya deformatsiyaları elektrik siqnallarına çevirir. Bu duyğacalar tezliyi bir neçə hersdən yüzlərlə hersə qədər olan vibrasiya siqnallarını (titrəyişləri) qeydə almağa imkan verir. HE-lərin torpağın müəyyən dərinliyində quraşdırılmasına baxmayaraq, pyezoelektrik duyğacalar bir neçə metr məsafədə hərəkət edən pozucunu aşkarlamaq imkanına malikdir.

Yeraltı MXS-lərdə torpaqda şaquli dalğaları qeydə alan geofonlardan da geniş istifadə edilir. Geofon duyğacalar, adətən vibrasiyaların təxminən tipik tezliklərinə uyğun olan  $1\div 200$  Hz tezlik diapazonunda siqnallar generasiya edir. Geofonlar perimetr uzununu torpağın  $15\div 35$  sm dərinliyində, bir-birindən  $2\div 4$  m məsafədə, adətən 50-yə qədər diskret duyğacdən ibarət xətt şəklində qurulur. Vibrasiyanı daha yaxşı qeydə almaq üçün geofon duyğacalar bərk torpaqda quraşdırılır.

Geofon tipli MS iki əsas komponentdən ibarətdir. Bu komponentlərdən biri prosessor, digəri kabel şleyfidir. Geofon

duyğalar insan keçərkən yaranan vibrasiyaları qeydə alır və emal üçün prosessorla siqnal ötürür. Prosessorla qəbul edilən siqnalın səviyyəsi verilmiş həddən çox olarsa, onda sistem həyəcan siqnalı yaradır. Torpağın müəyyən dərinliyində quraşdırılmış geofon duyğalar 1,5÷3 m məsafədə hərəkət edən insanı dəqiq aşkarlamağa imkan verir. Buna görə geofonlar, adətən mühafizə edilən perimetr uzununu quraşdırılır.

Geoquip şirkətinin istehsal etdiyi Psicon vibroseysmik geofonları 4 şüalıdır. Bu geofonların hər birində 16 diskret HE sistemi vardır. Bir sistemi təşkil edən HE-lərin maksimum sayı 64 ədəddir. Geofonlar bir-birindən 3,2 m məsafədə quraşdırılır və mühafizə edilən zonanın ümumi uzunluğu 200 m-i əhatə edir. Bütün HE-lər kabel vasitəsilə birləşdirilir və siqnalları emal edən ümumi analizatora qoşulur. Vibroseysmik geofonların işçi temperatur diapazonu - (-40÷100) °C-dir.

SG-01 tipli pyezoelektrik duyğalar şaquli dalğaları qeydə alır və hermetik plastik gövdədə yerləşdirilir. Onun iş prinsipi alqoritmik yanaşmaya əsaslanır. Ona görə də bu duyğaları bütün növ potensial təhlükəli hərəkətlərin qeydə alınması üçün müxtəlif həssaslıq səviyyəsinə uyğunlaşdırmaq mümkündür. Yağış sularından qorumaq, yaxınlıqdan sürətlə keçən nəqliyyata qarşı reaksiyasını azaltmaq və lağımlamanın qarşısını almaq üçün bu duyğalar 60 sm-ə qədər torpağın dərinliyinə basdırılır. Duyğalararası məsafə - 90 sm, bir şleyfdə duyğaların maksimal sayı 50 ədəd olur və bir şleyf perimetrin 45 m uzunluğuna nəzarət edə bilər.

SG-01 tipli pyezoelektrik duyğacın aşkarlama radiusu - 12 m; aşkarlama bucağı - 360°; güc sərfi - 3 mW; işçi temperatur diapazonu -30÷70 °C-dir.

Şleyfdə olan HE-lər A və B olmaqla iki qrupa ayrılır. Qrupun hər birinin HE-ləri növbə ilə bir-birini əvəz edir. Hər iki qrupun HE-lərinin siqnallarının müqayisəsi emal prosesində korrelyasiya üsulundan istifadə etməyə və seysmik küylərdən yanlış işə düşmələrin ehtimalını azaltmağa imkan verir. Pozucu "VƏ" məntiqi üzrə həyəcan siqnalının generasiyası rejimində ən azı iki qonşu diskret HE vasitəsilə aşkar edilməlidir. Belə olduqda, perimetrə yaxınlaşan kiçik heyvanlarla bağlı yanlış işə düşmələrin qarşısı alınmış olur. Az əhəmiyyətli obyektlərin mühafizəsində sistemi "VƏ YA" rejiminə də çevirmək mümkündür. Onda həyəcan siqnalı istənilən bir duyğac vasitəsilə yaradılır. Bu halda HE-lərin hər qrupu perimetrin mühafizəsində müstəqil zona kimi işləyir.

Duyğaları birləşdirən kabel ağaclardan, sütunlardan və başqa oxşar konstruksiyalardan ən azı 3 m kənarında olmalıdır. Bu konstruksiyalar küləkli havada seysmik siqnal mənbəyi ola bilər. Duyğalar və sistemin prosessoru arasındakı maksimal uzaqlıq 150 m təşkil edir. Bu duyğaları ot, eləcə də çınqıl, asfalt örtüyünün altında quraşdırmaq olar. Məsələn, SP02 markalı duyğaları 10 sm-lik beton təbəqə altında da quraşdırmaq mümkündür.

İsrailin Maqal şirkətinin istehsal etdiyi "Barrikada 500" mühafizə sistemində geofon duyğalarından istifadə edilir. Geofon duyğaları mühafizə sisteminin bilavasitə yüngül metal konstruksiyasına quraşdırılır (şəkil 1.15).





Şəkil 1.15. Geofon duyğaclı “Barrikada 500” mühafizə sistemi

VSD-nin çatışmazlıqları: duyğacın sulu, qumlu və yumşaq torpaqda həssaslığının aşağı düşməsi; duyğacın gövdəsinin maqnit ekranlanmaması və Yer in maqnit sahəsinin təsirindən qorunmaması; aşağı temperaturda məhdud möhkəmliyə malik olması; güclü zəlzələ zonaları üçün effektiv olmamasıdır.

Geofonların əsas çatışmazlığı onların həssaslığının yüksək olmasıdır. Geofonlar yüz metr məsafədən avtomobilin hərəkətini hiss edir, bu da mütəmadi olaraq yanlış iş düşmələrə səbəb olur.

**Optik lifli duyğac (OLD).** Hal-hazırda ən müasir və effektiv MXS-də perimetrin mühafizəsi üçün OLD-lər istifadə edilir. OLD informasiyanı ötürmək üçün təyin olunmuş optik lifli kabel əsasında qurulur. Bu duyğacın xüsusiyyəti, uzun məsafəli perimetrdə pozuntu yerini 100 m-ə qədər dəqiqliklə müəyyənləşdirməkdir. Elektromaqnit təsirlərinə çox az həssas olması belə duyğacların əlverişsiz elektrofiziki mühitdə istifadə edilməsinə imkan verir. OLD həm gizli (yeraltı), həm də mühafizə edilən perimetr ətrafında mövcud sədlərə quraşdırıla bilər. Hasarlanmış sahələri qorumaq üçün optik lifli kabel, adətən yerin kiçik dərinliklərində quraşdırılır.

Kabelin uclarından birində koherent şüa yaradan kiçik yarımkeçirici lazer yerləşdirilir. Kabelin ikinci ucu şüa qəbul-

edicisinə birləşdirilir. Qəbuledici optik siqnalı elektrik siqnalına çevirib analizatora ötürür. Analizator, qəbul edilən siqnalı dayaq tezlikli siqnal ilə müqayisə edir.

Perimetr uzunluğunu quraşdırılan optik lifli kabel deformasiya (yerdəyişmə, vibrasiya, kabelin sıxılması) edəndə, optik liflərdən keçən şüanın parametrlərində yaranan dəyişmələr icazəsiz müdaxilə kimi qeydə alınır və həyəcan siqnalına səbəb olur.

Avstraliyanın Future Fibre Technologies şirkəti perimetrə tətbiq edilən Secure Fence adlı OLD-li MXS istehsal edir. Sistemdə lazer impulslarının hasara bərkidilmiş optik lifdə yayılmasından istifadə edilir. Uzunluğu 60 km-ə qədər olan hasarda pozucunun yerinin müəyyənləşdirilməsi dəqiqliyi  $\pm 50$  m təşkil edir.

OLD-nin çatışmazlıqları: HE-lərin hasarda quraşdırılması və ya torpağa basdırılması zamanı həm xüsusi örtükdən istifadə edilməsinin vacibliyi, həm də bu halda xərclərin daha çox olması; sahə şəraitində HE-lərin təmiri zamanı lifləri qaynaq etmək üçün bahalı cihazdan istifadə edilməsi; kənar təsirlər səbəbindən yanlış işə düşmələri əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq üçün duyğacın, yalnız "güclü" müdaxilələri aşkar edə bilməsi; torpaqda donma olduqda duyğacın həssaslığının itməsidir.

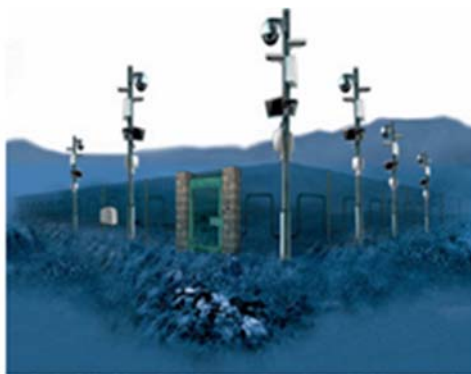
**Xarici videomüşahidə sistemi (XVS).** Müasir videomüşahidə sistemləri həm girişə və əraziyə nəzarət etməyə, həm də MEO-lara qanunsuz müdaxilələri qeydə almağa, eləcə də həyəcan xəbərdarlıq siqnalı yaratmağa xidmət edir. Bundan başqa, videomüşahidə sistemləri pozucunun təsvirini internet şəbəkəsi vasitəsilə lazımi məntəqələrə ötürmək və bu məlumatları arxivləşdirmək imkanlarına malikdir.

XVS-lərə həm avtomatik, həm də avtomatlaşdırılmış rejimdə nəzarət olunur. Qeyd edilən üsullar, mühafizə

obyektinin ən vacib yerlərində yüksək aşkarlama qabiliyyətli kameraların quraşdırılmasını nəzərdə tutur. Belə kameraların baxış (görüş) istiqaməti və fokus məsafəsi uzaqdan idarə edilir. Geniş görmə bucağı və təsvirin yüksək keyfiyyəti, mövcud vəziyyəti dərinədən təhlil etmək və müvafiq əks-tədbirlər görmək üçün geniş imkanlar yaradır.

XVS-lərin kameraları ağ-qara və rəngli, statik və dönən, analoq və rəqəmsal olur. Növündən asılı olmayaraq, bütün müasir kameralar gecə çəkilişini aparmaq imkanı yaradan İQ işıqlanma, eyni zamanda, kameranın işini pozması mümkün olan xarici təsirlərdən onu qoruyan obyektivlə və xüsusi örtüklə təchiz edilmişdir. Xüsusi qızdırıcı elementlə təchiz edilmiş bəzi kameralar vasitəsilə ətraf mühitin mənfi temperaturlarında keyfiyyətli görünüş əldə etmək mümkün olur.

XVS-lərin kameraları binalara və ya müəyyən hündürlükdə olan xüsusi dayaqalara quraşdırılan zaman, pozucuların kameraya zərər vurma ehtimalı, alınan görüntünün aydınlığı, hər kameranın görünüş sahəsinə uyğun olaraq ərazinin tam əhatə edilməsi nəzərə alınır (şəkil 1.16).



Şəkil 1.16. MEO-da xüsusi dayaqalara quraşdırılmış XVS-nin kameraları

Böyük əraziyə malik MEO-da videomüşahidə sisteminin tətbiqi çətindir. Belə ərazilərdə vacib hissələrin sıradan çıxarılmasının qarşısını almaq, xüsusilə alınmış məlumatı saxlamaq üçün məsafədən idarə edilən sistem tətbiq olunur.

NOVUS videokamerası (şəkil 1.17). Bu videokamera fasiləsiz rejimdə gecə-gündüz işləmək qabiliyyətinə, eləcə də daxili sinxronlaşmaya malikdir. Bu videokamerada hərəkətin deteksiyası, təsvirin tənzimlənməsi, neqativ-pozitiv və güzgü rejimlərindən istifadə edilir.



Şəkil 1.17. NV-BC-3405HİR tipli NOVUS videokamerası

**Teplovizor tipli XVS.** Bu sistem, perimetrə yaxınlaşan pozucunun hərəkətini uzaq məsafədən aşkar edir. Aşkarlama məsafəsi, insanlar və ya heyvanlar üçün 1,5 km-ə, nəqliyyat vasitələri üçün 5,5 km-ə yaxındır.

FLR şirkətinin SR-304 termik kamerasının (şəkil 1.18) adi videokameralardan üstünlüyü ondan ibarətdir ki, bu cihaz tam qaranlıqda və görünüşü məhdudlaşdıran hava şəraitində (dumanlı, qarlı, gecə və s.) təsvirin alınmasını təmin edir.



Şəkil 1.18. SR-304 termik kamerası vasitəsilə alınan təsvirlər

Teplovizor tipli XVS-nin istifadəsinin əlavə üstünlüyü işləmə qabiliyyətini istənilən hava şəraitində saxlamasıdır. Adi kameralarla müqayisədə teplovizorun görüntülərində aşkarlanmanın etibarlılığı bir neçə dəfə yüksək olur. Bu unikal xüsusiyyətlərə görə teplovizorlar, açıq sahələri effektiv şəkildə qorumaq imkanı olan yeganə vasitələrdən hesab edilir. Qiymətinin bahalı olmasına baxmayaraq, teplovizorların görünüş məsafələrini adi nəzarət kameraları vasitəsilə əhatə etmək üçün şəbəkə infrastrukturunu da daxil etməklə çəkilən bütün xərclər iqtisadi cəhətdən müqayisə olunacaq səviyyədə və ya daha çox olur.

Teplovizorların çatışmazlıqları:

- pozucunun tanınmasının çətinliyi (teplovizora ən yaxın məsafədən də müdaxilə edən şəxsi müəyyənləşdirmək mümkün olmur);
- ətraf mühitin və pozucunun temperaturu bərabər olduqda, aşkarlama ehtimalının sıfıra yaxın olması;
- şüşədən və sulu mühitdən teplovizorların görüntüləri əldə edə bilməməsidir.

#### **1.4. Perimetrin MXS-lərinin optimal struktur sxeminin seçilməsi**

Perimetrin təhlükəsizliyini təmin etmək üçün üç növ: təbii, mexaniki və texniki sədlərdən istifadə edilir. Texniki sədd perimetrin MXS-nin texniki vasitələrindən təşkil olunur və onlara aşağıdakı tələblər qoyulur:

1. Aşkarlama qabiliyyətinin yüksək olması;
2. Yanlış həyəcan siqnallarının minimuma endirilməsi;
3. İqlim və hava şəraitindən asılılığın olmaması;
4. Sistemin maskalanması;
5. Asan texniki xidmət və etibarlılığa malik olması;
6. İqtisadi cəhətdən səmərəli olması və s.

Həyat təminatlı strateji obyektlərin təhlükəsizliyinin təmin edilməsində videomüşahidə, insanların və avtomobillərin girişinə nəzarət, mühafizə-yanğın xəbərdarlığı qurğularının məntiqi ardıcılıqla vahid proqram-aparat təminatı əsasında harmonik birləşməsindən təşkil olunmuş perimetrin İO MXS-ləri tətbiq olunur. Belə İO MXS-lərə Ben-Gurion aeroportundakı “NİR” (Near-infrared), “Alarmitalia” şirkətinin “SICURIT”, Domodedovo hava limanında istifadə edilən “SOKOL”, Rusiyanın Əks-kəşfiyyat Federal Xidmətinin obyektlərində və su-elektrik stansiyalarının perimetrində tətbiq edilən “STRATUM”, Sinqapurun “Agil Fence”, Heydər Əliyev Beynəlxalq Aeroportunda və Zabrat aeroportunda quraşdırılmış “DTR 2000” sistemlərini və müasir tələblərə cavab verən MRL obyektinin DİE İO avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS-ni nümunə göstərmək olar.

“NİR” sistemi, əsasən hər birində HE və elektron prosessor quraşdırılmış dirəklərdən təşkil olunmuşdur. Prosessor HE-lərdən qəbul olunan siqnalları təhlil edir, pozucunun hasardan

aşmaq və ya onu kəsmək cəhdi baş verəndə idarəetmə blokunda həyəcan signalını işə salır.

“Alarmitalia” şirkətinin “SICURIT” sistemi bir neçə duyğaclar kompleksini (mikrodalğalı, İQ, dopler, vibrasiya) özündə birləşdirir. Fransa, ABŞ, Çex, Avstraliya, Polşa, Danimarka və s. kimi dövlətlərin təhlükəsizlik sistemlərində uğurla tətbiq edilir.

İO təhlükəsizlik sistemi bazasında qurulmuş “SOKOL” MXS elektroşok, signalizasiya, girişə nəzarət, mühafizə işıqlandırılması, videomüşahidə, avtomatlaşdırılmış digər sistemlərlə və pilotsuz uçuş aparatları (PUA-lar) vasitəsilə birgə mühafizəni təmin edir. Perimetrin mühafizəsi optik lifli seysmik vibrasiyalı sistemlə təmin edilir.

Optik lifli nəzarət-idarəetmə texnologiyaları əsasında işləyən “SOKOL” sistemi yerdən yaxınlaşan pozucuları dərhal aşkarlamağa imkan verən və məsafədən idarəedilməsi mümkün olan gizli sistemdir. Sistem pozuntular haqqında qeydləri avtomatik rejimdə yadda saxlamaq funksiyasına malikdir və istənilən hava şəraitində fəaliyyət göstərə bilər. Sistemdə informasiya təhlükəsizliyi məsələləri təmin edilmişdir.

Sistemin əsas üstünlükləri:

- pozucuların etibarlı aşkar olunması;
- elektromaqnit və radiotezlikli maneələrə qarşı dayanıqlı olması;
- məsafədən idarəedilmə qabiliyyətinin olması;
- pozuntular haqqında qeydlərin avtomatik yadda saxlanması;
- mürəkkəb hava şəraitində (donmadan başqa) işləyə bilməsi;

- xarici maneələrə asan uyğunlaşması;
- fəaliyyət zamanı informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsidir.

Sistemin çatışmazlıqları da mövcuddur:

- yanlış işədüşmələr istisna edilmir;
- torpaqda donma olduğu halda, həssaslıq itir.

2013-cü ildən Rusiyanın Kazan, Krasnodar, Maqasa və s. aeroportlarda istifadə edilən və geniş ərazilərin perimetrləri uzunluğunu İO "STRATUM" MXS praktik olaraq istənilən hava şəraitində işləmək qabiliyyətinə malikdir (şəkil 1.19). Sistem hasar uzunluğunu quraşdırılmış vibrasiyalı HE-lərlə işləyir. Ehtiyac olduğu halda, əlavə təhlükəsizlik tədbiri qismində sistemə teplovizor, videomüşahidə və radar sistemləri də quraşdırılır.



Şəkil 1.19. "STRATUM" MXS-si

- "STRATUM" MXS aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:
- müxtəlif tipli hasarlarda quraşdırılması;
  - həssaslığın tənzimlənməsi;
  - əraziyə daxil olmağa cəhd edən PUA-ların radar vasitəsilə aşkarlanması;
  - pozucuların gecə vaxtı aşkarlanması mümkündür.

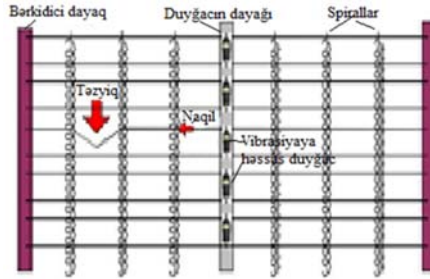


MXS-in əsas çatışmazlıqları:

- lağımlamanın qarşısının alınmaması;
- sistemə yaxınlaşmanı qeydə alan duyğacaların olmamasıdır.

2002-ci ildən Azərbaycan Respublikasında aeroportların (Heydər Əliyev Beynəlxalq Aeroportunun və “Zabrat” Hava Limanının) perimetrində “DTR 2000” MXS-si tətbiq edilir.

Sistem perimetr uzununu bir-birindən bərabər məsafələrdə yerləşən dirəklərdən, onlara bərkidilərək çəkilmiş tikanlı və tikansız məftillərdən (dirəklər və məftillər birlikdə elektron səddi təşkil edir), mərkəzi kompüterdən, interfeysdən, kompüter ildırımından qoruma blokundan və enerji təchizatı blokundan təşkil olunmuşdur (şəkil 1.20). Sistem bir-birindən 60 m məsafədə yerləşən və içərisində vibrasiyaya həssas detektor olan nəzarət dirəklərinə qoşulmuş kompüter idarəetmə mərkəzindən (İM) idarə olunur. Detektor nəzarət dayaqının funksiyası səddi aşmaq və ya kəsmək cəhdi haqqında məlumatı kompüter İM-ə ötürməkdir. Həyəcan siqnalı və ya mühafizə rejimi haqqında məlumat İM-ə rabitə kabeli vasitəsilə ötürülür.



Şəkil 1.20. “DTR 2000” MXS-si

“DTR 2000” MXS aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:

- perimetr uzunluğunu çəkən məfəllərin kəsilməsi cəhdləri vaxtında qeydə alınır;
- informasiya avtomatik arxivləşdirilir;
- sistemdə informasiya təhlükəsizliyi təmin edilir;
- həssaslıq tənzimlənir;
- pozucunun hasara toxunması zamanı həyəcan signalı yaranır və s.

Sistem aşağıdakı çatışmazlıqlara malikdir:

- lağımlamanın qarşısı alınmır;
- hasara toxunmadan pozucunun əraziyə keçməsi mümkündür;
- PUA-ların əraziyə keçməsinə nəzarət edilmir;
- perimetr uzunluğunu işıqlandırma sistemi sıradan çıxan halda, gecə vaxtı pozucuların aşkarlanması çətinləşir və ya mümkün olmur;
- heyvanların (it, pişik, tülkü və s.) hasara toxunması zamanı yanlış həyəcan signalı yaranır;
- hasara yaxınlaşmanı qeydə alan duyğalar yoxdur.

DİE İO avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS strateji əhəmiyyətli MRL obyektini qorumaq məqsədi ilə nəzərdə tutulmuşdur. Sistem kənar şəxslərin obyektə qanunsuz müdaxilə etməsinin qarşısının alınmasını və texniki personalın əraziyə icazəli girişini təmin edir.

Sistemin əsas üstünlükləri:

- işçi personalının əraziyə icazəli girişinin təmin edilməsi;
- sistemə yaxınlaşmanı 0,5-0,7 m məsafədən qeydə alan HE-nin olması;
- mühafizə rejiminin pozulması haqqında həyəcan-xəbərdarlıq signalı sisteminin mövcudluğu;

-video təsviri və sistemin vəziyyəti haqqında informasiyanı uzaq məsafəyə ötürən radiomodem sistemində malik olması;

-mühafizə rejimi haqqında informasiyanın uzaq məsafəyə dövrü ötürülməsi;

-informasiyanın avtomatik arxivləşdirilməsi və sənədləşdirilməsi imkanının olmasıdır.

Eyni zamanda sistem aşağıdakı çatışmazlıqlara malikdir:

-lağımın qarşısı alınmır;

-PUA-ların və helikopterlərin mühafizə edilən əraziyə qanunsuz keçməsinə qeydə alan sistem yoxdur;

-ətraf mühitin dəyişməsinə reaksiyanı tənzimləmək məqsədi ilə alqoritmik yanaşmadan istifadə edilmir;

-insanı və kiçik hədəfləri (heyvan və quşları) fərqləndirmək qabiliyyətinə malik xüsusi intellektual alqoritmlə proqram təminatından istifadə edilmir.

Beləliklə, ilkin şərtlər qismində aeroportların perimetrində tətbiq edilən MXS-nin aşağıda qeyd edilmiş:

1. MEO-nun perimetri uzunluğunu torpağın altında və üstündə mühafizə səddinin yaradılması;

2. Nəzarət buraxılış məntəqələrində (NBM) avtomatik nəzarət sisteminin tətbiq edilməsi;

3. Distansion idarəedilməsi;

4. Sistemin “Mühafizə” və “Təmir” rejimlərinə asanlıqla qoşula bilməsi;

5. Yanlış işə düşmələrin istisna edilməsi;

6. Fiziki sədlərə və ərazinin relyefinə asan uyğunlaşdırılması;

7. Mürəkkəb hava şəraitində işləyə bilməsi;

8. MEO-da yanğın faktının ilkin mərhələdə aşkarlanması;

9. Əraziyə icazəli girişin təmin edilməsi;
10. İstənilən meteoroloji şərait və xarici təsirlər üçün həssaslığın tənzimlənməsi;
11. Lağımlamanın qarşısını almaq üçün torpağın müəyyən dərinliyində həssaslığın təmin edilməsi və tənzimlənməsi;
12. Torpaq donduqda həssaslığın itməməsi;
13. Əraziyə icazəsiz daxil olan PUA-ların dərhal aşkarlanması;
14. Pozucunun MEO-ya yaxınlaşması və ya müdaxiləsi ilə bağlı operatora məlumatın dərhal ötürülməsi;
15. Mühafizə rejiminin pozulması haqqında xəbərdaredici həyəcən signalı yaradan sistemin olması, eləcə də informasiyanın uzaq məsafəyə ötürülməsi və məsul şəxslərin mobil telefon vasitəsilə məlumatlandırılması;
16. Sistemdə informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi;
17. Pozuntu qeydlərinin avtomatik arxivləşdirilməsi və sənədləşdirilməsi;
18. Pozucuların gecə vaxtı görünməsini təmin etmək üçün perimetr uzununu ərazinin işıqlandırılması, fasiləsiz olaraq gecə və gündüz, eləcə də əlverişsiz meteoroloji şəraitdə ərazini müşahidə etmək imkanı yaradan videonəzarət sistemi ilə təchiz edilməsi;
19. Hasara yaxınlaşan pozucuların daha uzaq məsafədən (3-4 m) effektiv aşkarlanması funksional imkanlarına malik olması məqsəduyğundur.

## 2. MÜHAFİZƏ-XƏBƏRDARLIQ SİSTEMLƏRİNDƏ DUYĞACLAR VƏ ONLARIN TƏTBİQİ İMKANLARI

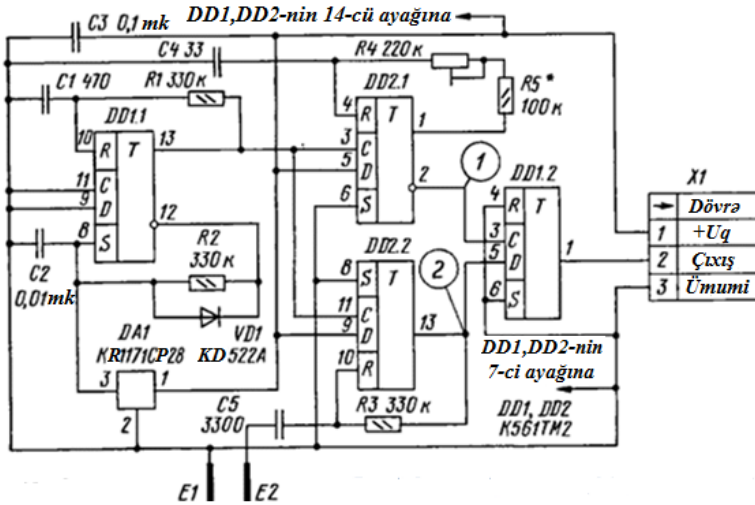
### 2.1. Tutum qurğusu üçün duyğaların elektrik sxemlərinin müqayisəli təhlili və seçilməsi

Məlumdur ki, tutum duyğacı öz həssaslıq zonasında əşyanın və ya pozucunun hərəkətinə reaksiya vermək qabiliyyətinə malikdir. Tutum duyğacının hərəkətə reaksiya vermək qabiliyyəti əşyanın və ya pozucunun aqreqat halından, eləcə də temperaturundan asılı olmur. Bundan başqa, tutum duyğaları müxtəlif "maneələr" olan yerlərdə də (məsələn, daş hasarın arxasında) pozucuları aşkar edə bilir.

Triggerlər əsasında yığılmış tutum duyğacının sxemi şəkil 2.1-də göstərilmişdir. DD1.1 triggerində impulsar avto-generatoru yığılmışdır. İmpulsların davam etmə müddəti (təxminən 0,2 ms) R1C1 dövrəsi, təkrarlanma dövrülüyü (periodu, təxminən 1,5 ms) R2C2 dövrəsi vasitəsilə təyin olunur. Tutum duyğacı enerji mənbəyinə qoşulduqdan sonra, DA1 - aşağı gərginlik detektoru DD1.1 triggerinin S girişində müəyyən müddət gərginliyi aşağı məntiqi səviyyədə saxlayır. Bununla da triggerin vəziyyətini müəyyən edən hər iki (R və S) girişində gərginliyin qadağan olunmuş yüksək səviyyəsinin eyni anda yaranması halı aradan qaldırılır. Əks halda, mənbənin gərginliyinin aşağı sürətlə ( $2 \div 3 \cdot 10^3$  V/san-dən az) artması zamanı avto-generatorun öz-özünə həyəcanlanması baş vermir.

Avtogeneratorun impulsları eyni anda iki təkvibratoru işə salır. Birinci təkvibrator DD2.1 triggeri əsasında qurulmuşdur. Təkvibrator parametrləri R4, R5, C4 elementlərinin nomina-

lından asılı olan sabit davametmə müddətinə malik nümunəvi impulsar formalaşdırır. İkinci təkvibrator DD2.2 triggerində qurulmuşdur. İkinci təkvibratorun impulslarının davametmə müddəti E1 və E2 metal lövhələrindən yaradılmış kondensatorun tutumundan, eləcə də R3 rezistorunun müqavimətindən asılıdır. C5 ayırıcı kondensatoru DD2.2 triggerinin girişinə sabit gərginliyin təsadüfi düşməsinin qarşısını alır.



Şəkil 2.1. Triggerlər əsasında qurulmuş tutum duyğacının sxemi

Duyğacın işi iki təkvibratorla formalaşdırılan impulsların davametmə müddətinin müqayisəsinə əsaslanır. DD2.1 triggerinin inversləyici çıxışında müsbət gərginlik düşgüsü yaranan anda (şəkil 1-də 1-ci nöqtədə), ikinci (ölçü) təkvibratorun impulsunun davametmə müddəti birinci (nümunəvi) təkvibratorun impulsunun davametmə müddətindən qısa olarsa, DD2.2 triggerinin çıxışında aşağı səviyyəli gərginlik olur (şəkil 1-də 2-ci nöqtədə). C - takt girişində impulsun müsbət

istiqamətdə (“0”-dan “1”-ə) dəyişməsi ilə işləyən DD1.2 müqayisə triggerinin çıxışı aşağı məntiqi səviyyəli hala keçir. Əks halda, (ölçü impulsunun davamətmə müddəti nümunəvidən uzun olduqda), 2 nöqtəsində və DD1.2 triggerinin çıxışında yüksək səviyyə olur.

Yad cisim yaxınlaşanda E1 və E2 lövhələri arasında tutum artır. Nəticədə X1 birləşdiricisinin 2 çıxışında aşağı səviyyə yüksək səviyyə ilə əvəz olunur. Bu hal, tutumun qiyməti (2.1) ifadəsi ilə xarakterizə olunan verilmiş həddi aşanda baş verir:

$$C = \frac{(R5 + R4_g) \cdot (C4 + C_{gir})}{R3} - C_{gir} \quad (2.1)$$

burada,

-R5 rezistorunun sxemdə göstərilmiş nominal qiymətində tutuma görə triggerin işə düşmə həddini R4 vasitəsilə 6 pF-dan 32 pF-a qədər dəyişdirmək mümkündür;

-R4<sub>g</sub> - R4 trimmerinin (kökləyici rezistor) seçilmiş müqavimətinin qiymətidir;

-C<sub>gir</sub> ≈ 6 pF - triggerin R girişinin tutumudur.

DD2 mikrosxeminin aktiv elementləri (triggerlər) bir gövdə daxilində olduqlarına görə temperaturun və ya mənbənin gərginliyinin dəyişməsi zamanı təkvibratorların xarakteristikaları və onların formalaşdırdıqları impulsların davamətmə müddətləri eyni dəyişir. Bu da, temperaturun və mənbənin gərginliyinin geniş intervalda dəyişməsi zamanı duyğacın işə düşmə həddinin stabilliyini təmin edir.

Üstünlükləri:

-duyğacın işə düşmə həddi temperaturun və enerji mənbəyinin gərginliyinin dəyişməsindən asılı deyil;

-belə sxemli duyğaclarda tutumun dəyişmə diapazonu bö-yükdür;

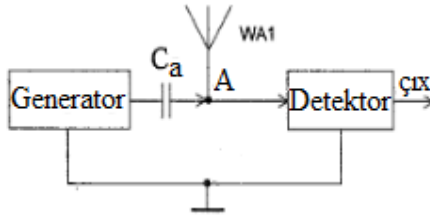
-yanlış işədüşmələrin sayı əhəmiyyətli dərəcədə azdır.

Çatışmazlıqları:

-avtogeneratorun tezlik stabilliyi və qurğunun həssaslığı aşağıdır;

-ətraf mühitin dəyişməsinə reaksiyanı tənzimləmək məqsədi ilə sxemdə alqoritmik yanaşmadan istifadə edilmir.

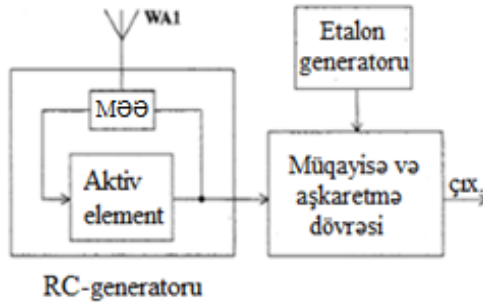
Kondensatorlu duyğaclar (şəkil 2.2). Bu növ duyğacların sxemləri bir neçə qrupa bölünür və onlarda yaranan işədüşmə siqnalı kondensatorlu sxemlər vasitəsilə formalaşdırılır. Tutum bölücüsü istifadə edilən belə qurğularda HE (WA1) kiçik tutumlu ayırıcı kondensator ( $C_a$ ) vasitəsilə işçi avtogeneratorun çıxışına qoşulur. Bu halda, HE və ayırıcı kondensator birlikdə tutum bölücüsü yaradır, onların birləşmə nöqtəsində (A) işçi potensial yaranır. İşçi potensialın səviyyəsi HE-nin tutumundan asılı olur. Pozucu HE-yə yaxınlaşdıqda, ayırıcı kondensatorun birləşmə nöqtəsində potensial azalır və həyəcan siqnalı əmələ gəlir.



Şəkil 2.2. Kondensatorlu duyğacın blok-sxemi



RC avtogeneratorunda qurulmuş kondensatorlu duyğac sxemləri də mövcuddur (şəkil 2.3).

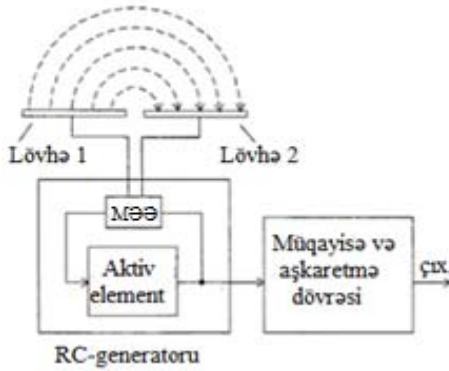


Şəkil 2.3. RC avtogeneratorlu tutum duyğacının blok-sxemi

Verilmiş qurğularda işədüsmə siqnalının formalaşmasında tezlikmüəyyənədiçi dövrəsinə HE qoşulmuş RC avtogeneratorndan istifadə edilir. RC avtogeneratorunun HE-nin tutumu ilə təyin edilən çıxış siqnalı və dayaq tezlikli avtogeneratorun çıxışından gələn nümunəvi siqnal müqayisə edilir. HE-nin tutumu pozucunun yaxınlaşması zamanı dəyişir (adətən artır).

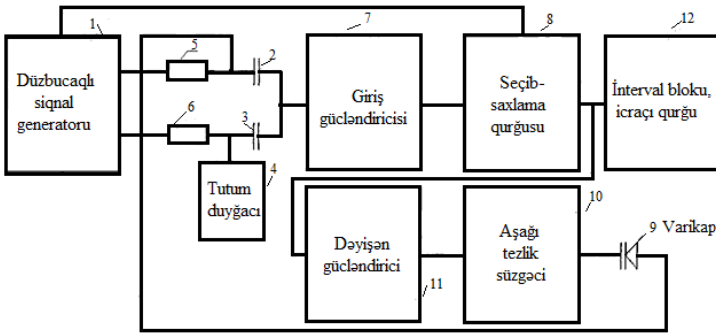
Köynəkləri açılmış kondensatorlu duyğaclər (şəkil 2.4). Belə sxemli qurğularda HE qismində bir müstəvidə yerləşdirilmiş iki metal lövhədən istifadə edilir. Bu lövhələr kondensatorun açılmış köynəkləridir və pozucu köynəklərdən birinə yaxınlaşdıqda, onların arasındakı mühitin dielektrik nüfuzluğu dəyişir (artır), uyğun olaraq kondensatorun tutumu artır, nəticədə duyğacda işədüsmə siqnalı yaranır.

Etalon kondensatorun və HE-nin tutumlarının müqayisəsi üsulundan istifadə edilən qurğular da məlumdur. Bu prinsiplə işləyən qurğuların funksional imkanlarını artırmaqla ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiya olunan MS qurmaq mümkündür.



Şəkil 2.4. Köynəkləri açılmış kondensatorlu duyğacının blok-sxemi

Ölçülən tutuma cərəyanın budaqlanması ilə işləyən tutum çeviricisi əsasında adaptasiya olunmuş MS-nin qurulması prinsipi göstərilmişdir (şəkil 2.5).



Şəkil 2.5. Tutum çeviricisi əsasında adaptasiya olunmuş MS-nin qurulma prinsipi

Növündən asılı olaraq ölçü elektrodunun tutumu onlarla pikofaraddan, yüzlərlə pikofarada qədər təşkil edə bilər. Ətraf mühit təsirlərinə uyğunlaşdırmaq (adaptasiya olunmaq) üçün

sxemdə varikapdan istifadə edilir. Varikapın tutumunun dəyişmə diapazonu, işçi tutumun bütün mümkün dəyişmə diapazonunu təmin etməlidir. Hal-hazırda, daha geniş diapazondan istifadə etməyə imkan verən müxtəlif varikapların böyük seçimi mövcuddur.

Əsas üstünlükləri:

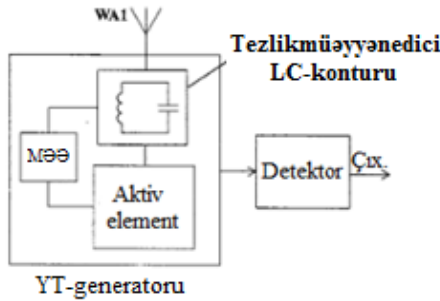
-yanlış işədüşmələrin sayının əhəmiyyətli dərəcədə az olması;

-ətraf mühitin təsirlərinə adaptasiya olunmasıdır.

Çatışmazlığı:

-yalnız yüksək həssaslıq və maneəyədavamlılıq tələb olunmayan sahələrdə (məsələn, metal əşyalara toxunma siqnalizatorlarında, maye səviyyəsini ölçən qurğularda və s.) tətbiq edilə bilməsidir.

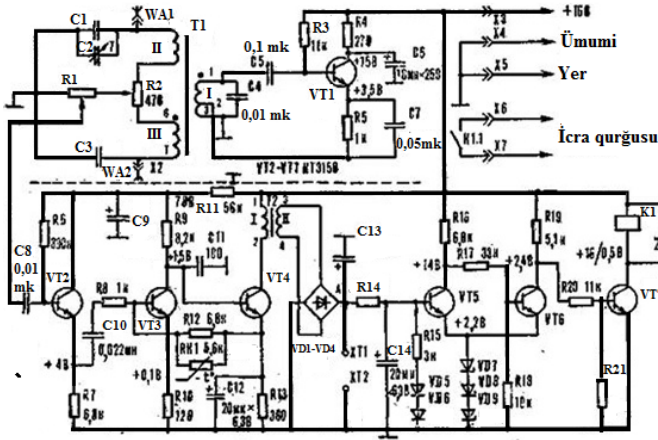
**Tezlikməyyənedicisi LC konturu olan tutum duyğac-ları.** Bu növ duyğaclar kondensatorlu duyğaclara nisbətən radio-maneələrə daha dayanıqlıdır. HE (adi metal lövhə) yüksək tezlikli (YT) avtoqeneratorun tezlikməyyənedicisi LC konturuna ya birbaşa, ya da tutumu bir neçə pikofarad olan kondensator vasitəsilə qoşulur (şəkil 2.6).



Şəkil 2.6. Tezlikməyyənedicisi LC konturu olan tutum duyğacı

Pozucu yaxınlaşan zaman HE-nin və müvafiq olaraq LC konturunun tutumu dəyişir (artır). Nəticədə avtogeneratorun tezliyi dəyişir (azalır) və işə düşmə baş verir.

Tezlikməyyənedicisi LC konturu olan tutum duyğalarının yuxarıda göstərilən xüsusiyyətləri onların maneə davamlılığını və pozucunun aşkar olunma məsafəsini məhdudlaşdırır. Məsələn, sxemi şəkil 2.7-də göstərilmiş duyğacın insanı aşkaretmə məsafəsi, adətən 20-30 sm təşkil edir.



Şəkil 2.7. Tezlikməyyənedicisi LC konturu olan tutum duyğalarının ümumi sxemi

Şəkil 2.7-də, VT1 tranzistorunda ümumi kollektorlu sxem üzrə avtogenerator yığılmışdır. T1 transformatorunun birinci dolağı LC konturunun induktivliyi qismində istifadə edilir. Onun ikinci iki dolağı və C1-C3 kondensatorları simmetrik LC körpüsünü yaradır. Birinci və ikinci dolaqların induktiv əlaqəsi sayəsində T1 transformatoruna 60÷70 kHs tezlikli dəyişən gərginlikli enerji verilir. R1 dəyişən rezistorundan LC körpüsünün çıxış gərginliyi götürülür. Körpü, C2 və R2

elementləri vasitəsilə köklənir. II və III dolaqlarına işçi və kompensasiyaedici WA1 və WA2 HE-ləri birləşdirilmişdir.

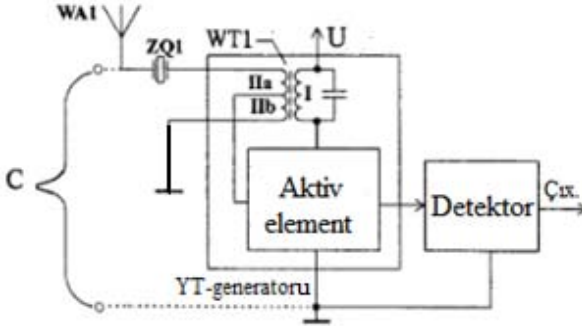
Siqnal körpünün çıxışından üçkaskadlı dəyişən cərəyan gücləndiricisinə (VT2-VT4) daxil olur. Üçkaskadlı gücləndiricinin ümumi gücləndirmə əmsalı 2000÷2590-a bərabərdir. Gücləndiricinin çıxış kaskadına yük qismində VD1-VD4 körpü düzləndiricisi qoşulmuşdur.

Düzləndirilmiş gərginlik C13R14C14 elementlərindən təşkil olunmuş RC süzgeci vasitəsilə hamarlanır və gərginliyin müəyyən həddində işləyən Şmitt triggerinin girişinə düşür. Şmitt triggerinin əsas gücləndirici və işçi elementləri VT5 və VT6 tranzistorlarıdır. Şmitt triggerində idarəedici siqnalın histerezisinin enini 0,05 V-a qədər azaltmaq üçün VT5 və VT6-nın emitter dövrlərinə VD7-VD9 stabiltronları qoşulmuşdur. VT5-in baza dövrəsinə qoşulmuş R15VD5VD6 dövrəsi triggerin işə düşmə həddinin temperatur stabilliyini təmin edir. Yük dövrlərinin triggerin işinə təsirini azaltmaq üçün icraedici K1 relesinin işçi dolağı VT7 tranzistorunun kollektor dövrəsinə qoşulmuşdur. VT7 tranzistoru eyni zamanda invertor funksiyasını yerinə yetirir.

Qurğu, gərginliyi 15-18 V olan sabit cərəyan mənbəyindən enerji ilə təchiz edilir. Sxemdə əks istiqamətli qollara qoşulmuş iki HE-li induktiv-tutum körpüsünün istifadə edilməsi ətraf mühitdə rütubət və temperaturun dəyişməsinin HE-lərə təsiri nəticəsində yaranan yanlış işə düşmələri aradan qaldırır.

**Kvars rezonatorlu duyğaclar.** Həssaslığını və avtogeneratorun tezliyinin stabilliyini artırmaq məqsədi ilə tezlik-müəyyənədicisi LC konturu olan tutum duyğaclarına YT differensial transformator və kvars rezonatoru daxil edilir (şəkil 2.8). YT transformatorun birinci dolağı avtogeneratorun

konturunun, lakin kvars rezonatoru qoşulmuş və HE-yə ardıcıl birləşdirilmiş növbəti ikinci iki eyni dolağı (II<sub>a</sub> və II<sub>b</sub>) ölçü körpüsünün elementləridir. Pozucunun HE-yə yaxınlaşması zamanı işədüşmə siqnalı formalaşır.

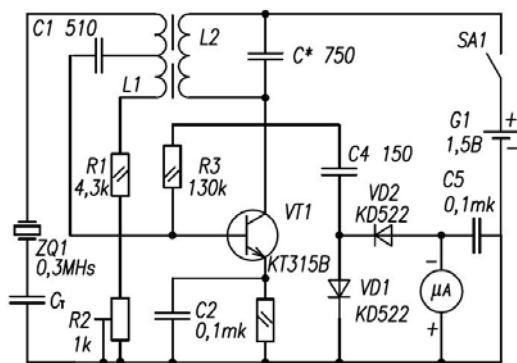


Şəkil 2.8. Kvars rezonatorlu duyğaların blok-sxemi

MXS-lərin tutum duyğalarında əməliyyat gücləndiricilərində yığılmış RC avtogeneratorları daha çox istifadə edilir. Belə avtogeneratorlar, adətən düzbucaqlı formalı impulslar hasil edir. Avtogeneratorun tezliyi RC dövrəsi ilə təyin edilir və bunun əsas çatışmazlığı, tezliyin stabilliyinin aşağı olmasıdır. Tezliyin stabilliyinin aşağı olması tutum qurğusunun həssaslığının və işinin etibarlığının azalmasına səbəb olur.

Tutum qurğusunun həssaslığının artırılması cəhdləri, maneələrin yaranmasına və ya yanlış işədüşmələrə səbəb olur. Nəticədə, bəzən duyğaca yaxınlaşma olmayan halda yanlış işədüşmələr baş verir, yaxud əksinə, hər hansı pozucu duyğaca yaxınlaşan zaman işədüşmə baş vermir. Tutum duyğacına ardıcıl kvars rezonatoru qoşmaqla bu çatışmazlıqları aradan qaldırmaq mümkündür. Kvars rezonatoru ardıcıl rezonans tezliyində həyəcanlanaraq tutum duyğacının kompleks

müqavimətinin reaktiv təşkil edənini kompensasiya edir və duyğacın elektrik tutumunun dəyişməsinə aktiv müqavimətə çevirməni asanlaşdırır. Şəkil 2.9-da təsvir edilmiş yaxınlaşma duyğacında ardıcıl rezonans tezliyi  $f_{rez} = 300$  kHs olan ZQ1 kvars rezonatoru və  $C_T$  tutum duyğacı ardıcıl qoşulmuşdur.



Şəkil 2.9. Yaxınlaşma duyğacının sxemi

Qeyd etmək lazımdır ki, avtogeneratorların əksəriyyəti kvars rezonatorunun ardıcıl rezonans tezliyindən fərqli tezlikdə işləyir. Məsələn, məlum üçnöqtəli tutum sxemi daha yüksək tezlikdə həyəcanlanır. Nəticədə rezonatorun səmərəlilik əmsalı ( $Q$  - добротность) azalır, bu da avtogeneratorun tezlik stabilliyinin aşağı düşməsinə səbəb olur. Ardıcıl rezonans tezliyinə ən yaxın tezliyi, maksimal stabilliyə malik olan körpü avtogeneratoru təmin edir.

Sınaq məqsədi ilə HE 60 mm diametrlı folqalı getinaxs-dan hazırlanmışdır. Yaxınlığında əşyalar olmayan mühitdə duyğacın tutumu 2,51 pF-a bərabər olmuşdur. Belə duyğacın və yuxarıda göstərilmiş kvars rezonatorunun rezonator tutum duyğacı ( $ZQ1-C_T$ ) ardıcıl dövrəsinin ekvivalent elektrik müqaviməti 1160 Om-a bərabər olmuşdur.

Hər hansı cisim, məsələn, insanın əli HE-yə yaxınlaşdıqda  $C_T$ -nin tutumu artır, lakin dövrənin ekvivalent aktiv müqaviməti azalır. Tutum 1 pF artarsa, onda dövrənin ekvivalent elektrik müqaviməti 428 Om azalar və 732 Om-a bərabər olar.

Yaxınlaşma duyğacında bir tranzistorda yığılmış və 1,5 V gərginlikli qalvanik elementdən enerji ilə təchiz edilən körpü avtogenerator sxemi ölçü çeviricisi qismində istifadə edilmişdir (şəkil 2.9). Qurğu (yaxınlaşma duyğacı) ölçü körpüsündən, VT1 tranzistorunda qurulmuş gərginlik gücləndiricisindən və VD1, VD2 diodlarında qurulmuş detektordan, eləcə də RA1 mikroampermetrindən təşkil olunmuşdur. Mikroampermetr yaxınlaşma indikatoru qismində istifadə edilir. Ölçü körpüsünün iki qolunu yüksək tezlikli transformatorun L1 dolağının yarımşarğıları təşkil edir. Ölçü körpüsünün üçüncü ölçü qolu ZQ1 kvarts rezonatorundan və  $C_T$  tutum duyğacından, dördüncü nümunəvi qolu R1 və R2 rezistorlarından təşkil olunmuşdur. Ölçü körpüsünün çıxış gərginliyi C1 kondensatorundan gücləndirici VT1 tranzistorunun bazasına verilir.

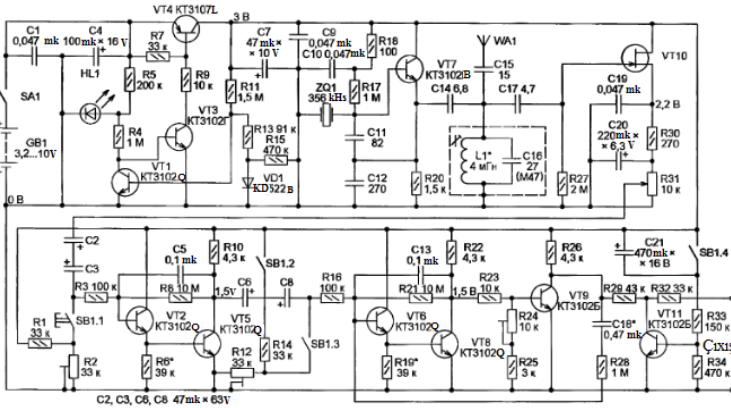
$C^*$  kondensatoru ilə birlikdə L2 dolağı paralel rəqs konturu yaradır.  $C^*$  kondensatorunun qiymətini seçməklə konturun tezliyi kvarts rezonatorun ardıcıl rezonans tezliyinə - 300 kHs-ə köklənir. Kontur bu tezlikdə yüksək müqavimətə malikdir, eləcə də VT1 tranzistorunun maksimal güclənmə əmsalını təmin edir və əsas tezlikdə rəqslərin həyəcanlanmasını asanlaşdırır.

**Tutum relesi.** Tutum duyğalarının sxemlərində tutum relesindən də istifadə edilir. Tutum relesində HE avtogeneratorun tezlik müəyyən edici elementinə - LC rəqs konturuna qoşulmuşdur. Bu halda HE-yə təsir edən elektromaqnit mane-



ələri və HE-nin qəbul etdiyi radiomanəələr müsbət əks əlaqə (MƏƏ) dövrəsi ilə avtogeneratorun aktiv elementinin (tranzistorun) girişinə düşür, həmin element vasitəsilə gücləndirilir. Bu, LC konturunun güclü yüklənməsinə və yanlıq işə düşməyə səbəb olur. Bundan başqa, oxşar qurğularda güclü yüklənmə LC konturunun səmərəliliyini azaldır və əlavə olaraq maneəyə-dayanıqlılığını aşağı salır.

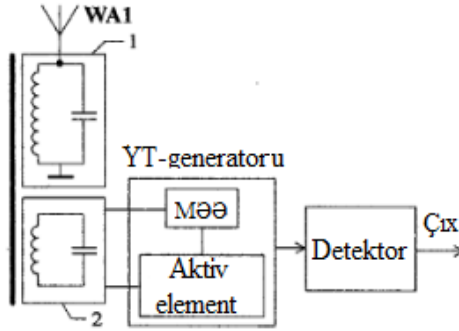
Bu növ qurğulardan birinin sxemi şəkil 2.10-da göstərilmişdir. Göstərilən sxemin insanı məsafədən aşkarlama qabiliyyəti - həssaslıq məsafəsi 1,3 m-dən çoxdur.



Şəkil 2.10. Tutum relesi əsasında yığılmış tutum duyğacının sxemi

Şəkil 2.10-da göstərilmiş sxemdə YT avtogenerator VT7 tranzistorunda yığılmışdır. Onun tezliyi ZQ1 kvars rezonatoru vasitəsilə stabiləşdirilir. Avtogeneratorun məlum tezlikli siqnalı nisbətən aşağı tezliyə köklənmiş HE-li (WA1) LC16 rəqs konturuna düşür. Rezonansa köklənərsə, konturda maksimal gərginlik yaranır. Sxemdə ən yaxşı həssaslıq, konturun tezliyini kvarsın rezonans tezliyinə nisbətən sürüşdürən zaman konturda maksimal gərginliyin 70÷90 %-i yarandıqda əldə edilir.

**Sorucu LC konturlu duyğacalar.** Həssaslığı artırmaq məqsədi ilə tezlikməyyənedicisi LC konturu olan tutum duyğalarının sxeminə əlavə (sorucu adını alan) LC konturu daxil edilir. Əlavə kontur avtoqeneratorun tezlikməyyənedici konturu ilə induktiv əlaqələndirilir və onunla rezonansa köklənir (şəkil 2.11).



Şəkil 2.11. Sorucu LC konturlu duyğacın blok-sxemi

Tezlikməyyənedicisi LC konturu olan tutum duyğalarında aşkarlama məsafəsini artırmaq üçün HE-nin ölçülərinin artırılması üsulundan da istifadə edilir. Lakin, quraşdırılması səmərəli deyil və bu üsul geniş tətbiq edilmir.

Tezlikməyyənedicisi LC konturu olan yuxarıda göstərilmiş müxtəlif növ tutum duyğalarının üstünlükləri:

- radiomaneələrə daha dayanıqlı olmaları;
- sxemdə iki HE-li induktiv-tutum körpüsündən istifadə edilməsi nəticəsində ətraf mühitdə rütubət və temperaturun dəyişməsinin HE-lərə təsirindən yaranan yanlış işədüşmələrin aradan qaldırılması;
- tutum relesi əsasında yığılmış sxemlərində duyğacın insanı məsafədən aşkarlama qabiliyyətinin - həssaslıq məsafəsinin 1,3 m-dən çox olması;

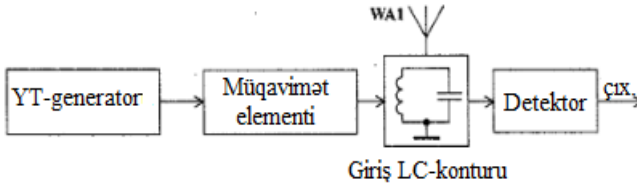
-kvars rezonatoru və differensial YT transformator istifadə edəndə avtogeneratorun tezlik stabilliyinin və duyğacın həssaslığının nisbətən yüksək olmasıdır.

Çatışmazlıqları:

-HE YT avtogeneratorun tezlikmüəyyənədi LC konturuna ya birbaşa, ya da tutumu bir neçə pikofarad olan kondensator vasitəsilə qoşulduğu halda tutum duyğacının maneədayanıqlılığının və pozucunun aşkar olunma məsafəsinin məhdud olmasıdır;

-LC konturunun güclü yüklənməsi səbəbindən onun səmərəliliyinin (добротность) azalması, nəticədə duyğacın maneəyədavamlılığının aşağı düşməsidir.

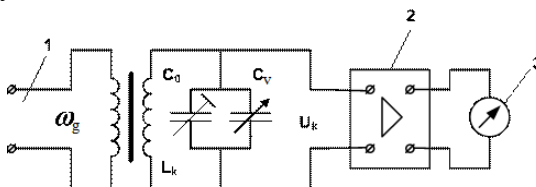
**Rezonans sxemli tutum duyğacları** (şəkil 2.12). Yüksək həssaslı bu duyğacların sxemlərində işçi YT avtogenerator vasitəsilə giriş LC konturunda işə düşmə signalı formalaşdırılır.



Şəkil 2.12. Rezonans tutum duyğacının blok-sxemi

LC kontur YT avtogeneratorun signalına nəzərən qismən kökdən düşmüş halda olur və avtogeneratorla kiçik tutumlu kondensator vasitəsilə birləşdirilir. Kiçik tutumlu kondensator dövrədə vacib müqavimət elementidir. Oxşar duyğacların iş prinsipi iki tərkib hissə ilə təyin edilir. Bunlardan birincisi, müvafiq üsul ilə köklənmiş LC konturundan, ikincisi, LC konturunu avtogeneratorun çıxışına qoşan müqavimət elementindən təşkil olunmuşdur.

Rezonans tutum duyğaclarından birinin sxemi şəkil 2.13-də təsvir edilmişdir.  $L_k$  - induktiv müqavimətdən,  $C_0$  - kökləyici kondensatordan, eləcə də  $C_v$  - dəyişən tutumlu kondensatordan təşkil olunmuş konturu 1 YT avtogeneratoru enerji ilə təchiz edir. Enerji kontura induktiv əlaqə ilə ötürülür. Konturdan götürülən  $U_k$  gərginliyi 2 gücləndiricisi vasitəsilə gücləndirilir və düzləndirilir. Ölçünün nəticələri ölçü cihazı vasitəsilə qeydə alınır. Ölçü cihazının bölgüləri ölçülən kəmiyyətin vahidinə uyğun dərəcələnməmişdir. Kontur,  $C_0$  - kökləyici kondensatorun köməyi ilə avtogeneratorun tezliyinə yaxın tezliyə -  $\omega_0 \approx \omega_0$  köklənir.



Şəkil 2.13. Rezonans tutum duyğacının sxemi

Nəzərdə tutmaq lazımdır ki,  $C_v$  - dəyişən tutumlu kondensatorun hərəkətli lövhəsi neytral vəziyyətdə qalmalıdır. Bu şərtlər daxilində konturdan götürülən  $U_k$  gərginliyi rezonans vaxtı yaranan  $U_r$  gərginliyindən təxminən iki dəfə az olmalıdır. Beləliklə,  $C_v$  - dəyişən tutumlu kondensatorun hərəkətli lövhəsinin kiçik yerdəyişməsi konturun çıxışında gərginliyin kəskin dəyişməsinə səbəb olur, bununla da sxemin yüksək həssaslığı və stabilliyi izah olunur. Burada, dəyişən tutumlu kondensatorun hərəkətli lövhəsi HE qisminə istifadə edilir.

Konturun rezonans tezliyi məlum rezonans şərtinə (2.2) əsasən müəyyən edilir:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_k(C_0 + C_v)}} \approx \omega_g \quad (2.2)$$

Üstünlüyü:

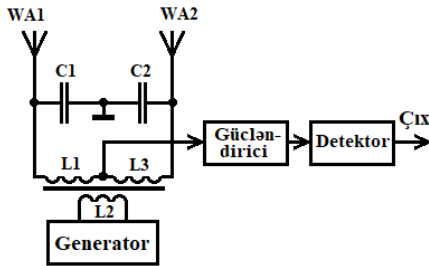
-sxemin yüksək həssaslığının və stabilliyinin təmin edilməsidir.

Çatışmazlıqları:

-yanlış siqnal yaratmamaq üçün bu duyğaları güclü radiosiqnal mənbələrindən kənar quraşdırmaq məcburiyyəti;

-ətraf mühitin temperatur dəyişməsi səbəbindən yanlış işə düşmələrin qarşısını almaq üçün sxemə temperatur tənzimləyicisinin əlavə edilməsidir.

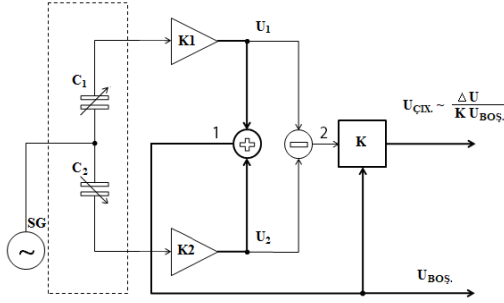
**Diferensial tutum duyğacı (DTD).** İki HE-dən istifadə edilməsi, bu duyğalara hava-iqlimin (temperatur, rütubət, qar, yağış və s.) mənfi təsirlərini azaltmağa imkan verir.



Şəkil 2.14. İki HE-li DTD-lərin sxemi

HE-lərdən (WA1 və ya WA2) birinə pozucunun yaxınlaşmasını aşkarlamaq üçün tutum qurğusunda ümumi naqıl vasitəsilə (yerlə birləşdirilmiş) HE-lər arasında tutum dəyişməsinə reaksiya verən simmetrik ölçü LC körpüsü istifadə edilir (şəkil 2.14).

DTD-lərin digər sxemində tutumun həm diferensial, həm də sinfaz dəyişməsi ölçülür (şəkil 2.15).



Şəkil 2.15 . DTD-nin struktur sxemi

Bu sxemdə tutumun dəyişməsi gərginlik dəyişməsinə çevrilir. Körpü tutumunu təşkil edən  $C_1$  və  $C_2$  ölçü tutumlarına siqnal generatorundan (SG) harmonik qanunla dəyişən gərginlik verilir. Belə olduqda, tutumlardan  $I_1$  və  $I_2$  cərəyanları axır. Cərəyanların hər biri iki komponentdən təşkil olunmuşdur:

$$I_1 = I(C_0) + I(\Delta C); \quad I_2 = I(C_0) - I(\Delta C) \quad (2.3).$$

burada,

$-I(C_0)$  - ölçü elektrodları arasındakı boşluğun ölçüsünə mütənəsib cərəyandır;

$-I(\Delta C)$  - tutumun faydalı dəyişməsi ilə təyin edilən cərəyandır.

Bu cərəyanlar,  $K_1$  və  $K_2$  transrezistiv gücləndiriciləri vasitəsilə  $U_1$  və  $U_2$  gərginliklərinə çevrilir.  $U_1$  və  $U_2$  gərginlikləri də öz növbəsində iki komponentdən:  $U(C_0)$  və  $U(\Delta C)$ -dən təşkil olunmuşdur.

Çıxıldıqdan sonra 2 nöqtəsində gərginliyin qiyməti:

$$U_1 - U_2 = (U(C_0) + U(\Delta C)) - (U(C_0) - U(\Delta C)) = 2U(\Delta C) \quad (2.4)$$

olur.

Ölçü elektrodları arasında boşluğun ölçüsünün dəyişməsi ilə bucaq duyğacının çevirmə əmsalı dəyişir. Ona görə 1 nöqtəsində gərginlik fərqi ara boşluğun ölçüsündən asılı olur. Gərginlik fərfini müəyyənləşdirmək üçün gərginlikləri toplamaq lazımdır:

$$U_1 + U_2 = 2U(C_0) \quad (2.5)$$

Alınmış gərginlik yalnız elektrodlararası boşluğun ölçüsünə mütənasib komponentdən asılıdır. DTD-nin çıxış siqnalı 2 nöqtəsində olan siqnalın 1 nöqtəsindəki siqnala nisbəti ilə müəyyən edilir. DTD-nin çıxış siqnalı K kompensasiya blokunun çıxışında yaranır. Bu halda, çıxış siqnalı elektrodlararası boşluğun ölçüsündən asılı olmur.

Üstünlükləri:

- ətraf mühit maneələrinə dayanıqlıdır;
- iki HE-nin daxil edilməsi nəticəsində duyğacın işinə hava-iqlim (temperatur, rütubət, qar, yağış və s.) təsirləri azalır;
- simmetrik ölçü LC körpüsündən istifadə etməklə tutumun kiçik dəyişməsi qeyd edilir;
- alqoritmik yanaşmanın tətbiq edilməsi hesabına ətraf mühitin dəyişməsinə duyğacın reaksiyası tənzimlənir;

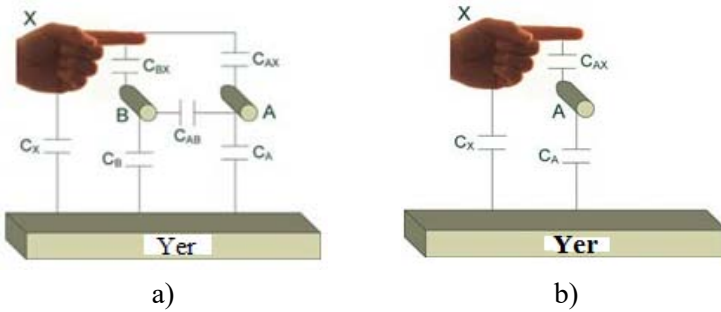
- aşkarlama məsafəsi tənzimlənir.

Çatışmazlıqları:

- bu sxem əsasında qurulan duyğacalar açıq ərazilərdə istifadə edilməlidir;
- belə duyğacaların sxeminə daxil olan ikinci HE-ni quraşdırmaq üçün əlavə sahəyə ehtiyac yaranır;
- aşkarlama məsafəsindən asılı olaraq sərf edilən elektrik cərəyanı artır;

- HE-lərin öz aralarındakı mühitin dəyişməsinə bu cür duyğaların həssaslığı nisbətən aşağıdır.

Şəkil 2.16 a-da iki HE-li duyğacın iş prinsipini aydınlaşdıran sxem göstərilmişdir. HE-lərə insan yaxınlaşanda HE-lər və insan arasındakı tutumlar ( $C_{AX}$  və  $C_{BX}$ ) artır, nəticədə HE-lərin qarşılıqlı  $C_{AB}$  tutumu artır.  $C_{AB}$ -nin dəyişməsinə görə insanın yaxınlaşma dərəcəsi müəyyən edilir. Bu yanaşmanın çatışmazlığı həssaslığın aşağı olmasıdır.



Şəkil 2.16. İki (a) və bir (b) HE-li sxemlər

Şəkil 2.16, b-də bir HE-li duyğacın iş prinsipini aydınlaşdıran sxem göstərilmişdir. Yaxınlaşma zamanı insan və HE arasındakı  $C_{AX}$  tutumu, uyğun olaraq HE-nin  $C_A$  tutumu da artır. İki HE-li sxemə nisbətən bu sxemin həssaslığı daha uzaq məsafədə insanı aşkarlamağa imkan verir. Lakin, hər iki sxemin maneələrə dayanıqlığı çox aşağıdır. Ona görə, aşkarlama sahəsində yad metal əşya olduqda yanlış işəduşmələr yaranır.

Ümumiyyətlə, tutum duyğacının həssaslığı HE-nin həm tutumunun dəyişmə diapazonuna, həm də həndəsi ölçülərinə mütənəsibdir.

Adətən, tutum duyğalarında HE qismində istifadə edilən elektrodun optimal ölçüləri təcrübə yolla müəyyən edilir. Duyğacın yaxınlığında metal əşyalar olarsa, onda duyğac və bu



əşyalar arasında qoruyucu ekran qoymaq lazımdır. Əks halda, yanlış işədüşmələr yarana bilər.

Temperatur və rütubət dəyişikliyi kimi, xarici amillərin təsirindən duyğacı qorumaq üçün sxemdə sonsuz impuls xarakteristikalı süzgəcdən istifadə etmək olar.

Ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiya olunmaq üçün tutum duyğacılarında alqoritmik yanaşma tətbiq edilir. Proqram təminatı ilə işləyən belə duyğacılar əşyanın hərəkətini qeyd edir, lakin tərpənməz əşyanı hiss etmir. Elektrodunun ölçüləri  $400 \times 400$  mm olanda, duyğac insanın saniyədə 0,2 m-dən 2 m-dək sürətlə hərəkətini 0,45 m məsafəyə qədər hiss edir.

Tutum duyğacılarının elektrik sxemlərini təhlil edərək onlarda tətbiq edilən texniki həlləri müəyyənləşdirmək mümkündür. Beləliklə, DİE avtomatlaşdırılmış mühafizə kompleksi üçün nəzərdə tutulmuş tutum duyğacılarında:

1 - ölçü signalının formalaşmasında tutumu dəyişən HE-li RC avtogeneratorundan;

2 - avtogeneratorun tezlik stabilliyini və qurğunun həssaslığını artırmaq məqsədi ilə kvars rezonatorundan və differensial YT transformatorundan;

3 - ətraf mühitin dəyişməsi nəticəsində yaranan yanlış işədüşmələri aradan qaldırmaq məqsədi ilə əks istiqamətlənmiş və qollarda simmetrik yerləşdirilmiş iki HE-li induktiv əlaqəli körpü sxemindən;

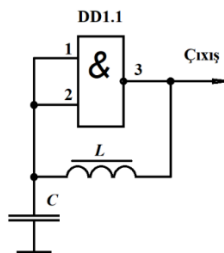
4 - temperatur və rütubətin dəyişməsi kimi xarici amillərin təsirindən duyğacı qorumaq məqsədi ilə sonsuz impuls xarakteristikalı süzgəcdən;

5 - ətraf mühitin dəyişməsinə birbaşa reaksiyanı tənzimləmək məqsədi ilə duyğaclarda alqoritmik yanaşmadan istifadə edilir.

## 2.2. Tutum duyğalarının həssas avtogenetör sxeminin müəyyənləşdirilməsi

MXS-lərdə tətbiq edilən tutum duyğaları bütün hava şəraitlərində etibarlı işləyən qurğulardır. Tutum duyğalarında siqnal tezliyinin alınmasında müxtəlif avtogenetör sxemlərinə istifadə edilir. Adətən, avtogenetörün tezliyi LC konturu və ya RC dövrəsilə təyin olunur.

1. “VƏ-YOX” məntiq elementində yığılmış LC konturlu avtogenetörün sadə elektrik sxemi şəkil 2.17, a-da göstərilmişdir.

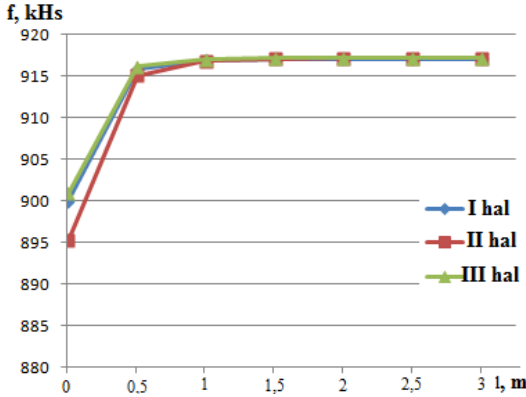


Şəkil 2.17. LC konturlu avtogenetör

Tutumun və induktivliyin qiymətləri uyğun olaraq, 57,6 pF və 1,3 mHn olanda, HE-siz LC-avtogenetörünün tezliyi 1,315 MHz-dir.

Sxemdə göstərilən C tutumu HE qismində 1 m hündürlükdə yerə (döşəməyə) paralel istiqamətdə plastik borudan hazırlanmış dirəklərə bərkidilmiş 2,4 m uzunluqlu naqıl ilə əvəz edilmişdir. Bu zaman, tezliyin qiyməti laboratoriya şəraitində 920 kHs olmuşdur. Bundan sonra, boyu 178 sm, kütləsi 90 kq olan insan üç fərqli nöqtədən: 1-ci HE-nin avtogenetörə qoşulmuş hissəsi, 2-ci orta hissəsi, 3-cü uc hissəsi istiqamətində növbə ilə HE-yə yaxınlaşmışdır.

Yaxınlaşma 3 m məsafədən 0,5 m addımla yerinə yetirilmiş və eyni zamanda tezlik dəyişməsinin qiymətləri qeydə alınmışdır. Tezlik dəyişməsinin yaxınlaşma məsafəsindən asılılıq qrafikləri şəkil 2.18-də göstərilmişdir.



Şəkil 2.18. LC konturlu avtogeneratorun rezonans tezliyinin insanın yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı

Qrafiklərdən göründüyü kimi, insan 3 m məsafədən toxunana qədər HE-yə yaxınlaşanda avtogeneratorun rezonans tezliyi azalır. Tezliyin dəyişmə diapazonu: I halda  $\Delta f = 2,9$  kHs, II və III halda  $\Delta f = 2,8$  kHs olmuşdur. I və III halda HE-yə 3 m-dən 1,5 m məsafəyə qədər yaxınlaşmada tezliyin qiyməti dəyişməmişdir. Yaxınlaşma zamanı addımlararası məsafə təqribən 0,5 m olmuş və 1,5 m-dən başlayaraq hər addımda tezliyin dəyişməsi baş vermişdir. Uyğun olaraq, II halda insan 2 m məsafəyə qədər HE-yə yaxınlaşanda tezliyin qiyməti dəyişmir. Beləliklə, LC avtogeneratorunun insanı aşkarlama və ya həssaslıq məsafəsi I və III halda 1,5 m, II halda 2 m təşkil etmişdir.

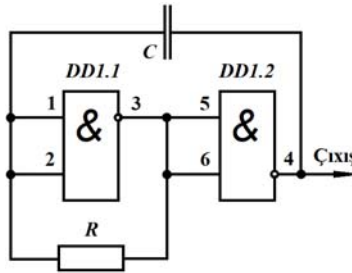
Şəkil 17-də göstərilən sxemdə induktivliyin olması hesabına aşağıdakı çatışmazlıqlar yaranır:

-sxemin konstruksiyası mürəkkəbləşir;

-sxemə maqnit sahəsinin təsiri artır, bu da təhriflərin yaranmasına, nəticədə yanlış işədüşmələrə və ya əksinə, lazım olan vaxtda “xəbərdarlıq” siqnalının işədüşməməsinə səbəb olur.

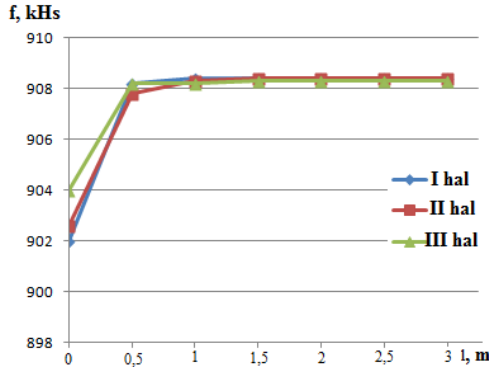
Beləliklə, MXS-lərdə tətbiq edilən tutum duyğalarında LC konturlu avtogeneratorun istifadəsi məqsədəuyğun deyil, bu səbəbdən növbəti mərhələlərdə maqnit sahəsinin təsirinə məruz qalmayan RC dövrəli və daha sadə konstruksiyaya malik avtogenerator sxemləri təhlil edilmişdir.

2. Şəkil 2.19-da iki məntiq elementində yığılmış RC avtogeneratorunun elektrik sxemi göstərilmişdir. C tutumunun və R müqavimətinin qiymətləri, uyğun olaraq 57,6 pF və 49 kOm təşkil edir. Bu halda, HE-siz RC avtogeneratorun tezliyi 993,6 kHs olmuşdur. C tutumunu, HE qisminə istifadə edilən 2,4 m uzunluqlu naqıl ilə əvəz edəndə, tezliyin qiyməti laboratoriya şəraitində 910 kHs-ə qədər azalmışdır.



Şəkil 2.19. RC avtogeneratoru

Təcrübə 1-ci hissədə olduğu kimi, təkrarlanmışdır. Tezlik dəyişməsinin insanın yaxınlaşma məsafəsindən asılılıq qrafikləri şəkil 2.20-də göstərilmişdir.



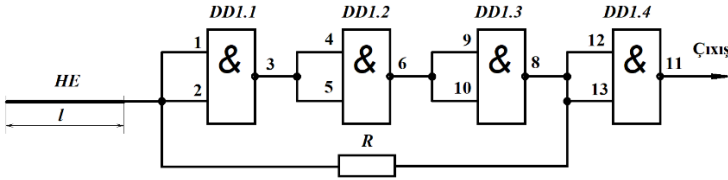
Şəkil 2.20. RC dövrəli avtogeneratorun rezonans tezliyinin insanın yaxınlaşma məsafəsindən asılılıq qrafikləri

Qrafiklərdən görüldüyü kimi, insan 3 m məsafədən toxunana qədər HE-yə yaxınlaşanda avtogeneratorun rezonans tezliyi azalır. Tezliyin dəyişmə diapazonu: I və II halda  $\Delta f = 1,6$  kHs, III halda  $\Delta f = 1,7$  kHs olmuşdur. Burada, I halda insan HE-yə 3 m-dən 1 m məsafəyə qədər yaxınlaşanda tezliyin qiyməti dəyişmir. 1 m-dən başlayaraq, hər 0,5 m yaxınlaşmada tezliyin dəyişməsi baş verir. Beləliklə, RC avtogeneratorunun insanı aşkarlama məsafəsi I halda 1 m, II və III halda 1,5 m təşkil edir.

3. Şəkil 2.21-də üç məntiq elementində yığılmış HE-li RC avtogeneratorunun elektrik sxemi göstərilmişdir. Şəkildə bufer kaskad (qoruyucu dövrə) qismində dördüncü məntiq elementi yük dövrəsinin avtogeneratora təsirini aradan qaldırır.

Şəkil 2.21-də göstərilən sxemdə LC konturlu avtogeneratorlar üçün L ilə bağlı çatışmazlıqlar aradan qaldırılır, lakin C ilə bağlı çatışmazlıqlar qalır. Ümumiyyətlə, tutum duyğacalarında istifadə edilən avtogenerator sxemlərində reaktiv elementlərdən (L və C) imtina etmək daha məqsədəuyğundur. Məsələn, C tutumu sxemdən ləğv ediləndə tutumla bağlı

yaranan çatışmazlıqlar (temperaturdan asılılıq, köhnəlmə effekti, tutumun qiymətinin dəqiqliyinə qoyulan yüksək tələb və s.) aradan qaldırılır. Bu halda, avtogeneratorun tezliyi HE-nin tutumu, R müqaviməti və sxemin daxili parametrləri ilə təyin edilir (şəkil 2.21).



Şəkil 2.21. HE-li RC avtogeneratoru

Şəkilə göstərilən avtogenerator sxemi üç məntiq elementində qurulmuşdur. Əks-əlaqə dövrəsində R müqavimətindən istifadə edilmişdir. R-in qiymətini dəyişməklə verilmiş həssaslığa (məsafəyə görə) uyğun olan  $\Delta f$ -in ən böyük qiymətini təmin edən rezonans tezliyini müəyyənləşdirmək mümkündür.

Sxemdə R müqaviməti qismində dəyişən müqavimət götürülmüş, onun qiymətini dəyişməklə rezonans tezliyinin qiyməti dəyişdirilmişdir. Müxtəlif rezonans tezliklərində, hər dəfə eyni insan, eyni məsafədən HE-nin uc hissəsinə yaxınlaşmış və yaxınlaşmadan asılı olaraq tezliklərin fərqi qiymətinə görə avtogeneratorun daha həssas olduğu tezlik diapazonu müəyyənləşdirilmişdir.

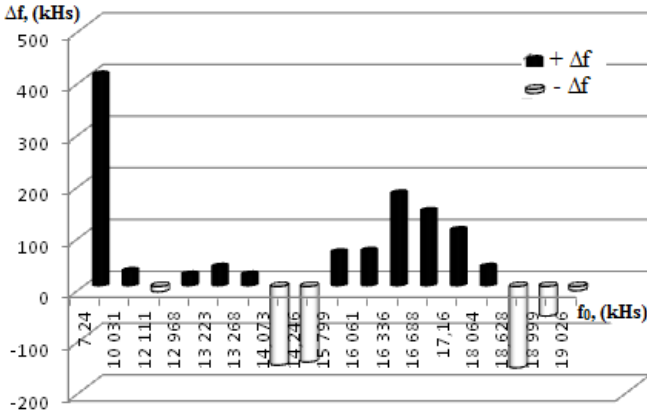
HE qismində 1 m uzunluqlu naqildən istifadə edilmişdir. Naqil yerdən 1 m hündürlükdə və yerə paralel istiqamətdə izolyasiyalı dirəklərə bərkidilmişdir. Yaxınlaşma hərəkəti onun uc hissəsi istiqamətində yerinə yetirilmişdir. Təcrübələrdə qeydə alınan rezonans tezliklərinin və uyğun  $\Delta f$ -in qiymətləri cədvəl 2.1-də verilmişdir.

Cədvəl 2.1

HE-yə yaxınlaşmadan asılı olaraq RC avtogeneratorunun tezlik dəyişmələri

N	$f_0$ , (kHs)	$f_1$ , (kHs)	$\Delta f$ , (kHs)	N	$f_0$ , (kHs)	$f_1$ , (kHs)	$\Delta f$ , (kHs)
1	7240	7650	410	10	16061	16130	69
2	10031	10061	30	11	16336	16516	180
3	12111	12101	-10	12	16688	16834	146
4	12968	12991	23	13	17160	17269	109
5	13223	13261	38	14	18064	18102	38
6	13268	13291	23	15	18628	18471	-157
7	14073	13921	-152	16	18999	18942	-57
8	14246	14100	-146	17	19026	19018	-8
9	15799	15865	66				

Cədvəl 2.1-də  $f_0$  və  $f_1$  - avtogeneratorun rezonans tezliklərinin qiymətləridir.  $f_0$  - HE-yə yaxınlaşmanın olduğu,  $f_1$  - HE-yə yaxınlaşmanın olmadığı tezliklərdir. Tezliklər fərqi ( $\Delta f = f_1 - f_0$ ) qarşısında mənfi işarəsi yaxınlaşma zamanı tezliyin azalmasını bildirir.



Şəkil 2.22. Tezlik dəyişməsinin avtogeneratorun tezlik qiymətindən asılılığı

Avtogeneratorun bəzi rezonans tezliklərində, HE-nin uc hissəsinə insanın yaxınlaşması zamanı tutumun artması hesabına rezonans tezliyin azalması baş vermişdir. Ən çox həssaslıq  $f_0 = 14073$ ,  $f_0 = 14246$  və  $f_0 = 18628$  kHs tezlik diapazonlarında olmuşdur. Deməli, avtogeneratoru bu diapazonlarda işlədəndə, insanın HE-yə yaxınlaşması zamanı həssaslıq daha çox olur. Bu da insanı daha uzaq məsafədən aşkarlamağa imkan verir (şəkil 2.22.).

### **2.3. Tutum duyğalarının iki avtogeneratorlu sxeminin işlənilməsi**

Perimetrin MXS-lərində tətbiq edilən tutum duyğaları, HE-ləri bütün meteoroloji şəraitlərdə işçi qabiliyyətini saxlayan, yüngül konstruksiyaya malik effektiv vasitələrdən biridir. HE mühafizə edilən zonaya nəzarət vasitəsi funksiyasını yerinə yetirir və nisbətən yüksək potensiala malik bir və ya bir neçə metal elektroddan (məs., telefon sahə kabelinin naqilindən) ibarət olur.

Tutum duyğacının həm sxem həllində, həm də işləmə alqoritmində çalışırlar ki, yanlış işədüsmə ehtimalı mümkün qədər az olsun. Yanlış işədüsmələrə, xüsusilə HE-nin səhv quraşdırılması da səbəb ola bilər. Bu məqsədlə yüksək potensiallı HE-lər möhkəm konstruksiyalı hasarlara (dəmir-beton lövhələrə, daş və kərpic divarlara, qaynaq olunmuş metal panellərə və s.) tərpnəmz bərkidilir, tutum duyğacının gövdəsi aşağı potensiallı yerlə birləşdirilir - torpaqlanır.

Tutumun dəyişməsinə qeyd etmək üçün tutum duyğalarında, adətən yarımkeçirici cihazlar əsasında qurulan avtogeneratorların tezlik dəyişməsinə nəzarət edilir. Tezliyin dəyişmə diapazonu avtogeneratorun qurulma sxemindən asılıdır.



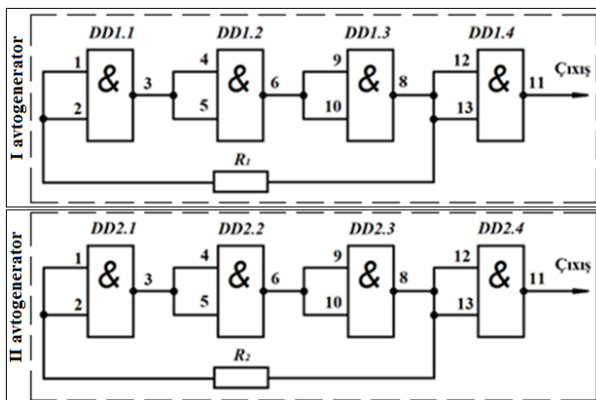
İqtisadi cəhətdən səmərəli olması, uzun müddət imtinasız işləməsi, yüksək etibarlılığı, zərbə və vibrasiya qarşı davamlılığı eləcə də ölçülərinin kiçik, çəkirlərinin az olması avtogeneratorların bu sahədə geniş tətbiq edilməsinə səbəb olmuşdur.

Siqnal və dayaq tezlikləri müqayisə edilən tutum duyğacılarında iki avtogeneratordan istifadə edilir. Xəbərdarlıq və ya həyəcan siqnalı bu tezliklərin fərfinə görə formalaşdırılır. Siqnalın tezliyi HE-nin tutumundan asılı olaraq dəyişir, lakin dayaq tezliyi, adətən sabit qalır. Tezlikmüəyyənəyici dövrəsinin qurulmasına görə siqnal və dayaq tezliklərinin alınmasında müxtəlif avtogenerator sxemlərindən istifadə edilir. Məsələn, avtogeneratorun tezlikmüəyyənəyici dövrəsi siqnal tezliyinin alınmasında əsasən LC konturundan və ya RC dövrəsindən, lakin dayaq tezliyinin alınmasında kvars rezonatorundan təşkil olunur. Siqnal tezliyi həm də ətraf mühitin dəyişməsindən asılı olaraq dəyişir. Lakin, dayaq tezlikli avtogeneratorun tezliyi kvars rezonatoru ilə fiksə edilir. Bu səbəbdən pozucunun yaxınlaşması olmadıqda da tezliklər arasındakı fərf xəbərdarlıq siqnalının işədüsmə həddinə çata bilir, nəticədə yanlış xəbərdarlıq siqnalı formalaşdırılır. Dayaq tezlikli avtogeneratorun tezlik dəyişməsini ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiya etməklə MXS-lərin funksional imkanlarını artırmaq, yanlış işədüsmələrin sayını əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq mümkündür.

Rəqəmsal mikrosxem əsasında qurulmuş avtogeneratorun elektrik sxemi daha sadə, parametrləri stabil və təkrarlanan olur.

## 1. Məntiq elementlərində yığılmış iki avtogenetator

Ayrı-ayrılıqda iki çap lövhəsində yığılmış HE-siz iki avtogenetator sxemi şəkil 2.23-də göstərilmişdir.



Şəkil 2.23. İki avtogenetator

Bir avtogenetator üç məntiq elementində yığılmışdır. Burada, avtogenetatoru təşkil edən dörd məntiq elementi (məs., DD1.1- DD1.4) K155JIA3 markalı bir rəqəmsal mikrosxemin daxilində yerləşir. Dördüncü məntiq elementi avtogenetatorun çıxışına bufer kaskad qismində qoşulmuşdur.

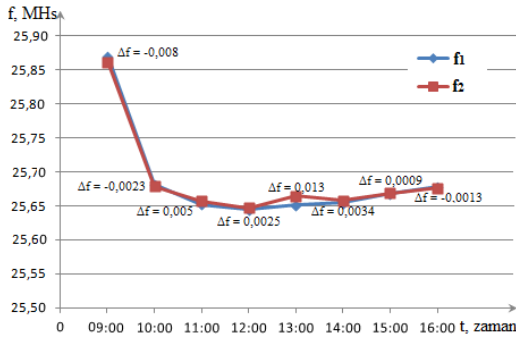
Avtogenetatorların rezonans tezlikləri  $R_1$  və  $R_2$  müqavimətləri vasitəsilə maksimum yaxınlaşdırılmışdır. Cədvəl 2.2-də HE-siz avtogenetatorların rezonans tezliklərinin yeddi saat müddətində dəyişən, eləcə də tezlikləri yaxınlaşdırmaq və mümkün olan halda bərabərləşdirmək üçün  $R_1$  və  $R_2$  müqavimətlərinin seçilmiş qiymətləri verilmişdir.

K155JA3 mikrosxemlərində yığılmış iki RC avtogeneratorun tezlik qiymətləri və bu qiymətlər arasındakı fərq

I avtogenerator			II avtogenerator		$f_2 - f_1$	Vaxt
N	$f_1$ , (MHs)	$R_1$ , Om	$f_2$ (MHs)	$R_2$ , Om	$\Delta f$ (MHs)	saat
1	25,8700	814	25,8620	680	-0,008	09:00
2	25,6811	814	25,6788	680	-0,0023	10:00
3	25,6522	814	25,6572	680	0,005	11:00
4	25,6444	814	25,6469	680	0,0025	12:00
5	25,6510	814	25,6640	680	0,013	13:00
6	25,6544	814	25,6578	680	0,0034	14:00
7	25,6680	814	25,6689	680	0,0009	15:00
8	25,6776	814	25,6763	680	-0,0013	16:00

Cədvəldə verilmiş qiymətlər əsasında qurulmuş tezlik dəyişməsinin zamandan asılılıq qrafikləri şəkil 2.24-də göstərilmişdir. Cədvəldə  $f_1$  və  $f_2$ , uyğun olaraq birinci və ikinci avtogeneratorun tezliyi,  $\Delta f = (f_2 - f_1)$  bu tezliklər arasındakı fərkdir.

Avtogeneratorların tezliklərinin dəyişməsi təsadüfi xarakterli olmuşdur. Bunu cədvəl 2.2-də verilən qiymətlərin müqayisəsindən və şəkil 2.24-dəki qrafikdən də görmək mümkündür.

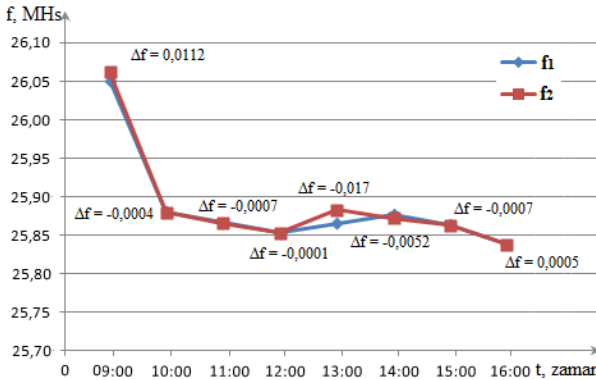


Şəkil 2.24. K155JA3 mikrosxemlərində yığılmış iki RC avtogeneratorun tezliklərinin dəyişmə qrafikləri

Təsadüfi  $\Delta f$  kəmiyyətinin bütün mümkün qiymətlərinin riyazi gözləməsi, dispersiyası və ortakkvadratik meyli uyğun olaraq,  $M_1(\Delta f) = 0,00165$ ;  $D_1(\Delta f) = M_1[\Delta f^2] - (M_1[\Delta f])^2 = 0,000033$ ;  $\sigma_1(\Delta f) = 0,0057$  olmuşdur.

## 2. 7400 markalı mikrosxemlərdə yığılmış iki RC avtogenatoru

Şəkil 2.23-də göstərilmiş sxemdə 7400 markalı mikrosxemlər ilə əvəz edilmiş və təcrübə təkrar edilmişdir. Bu halda  $R_1$  və  $R_2$  müqavimətlərinin, eləcə də yeddi saat müddətində yerinə yetirilən təcrübə zamanı HE-siz avtogenatorların rezonans tezliklərinin dəyişilən qiymətləri cədvəl 2.3-də qeyd edilmiş və dəyişmə qiymətlərinə uyğun qrafik təsvirlər şəkil 2.25-də göstərilmişdir.



Şəkil 2.25. 7400 markalı iki mikrosxemdə ayrı-ayrılıqda yığılmış iki RC avtogenatorun tezliklərinin dəyişmə qrafikləri

Cədvəl 2.3 və şəkil 2.25-ə əsasən,  $\Delta f$  təsadüfi kəmiyyətin bütün mümkün qiymətlərinin riyazi gözləməsi, dispersiyası və orta kvadratik meyli uyğun olaraq,  $M_2(\Delta f) = 0,0027$ ;  $D_2(\Delta f) = M_2[\Delta f^2] - (M_2[\Delta f])^2 = 0,000048$ ;  $\sigma_2(\Delta f) = 0,0069$  olmuşdur.

7400 mikrosxemlərində yığılmış iki RC avtogeneratorun tezlik qiymətləri və bu qiymətlər arasındakı fərq

N	I avtogenerator		II avtogenerator		$f_2 - f_1$	Vaxt
	$f_1$ (MHs)	$R_1$ (Om)	$f_2$ (MHs)	$R_2$ (Om)	$\Delta f$ (MHs)	saat
1	26,0515	807	26,0627	809	0,0112	09:00
2	25,8806	807	25,8802	809	-0,0004	10:00
3	25,8666	807	25,8659	809	-0,0007	11:00
4	25,8534	807	25,8533	809	-0,0001	12:00
5	25,8660	807	25,8830	809	0,017	13:00
6	25,8776	807	25,8724	809	-0,0052	14:00
7	25,8643	807	25,8636	809	-0,0007	15:00
8	25,8379	807	25,8384	809	0,0005	16:00

Qeyd edildiyi kimi, 1-ci və 2-ci hissələrdə təsvir edilən təcrübələrdə alınan qiymətlər təsadüfi xarakterli olmuş və müxtəlif günlərdə yerinə yetirilən təcrübələrdə təkrarlanmamışdır. Eyni zamanda, tezliklər arasında artma və azalma istiqamətində fərqlər də mövcud olmuşdur. Məsələn, cədvəllərdən və qrafiklərdən görüldüyü kimi gün ərzində müqayisə olunan tezliklərin fərqlərinin maksimum qiyməti K155JIA3 markalı mikrosxemlər üçün 13 kHs, onların analoqu - 7400 markalı mikrosxemlər üçün 17 kHs olmuşdur.

Şəkil 2.24 və şəkil 2.25-də verilmiş qrafiklərə əsasən demək olar ki, təcrübələrin müxtəlif günlərdə yerinə yetirilməsinə baxmayaraq, hər iki avtogeneratorun tezlikləri zaman keçdikcə, çox kiçik fərqlə eyni qaydada dəyişmişdir. Hər iki avtogeneratorun tezliklərində yaranmış ən çox dəyişilmə günlərin eyni vaxtında (13:00) olmuşdur. Ehtimal ki, bu da həmin vaxtlarda ətraf ərazidə yaranmış radiomaneəllərlə əlaqəlidir. Ona görə də, bu dəyişmələr ölçmələrdə yaranmış kobud xəta hesab edilərək, nəzərə alınmaya bilər.

Hər iki təcrübədə verilmiş avtoqeneratrların sxemində eyni markadan olan mikrosxemlərin yerlərini dəyişəndə və ya onlardan birini eyni markalı digər mikrosxemlə əvəz edəndə rezonans tezliklər arasında kəskin fərq yaranmışdır. Bu da, avtoqeneratorların tezlik xarakteristikasının tətbiq edilən mikrosxemin parametrlərinin texnologiya ilə əlaqəli səpilməsindən asılılığını göstərir. Ona görə də, bu sxemdə tətbiq edilən elementlərin (mikrosxemlərin və müqavimətlərin) seçilməsi vacibdir.

Ümumiyyətlə, RC avtoqeneratorlarına məxsus aşağıda sadalanan əsas çatışmazlıqları qeyd etmək olar:

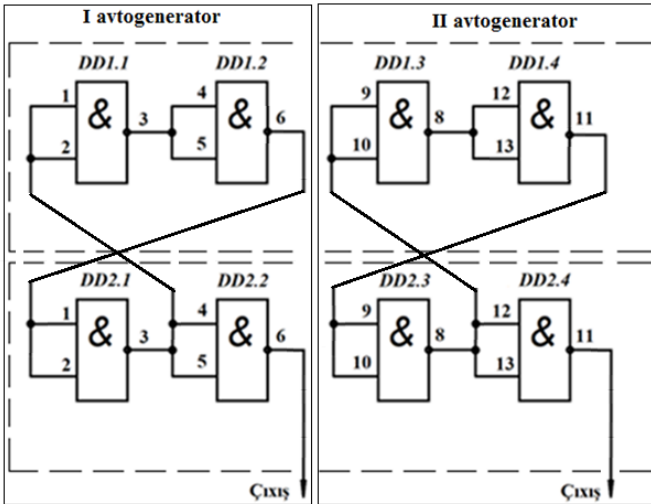
- eyni nominalı elementlərin (R və C-nin) parametrləri dəqiqliklə bərabər olmur;
- kondensatrlar köhnəlmə effektinə malikdir;
- sxemdə əlavə tutumun iştirakı tutum duyğacrlarının həssaslığını aşağı salır;
- RC-nin iştirakı etalon elementlərin tətbiqini tələb edir ki, bu da sxemin qiymətini artırır.

Göstərilən çatışmazlıqları aradan qaldırmaq məqsədi ilə tezlikmüəyyənədi element qismində toplu parametrlı RLC elementlərindən istifadə edilməyən iki avtoqeneratorlu DTD sxemi işlənilmişdir. Bu məqsədlə, şəkil 2.24-də göstərilən sxemdə R müqaviməti əks əlaqə dövrəsindən götürülmüş və mikrosxemin imkan verdiyi ən yüksək tezlikdə həyəcanlanan avtoqenerator sxemi əldə edilmişdir. Bu halda tezliyin qiyməti mikrosxemin hazırlanma texnologiyası və HE-nin tutumu ilə təyin edilir.

### 3. 7400 markalı iki mikrosxemdə yığılan iki avtogenerator

1-ci və 2-ci hissələrdə yerinə yetirilmiş təcrübələrdə qeyd edilən çatışmazlıqları nəzərə alaraq, hər iki avtogenerator bir çap lövhəsi üzərində şəkil 2.26-da göstərilən sxem üzrə qurulmuşdur. İki avtogenerator sxemini qurmaq üçün iki rəqəmsal mikrosxemdən istifadə edilmişdir.

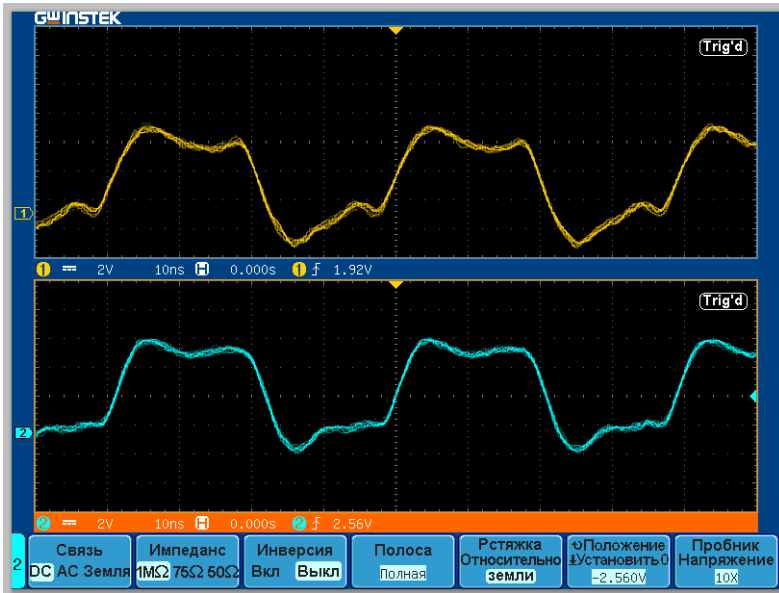
Sxemin əsas üstünlüyü, kənar təsirlərin dəyişməsi zamanı avtogeneratorların xarakteristikalarının eyni qaydada dəyişməsidir. Buna səbəb, mikrosxemlərin daxilində yerləşən məntiq elementlərinin hər iki sxemdə simmetrik çarpaz paylanmasıdır. Bu da, ətraf mühitin və mənbənin gərginliyinin dəyişməsi zamanı avtogeneratorların sinxron işləməsini təmin edir və onlardan birini kvars təbiiq etmədən dayaq tezlikli avtogenerator qismində istifadə etməyə imkan verir.



Şəkil 2.26. 7400 markalı iki mikrosxemdə qurulmuş iki avtogeneratorun elektrik sxemi

Avtogeneratorların çıxış siqnallarının GWInstek GDS 3502 markalı ikikanallı rəqəmsal osilloqraf vasitəsilə qeydə alınmış forması şəkil 2.27-də göstərilmişdir. Göründüyü kimi, avtogeneratorların rezonans tezliyi zaman keçdikcə, bir-birinə nisbətən çox kiçik fərqlə sinxron şəkildə dəyişir.

Şəkil 2.26-da göstərilmiş hər iki avtogeneratorun sxemində R və C-dən istifadə edilmir. Belə olduqda, bu elementlərin parametrlərinin dəqiqliyinə qoyulan yüksək tələblər aradan qaldırılır. Eləcə də, əks əlaqə dövrəsində müqavimətdən istifadə edilmir, bu səbəbdən mikrosxemlər maksimum tezlikdə işləyir. Qeyd etmək lazımdır ki, ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiya olunmaq üçün tutum duyğacılarında istifadə edilən varikap bu sxemdə ehtiyac qalmır.



Şəkil 2.27. İki avtogeneratorun rezonans tezliklərinin ikikanallı osilloqraf vasitəsilə qeydə alınmış zaman diaqramları



Eyni qaydada yerinə yetirilmiş təcrübədən avtogeneratorların rezonans tezliyinin dəyişən qiymətləri cədvəl 2.4-də qeyd edilmiş və bu qiymətlərə uyğun qrafik təsvirlər şəkil 2.28-də göstərilmişdir. Bu zaman avtogeneratorlara HE qoşulmamışdır.

Cədvəl 2.4

7400 markalı iki mikrosxemdə qurulmuş iki avtogeneratorun tezlik qiymətləri və bu qiymətlər arasındakı fərq

N	I avtogenerator		II avtogenerator		$f_2 - f_1$	Vaxt
	$f_1$ (MHs)	$R_1$ (Om)	$f_2$ (MHs)	$R_2$ (Om)	$\Delta f$ (MHs)	saat
1	30,8446	-	30,8439	-	-0,0007	09:00
2	30,5440	-	30,5473	-	0,0033	10:00
3	30,5289	-	30,5290	-	0,0001	11:00
4	30,5381	-	30,5385	-	0,0004	12:00
5	30,8967	-	30,8976	-	0,0009	13:00
6	31,0029	-	30,9976	-	-0,0053	14:00
7	31,0064	-	31,0034	-	-0,003	15:00
8	30,6934	-	30,6926	-	-0,0008	16:00

Qrafiklərdən görüldüyü kimi, yeddi saat müddətində yerinə yetirilmiş təcrübə zamanı hər iki avtogeneratorun rezonans tezliyi bir-birinə sinxron şəkildə dəyişir. Bu sinxron dəyişmələrə, eləcə də R və C parametrlərdən asılılığın olmamasına əsaslanaraq demək olar ki, şəkil 2.26-da göstərilən sxem üzrə yığılmış avtogeneratorların tutum duyğacılarında tətbiq edilməsi daha məqsəduyğundur.

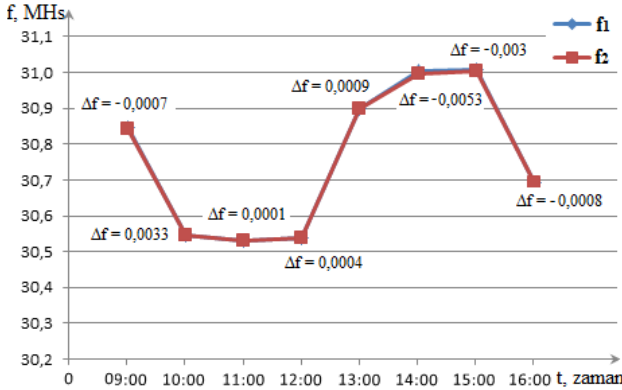
Cədvəl 2.4-ə əsasən demək olar ki, kobud xəta qeydə alınmayıb.  $\Delta f$  təsadüfi kəmiyyətin bütün mümkün qiymətlərinin riyazi gözləməsi, dispersiyası və orta kvadratik meyli uyğun olaraq:

$$M_3(\Delta f) = -0,00064;$$

$$D_3(\Delta f) = M_3[\Delta f^2] - (M_3[\Delta f])^2 = 0,0000059$$

və

$$\sigma_3(\Delta f) = 0,00243 \text{ olur.}$$



Şəkil 2.28. 7400 markalı iki mikrosxemdə qurulmuş iki avtogeneratorun tezliklərinin zamandan asılı dəyişmə qrafikləri

$\Delta f$  təsadüfi kəmiyyətin dispersiyası, onun qiymətlərinin sərələnmə ölçüsünü göstərir. Dispersiya çox kiçik olduqda,  $\Delta f$  təsadüfi kəmiyyətin mümkün qiymətləri onun riyazi gözləməsi ətrafında toplanır (konsentrasiya olur). Dispersiya çox böyük olduqda,  $\Delta f$  təsadüfi kəmiyyətin mümkün qiymətlərinin hər hansı qiymət ətrafında “yığılması” mümkün deyil.

Beləliklə, 1, 2 və 3-cü hissələrdə təsvir edilmiş təcrübələrdə  $\Delta f$  təsadüfi kəmiyyətin dispersiyalarını ( $D_1(\Delta f) = 0,000033$ ;  $D_2(\Delta f) = 0,000048$  və  $D_3(\Delta f) = 0,0000059$ ) müqayisə edəndə, belə nəticəyə gəlmək olar ki, 3-cü hissədə olan təcrübədə hesablanmış dispersiyanın qiyməti digərlərindən dəfələrlə kiçikdir ( $D_3(\Delta f) / D_1(\Delta f) \approx 0,179$  və  $D_3(\Delta f) / D_2(\Delta f) \approx 0,123$ ). Bu da onu göstərir ki, avtogeneratorlar şəkil 2.28-də verilən sxem üzrə yığıldıqda, tezliklərin bir-birinə daha çox sin-xron şəkildə dəyişməsi baş verir.

Beləliklə, MXS-də tətbiq edilən diferensial tutum duyğacının iki avtogenetorlu sxemində tezlikmüəyyənədicə element qismində toplu parametrli RLC elementlərindən istifadə etmək məqsədəuyğun deyil. Məntiq elementlərində qurulmuş avtogenetorlar daha stabil və təkrarlanan parametrlərə malik olur. Bu halda, avtogenetorların tezliyinin dəyişməsi, eləcə də varikapdan istifadə etmədən ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiya olunması, həssas elementin tutumunun dəyişməsi ilə təmin olunur.

Tutum duyğacılarında siqnal və dayaq avtogenetorlarının tezlik fərqiindən istifadə etməklə pozucunun həssas elementə yaxınlaşması müəyyən edilir. Bu zaman, tezlik dəyişməsinin riyazi gözləməsi və ya dispersiyasından istifadə etməklə yanlış işədüşmələri əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq mümkündür.

#### **2.4. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin gözlənilən effektivliyinin qiymətləndirilməsi**

MXS-nin effektivliyi, onun həm fəaliyyəti zamanı yaranan dəyişikliklərə reaksiya vermə qabiliyyətindən, həm də müdaxilələr haqqında informasiyanın ilkin mərhələdə alınması imkanından asılıdır. Obyektin perimetrində tətbiq edilən MXS mürəkkəb təşkilati-texniki sistemdir. Bu səbəbdən onun işinin effektivliyini qiymətləndirmək olduqca mürəkkəb məsələdir.

Adətən, sistemin effektivliyini qiymətləndirmək üçün məlum üsullardan istifadə edilir. Bu üsullar daxili və xarici təhlükələrin təsirindən obyektin təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə və sistemin fəaliyyət prosesinin formalaşdırılmasına əsaslanır.

Effektivliyin qiymətləndirilməsinin müxtəlif: determinist yanaşma, məntiqi-ehtimal, iyerarxik təhlil, qeyi-səlis çoxluqlar, ehtimal-zaman təhlili və s. kimi üsulları məlumdur. Obyektin fərqli zonalarında təhdidlərin reallaşdırılmasının qarşısının alınmasının müxtəlif mərhələləri üçün bu üsulların birgə istifadəsi mümkündür. Mühafizə edilən real obyektlərin mürəkkəbliyi tələb edir ki, istifadə edilən üsullarda, adətən kompüter modelləşdirilməsi və hesablamaları yerinə yetirilsin.

Buna görə müvafiq modellər:

- obyektin və onun fəaliyyət rejiminin modeli;
- normal və ya təhlükəli vəziyyətlərdə MXS-nin planlaşdırılmış fəaliyyət rejiminin modeli;
- pозucunun modeli hazırlanmışdır.

Baxılan məsələnin həlli üçün mövcud üsullar prinsiplial yanaşma baxımından əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənə bilər və fərqlər əsasən obyekt, təhdidlər və effektivliyin istifadə edilən meyarına dair aprior məlumatlara əsaslanır. Məsələn, bu məlumatlar aşağıda sadalanmışdır.

1. Səmərəlilik. Bu üsulun meyarı, MXS-nin fəaliyyətində bir sıra nəticələrə nail olmaqdır.

2. Funksionallıq. Qurulmuş sistemin funksional imkanlarının texniki tapşırıq şərtlərinə uyğun olmasıdır.

3. İqtisadi. Bu, müəyyən iqtisadi səmərə əldə etmək üçün əsas meyardır. Bu üsul vasitəsilə adətən sistemin qurulması, eləcə də zərərin qarşısının alınması nisbətindən iqtisadi səmərə əldə olunur.

4. Ehtimallılıq. Bu halda əsas meyar qismində, müəyyən hadisələrin baş vermə ehtimalları götürülür.

Nəticələrin qiymətləndirilməsi meyarları üçün istifadə edilən və ya nəzərdə tutulan üsullar bütövlükdə MXS-yə,

obyektin zonalarına və altsistemlərə tətbiq olunur. Bu halda, adətən hissələrə ayrılma (dekompazisiya) prinsipi tətbiq edilir və bütün altsistemlərin işi ayrı-ayrılıqda yox, qarşılıqlı təsir əsasında təhlil edilir. Beləliklə, effektivliyin qiymətləndirilməsində daha dolğun yekun nəticə əldə edilir.

Nəzərdən keçirilən əsas üsullardan biri perimetrin avtomatlaşdırılmış MXS-nin altsistemlərinin qarşılıqlı təsir imkanlarının təhlili prinsipinə əsaslanır. Aydınır ki, altsistemlər MEO-ya qanunsuz müdaxilələrin qarşısını almaq üçün ümumi məqsədə xidmət edir. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin altsistemləri vasitəsilə pozucunun perimetrdə ləngidilməsi müddəti daha çox olarsa, sistemi effektiv hesab etmək olar. Bu halda, pozuntuların qarşısını almaq üçün zəruri vaxt (2.6) bərabərsizliyi ilə ifadə edilir:

$$\sum_{i=1}^s T_{q,a,i} > T_{q,a} \quad (2.6)$$

burada,

-obyektin qadağan olunmuş zonasında (aşkarlamanın birinci sərhədindən sonra) altsistemlərin nömrəsidir;

- $T_{q,a,i}$  - i-ci altsistem vasitəsilə pozucunun qarşısının alınması müddətidir;

- $T_{q,a}$  - pozucunun qarşısını almaq üçün zəruri vaxtdır.

Pozucunun MEO-nun perimetrini keçmək müddəti altsistemlərin sayından, keyfiyyətindən, pozucuların tutulmasını və saxlanılmasını təmin edən MQ-nin hazırlıq səviyyəsindən asılıdır.

Bundan başqa, perimetrdə avtomatlaşdırılmış MXS-nin effektivliyi, “Həyəcən” siqnalı qismində işiq və səs (bərqivuran

və sirena vasitəsilə) siqnalının yaradılması ehtimalından asılıdır. Ona görə ki, MQ pozucunun saxlanması istiqamətində fəaliyyətə “Həyəcan” siqnalı verilən andan başlayır.

Avtomatlaşdırılmış MXS MEO-nun perimetri uzunluğunu quraşdırılır. Ümumi halda, avtomatlaşdırılmış MXS mərkəzi obyekt idarəetmə blokundan (MOİB), zona idarəetmə blokundan (ZİB), eləcə də ötürücüsü və qəbuledicisi olan iki radiomodemdən təşkil olunur. Müvafiq zonanın aşkarlama vasitələrindən informasiya əvvəl ZİB-ə, oradan MOİB-ə, MOİB-dən radiomodemə, oradan da İM-ə ötürülür. Hər mərhələdə informasiya emal olunur, daşıyıcı siqnalın parametrləri dəyişir.

Müxtəlif amillərin mənfi təsirlərinə baxmayaraq, MEO-nun perimetrində tətbiq edilən avtomatlaşdırılmış MXS pozucunun ideal halda obyektə qanunsuz müdaxiləsi ilə əlaqədar bütün cəhdlərinin qarşısının alınmasını təmin etməlidir. Buna görə də avtomatlaşdırılmış MXS-nin effektivliyi - F, nəzərdə tutulan t müddətində obyektin perimetrində pozucunun bütün qanunsuz müdaxilə cəhdlərinin qarşısının alınması ehtimalı -  $P_{ef}$  (2.7) ifadəsi ilə qiymətləndirilir:

$$F = P_{ef} (N > 0, n = 0, t > 0) \quad (2.7)$$

burada,

-N - t müddətində MEO-nun perimetrindən pozucunun qanunsuz müdaxilə cəhdlərinin sayıdır;

-n - t müddətində pozucuların qarşısının alınması sayıdır;

-t - nəzərdə tutulan (məsələn, bir il) müddətdir.

Heydər Əliyev Beynəlxalq Aeroportundan 35 km uzaqda yerləşən MRL obyektinin perimetrində tətbiq edilən MXS və onun ayrı-ayrı altsistemləri aşağıda sadalanan xüsusi effektivlik göstəriciləri ilə xarakterizə edilmişdir:

-mühəndis mühafizə qurğularının hazırlıq əmsalı -  $K_{MMQ}$ ;

-informasiyanı MOİB-dən qəbul edib, İM-ə ötürən radio-modemin hazırlıq əmsalı -  $K_{İÖR}$ ;

-hər altsistemə məxsus texniki vasitə ilə mühafizə edilən zonanı pozucuların aşma bilməməsi ehtimalı -  $P_{per.tex}$ ;

-ərazidə baş vermiş qanunsuz müdaxilələrin ideal şəraitdə aşkarlanması ehtimalı -  $P_{tex.ər}$ ;

-müxtəlif üsullarla pozulma cəhdlərinin olma ehtimalı, məsələn, hasara dırmaşaraq aşma ( $\gamma_1$ ), bütövlükdə hasarın dağıdılması ( $\gamma_2$ ) və lağımlama yolu ilə ( $\gamma_3$ ), burada  $\gamma_j$  ehtimalı ümumi cəhdlərə nisbətən göstərilən hər üsulla MEO-ya nəzərdə tutulmamış müdaxilə cəhdlərinin rəqəm nisbətini göstərir;

-silahlı pozucuların müdaxiləsi zamanı MQ-nin avtomobil vasitəsilə (Bakı şəhərinin iqlim şəraiti nəzərə alınaraq, MQ-nin 70 km/saat orta sürətlə) 35 km uzaqda yerləşən MRL obyektinə gəlib-çatma müddəti -  $t_{MQ} \approx 0,5$  saat, lakin post-patrul xidməti əməkdaşlarının hadisə yerinə gəlib-çatma müddəti -  $t_{PPXƏ} \approx 0,0167$  saat olmalıdır.

Onda MQ-nin hazırlıq əmsalı:

$$K_{MQ} = \frac{t_{MQ}}{(t_{MQ} + t_{PPXƏ})} \approx 0,968$$

olar.

Beləliklə, perimetrin hər zonasında avtomatlaşdırılmış MXS-nin effektivlik göstəricisi (2.8) ifadəsi ilə qiymətləndirilir:

$$P_{ef} = P_{per.tex} \cdot P_{tex.ər} \cdot P_{MQ} \cdot K_{MMQ} \cdot K_{İYER} \cdot K_{MQ} \quad (2.8)$$

burada, -  $P_{MQ}$  - MQ tərəfindən pozuntunun qarşısının alınması ehtimalıdır.

(2.4)-də alınmış ifadənin təhlili göstərir ki, perimetrde tətbiq edilən MXS, ideal şəraitdə texniki vasitələrlə pozucunun aşkarlanması, eləcə də MQ-nin məlumatlandırılması və mühafizənin mühəndis-texniki vasitələrinin işçi vəziyyətdə olması şəraitində effektivdir. Bu zaman mühəndis mühafizə texniki qurğuları vasitəsilə pozucunu aşkarlamaq üçün sərf edilən  $t_g$  müddəti, MQ tərəfindən pozucunun qarşısını almaq üçün sərf edilən  $t_q$  müddətindən az olur.

İdeal şəraitdən fərqli olaraq, fiziki-coğrafi və texnogen şəraitin təsiri altında aşkarlama vasitələrinin i-ci növünün xəbərdarlıq etmə etibarlığının aşağı düşməsi, fəaliyyətin keyfiyyət əmsalı ilə xarakterizə olunur:

$$K_t^k = 0 \dots 10.$$

$K_t^k = 0$ , aşkarlama vasitəsinin i-ci növünün iş qabiliyyətinin qeyri-mümkün olduğu şəraiti xarakterizə edir.  $K_t^k$  kəmiyyətinin qiyməti ekspert qiymətləndirilməsi üsulu ilə müəyyən edilə bilər.

Verilmiş növ aşkarlama vasitələrinin işinin keyfiyyəti perimetr uzunluğunu boyu dəyişən şəraitdən -  $K_t^k$  funksiyasından asılıdır və rəqəmsal ərazi xəritəsi vasitəsilə müəyyən edilə bilər. Məsələn, meşə-çöl sahəsinin bütün perimetri eyni seysmik aşkarlama vasitəsilə mühafizə edilirsə, onda meşə



sahələrində və bataqlıqlarda aşkarlama vasitələrinin işinin keyfiyyəti açıq sahələrə nisbətən daha aşağıdır. Hesab etmək olar ki, pozucunun yaxınlaşması zamanı mühafizə edilən sahənin bir zonası daxilində (500 m-dən çox olmayan ərazidə) aşkarlanmanın keyfiyyət əmsalı dəyişmir və seçilmiş  $i$  üçün:

$$K_t^k = \text{const}$$

olur.

Bütün  $i = 1, 2 \dots N$  aşkarlama vasitəsi, sahənin perimetr uzununu boyu bir-birini örtmədən quraşdırılır. Bu halda aşkarlama vasitəsinin ideal şəraitdə işi ilə  $L_i$  uzunluqlu  $i$ -ci zonada olan pozucunun aşkarlanması ehtimalı -  $P_i$  (2.9) ifadəsi ilə müəyyən edilir:

$$P_i = P_{0i} \cdot \int_{s_i}^{s_i+L_i} f(s)ds = P_{0i} \cdot \int_0^{L_i} f(s)ds \quad (2.9)$$

burada,

- $P_{0i}$  və  $P_{0j}$  - uyğun olaraq,  $i$  və  $j$  sahəsinin başlanğıc koordinatında pozucunun aşkarlanması ehtimalıdır;

- $s_i$  - sahənin başlanğıc koordinatıdır;

- $f(s)$  - pozucunun perimetr uzununu hərəkət trayektoriyasının funksiyasıdır.

Asılı olmayan mühafizə sərhədlərini təşkil edən iki aşkarlama vasitəsi  $j$  və  $k$ ,  $s_i \dots s_i+L_i$  koordinatlı mühafizə sahəsində ardıcıl quraşdırılırsa, onda pozucunun aşkarlanması ehtimalı (2.5) ifadəsi ilə müqayisədə böyük olar:

$$P_i = (P_{0j} + (1 - P_{0j}) \cdot P_{0k}) \cdot \int_0^{L_i} f(s)ds \quad (2.6)$$

İdeal şəraitdə MXS vasitəsilə pozucunun aşkarlanmasının ümumi ehtimalı -  $P_0^{\max}$  (2.10) ifadəsi ilə müəyyən edilir:

$$P_0^{\max} = \sum_{i=1}^N P_i = \sum_{i=1}^N P_{0i} \cdot \int_0^{L_i} f(s) ds \quad (2.10)$$

Aşkarlama vasitəsinin işinin keyfiyyət əmsalı, ilk növbədə onun aşkarlama qabiliyyətinə təsir edir. Odur ki, "qeyri-ideal" şəraitdə pozucuların aşkarlanmasının ümumi ehtimalı -  $P_0$  (2.11) ifadəsi ilə qiymətləndirilir:

$$P_0 = \sum_{i=1}^N P_i \cdot \frac{K_i^k}{10} = \sum_{i=1}^N P_{0i} \cdot \frac{K_i^k}{10} \cdot \int_0^{L_i} f(s) ds \quad (2.11)$$

burada,  $P_0 = F_a$  - MXS vasitəsilə pozucunun aşkarlanmasının effektivliyi xarakterizə edilir.

Effektivlik göstəriciləri, strateji əhəmiyyətli obyektlərin qorunmazlıq səviyyəsinin təhlil edilməsi prosesində qəbul edilmiş təhdidlərdən, zəif nöqtələrdən və pozucu modellərindən asılıdır. Metodiki tövsiyələrə uyğun olaraq, hesablanmış effektivliyin qiymətinin nəticələri, effektivliyin diferensial və inteqral göstəriciləri ilə ifadə edilə bilər. Effektivliyin diferensial göstəricisi bir hədəfə qarşı pozucunun hərəkətinin aradan qaldırılmasının ehtimalını hesaba alır. Strateji əhəmiyyətli obyektlərin zəif nöqtələri üçün fiziki MXS-nin effektivliyinin diferensial göstəricisinin seçilmiş hədəfə qarşı pozucunun hərəkətlərinin bəzi ssenarilərini nəzərdən keçirərkən, bütün baxılmış ssenarilər üzrə minimal qiymət qəbul edilir. Seçilmiş hədəfə qarşı hərəkətlərin qarşısının alınması ehtimalının minimal qiymətinə uyğun pozucunun hərəkətlərinin ssenarisi kritik qəbul edilir. İnteqral göstəricisi, strateji əhəmiyyətli

obyektlərdə fiziki MXS-nin bütövlükdə əlavə əmsalları nəzərə alınaraq orta hesabla effektivlik göstəricisini təşkil edir.

Metodiki tövsiyələrdə fiziki MXS-nin effektivliyi qiymətləndirilir. Ona görə ki, pozucunun qanunsuz hərəkətlərinin qarşısının alınması faktı təsadüfi hadisədir və effektivlik göstəricisi pozucunun hərəkətinin qarşısını almaq ehtimalını ( $P_{\text{qar.al}}$ ) müəyyən edir. Effektivliyi qiymətləndirmək üçün əsas meyar qismində, fiziki MXS-nin iş qabiliyyəti qəbul edilir. Fiziki MXS-nin iş qabiliyyəti pozucunun qanunsuz müdaxiləsinin qarşısının alınması ilə müəyyən edilir. Belə yanaşma ilə, fiziki mühafizə elementlərinə qarşı qanunsuz hərəkətlərin qarşısının alınması ehtimalı -  $P_{\text{qar.al}}$  (2.12) ifadəsi ilə hesablanır:

$$P_{\text{qar.al}} = P_a \cdot P_{\text{lən}} \cdot P_{\text{zər}} \quad (2.12)$$

burada,

- $P_a$  - pozucunun qanunsuz hərəkətlərinin vaxtında aşkarlanması ehtimalıdır;

- $P_{\text{lən}}$  - pozucunun hərəkətlərinin ləngidilməsi ehtimalıdır;

- $P_{\text{zər}}$  - MQ tərəfindən pozucunun zərərsizləşdirilməsi ehtimalıdır.

Pozucunun qanunsuz hərəkətlərinin vaxtında aşkarlanması ehtimalı ( $P_a$ ) ümumi mənada aşkarlanmanın texniki vasitələrinin xarakteristikaları ilə müəyyən edilir. Bu ehtimal, aşkarlanmanın texniki vasitələrinin pasport məlumatlarından və ya mövcud statistika əsasında əldə edilə bilər.

Pozucunun hərəkətlərinin ləngidilməsi ehtimalı ( $P_{\text{lən}}$ ), MQ tərəfindən pozucunun hadisə yerində tutulması vaxtının təsadüfi kəmiyyətindən böyük olmamalıdır. Bu, onu göstərir ki, pozucunun  $t$  tutulma vaxtı, nəzərdə tutulmuş  $t_{\text{nəz.t}}$  vaxtından az deyildir (kvantilini təşkil edir).

$$P_{\text{lən}} = P_{\text{MQ}} (t \geq t_{\text{nəz.t}}) \quad (2.13)$$

$P_{\text{lən}}$  - ehtimalının hesablanması modelləşdirmə usulu ilə yerinə yetirilir. Bu zaman, pozucuların müxtəlif növ fiziki maneələri aşmasının qarşısını almaq üçün tətbiq edilən fərqli hərəkət taktikasının, xüsusi təlimin, texniki vasitələrin və s. modelləşdirilməsindən istifadə edilir.

Adətən, MQ tərəfindən pozucunun zərərsizləşdirilməsi ehtimalının ( $P_{\text{poz}}$ ) qiymətini müəyyənləşdirmək üçün xüsusi proqramlar əsasında tərtib edilmiş modelləşdirmədən istifadə edilir. Fiziki MXS-nin effektivliyinin qiymətləndirilməsi zamanı xüsusi hesablama və riyazi vasitələrdən istifadə etmədən alqoritmlərin tətbiqi yalnız sadə obyektlər üçün mümkündür. Mürəkkəb konfigurasiyalı mühafizə edilən zonaya malik obyektlər üçün müxtəlif məqsədli qiymətləndirilmələr zamanı yalnız ixtisaslaşdırılmış proqramlardan istifadə etmək mümkündür.

Beləliklə, təkmilləşdirilmiş DİE İO avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS üçün (2.4) ifadəsini nəzərə alaraq,  $P_{\text{ef}}$  - effektivliyin qiymətləndirilməsinin zəruri hesabı yerinə yetirilmişdir. Hesablamalar zamanı, MQ tərəfindən pozuntunun qarşısının alınması ehtimalı -  $P_{\text{MQ}} \approx 0,950$ ; hər bir altsistem vasitəsilə mühafizə edilən texniki zonanı pozucuların aşma bilməmələri ehtimalı -  $P_{\text{per.tex}} \approx 0,999$ ; ərazidə baş verən qanunsuz müdaxilələrin ideal şəraitdə aşkarlanması ehtimalı -  $P_{\text{tex.ər}} \approx 0,999$ ; MQ-nin hazırlıq əmsalı -  $K_{\text{MQ}} \approx 0,968$ ; informasiyanı MOİB-ə toplayan və ZİB-dən həmin informasiyanı emal edərək İM-ə ötürən radiomodemin hazırlıq əmsalı (ötürücüsü və qəbul edici ilə birlikdə ST58T8G-N markalı radiomodemin imtinasız işləmə müddəti - 1000000 saat, sıradan çıxan

qurğuların dəyişdirilməsinə sərf edilən müddət - (8 saat ötürücünün və 8 saat qəbuledicinin) 16 saat olarsa) -  $K_{İÖR} \approx 0,999$ ; mühəndis mühafizə qurğularının hazırlıq əmsalı (sistemin imtinasız işləmə müddəti - 1562 saat, sıradan çıxan qurğuların dəyişdirilməsinə sərf edilən müddət - 8 saat olarsa) -  $K_{MMQ} \approx 0,995$  qəbul edilmişdir.

Bunlara əsasən, “İQM” MXS üçün  $P_{ef}$  - effektivlik göstəricisinin qiymətinin:

$$P_{ef} = 0,999 \cdot 0,999 \cdot 0,950 \cdot 0,995 \cdot 0,999 \cdot 0,968 \approx 0,912$$

olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

Hesablamalara və məntiqi təhlillərə əsasən müəyyənləşdirilmişdir ki, təkmilləşdirilmiş “İQM” MXS-nin effektivliyi kifayət qədər yüksəkdir ( $P_{ef} \approx 0,912$ ). Bu da, layihələndirilən “İQM” MXS-nin mülki aviasiyada effektivlik göstəriciləri üzrə aviasiya təhlükəsizliyi sistemində tətbiq olunmasının məqsədəuyğunluğunu müəyyənləşdirir.

## **2.5. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin gözlənilən iqtisadi səmərəliliyi və ona risklərin təsiri**

Aviasiya hadisələrinin qarşısının vaxtında alınmasına sərf edilən xərclər kapital qoyuluşudur. Təhlükəsizlik, MS-lərin tətbiqinin iqtisadi səmərəliliyinin əldə olunmasında əsas amildir. AT-nin təkmilləşdirilməsi bütün dünyada iqtisadi fayda gətirir.

MA obyektlərinin səmərəli və operativ təhlükəsizliyi İO avtomatlaşdırılmış MXS-lər vasitəsilə təmin edilir. Bu sistemlər obyektlərə yönələn terror və QMA-ları vaxtında müəyyənləşdirmək və qarşısını almaq imkanlarını artırır.

Layihələndirmə zamanı əsas məsələlərdən biri, bu sistemlərin iqtisadi səmərəsinin yüksək olmasıdır. Sistemin

iqtisadi səmərəsi zəruri hallarda mövcud resurslardan minimal sərfiyyatla maksimum iqtisadi fayda əldə edilməsini göstərən amildir. İstismar zamanı əlavə xərclərin minimuma endirilməsi DİE avtomatlaşdırılmış MXS-lərin tərkibinin seçilməsindən asılıdır. İqtisadi səmərəliliyin hesablanması, texniki tapşırıq və ya texniki layihənin hazırlanması zamanı daha vacibdir.

Avtomatlaşdırılmış sistemin (AS) səmərəlilik göstəriciləri, onların tətbiqi zamanı statistik və ya eksperimental üsulla, layihələndirilməsi zamanı hesablama üsulu ilə müəyyən edilir.

Məlumdur ki, texniki vasitələrin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsinin iqtisadi üsulları aşağıdakı göstəricilərə əsaslanır:

1. Sistemdən istifadə nəticəsində əldə edilən müsbət iqtisadi səmərə -  $E_m$ .

2. Sistemin qiyməti də daxil olmaqla ümumi xərclər -  $E_u$ :

-sistemin qurulması (avadanlıq və montaj) -  $S_q$ ;

-istismar prosesində sistemə göstərilən xidmət -  $S_x$ .

Nisbətən qarşısı alınması mümkün olan itkilərin -  $E_{n.qar.i}$ -nin qiyməti 0-dan 1-ə qədər dəyişir. “0” qiymətində itkilərin qarşısı tamamilə alınmır, “1”-də alınır. Onda səmərəliliyin ümumi meyarı -  $E_n$  üçün (2.14) ifadəsini yazmaq olar:

$$E_n = \frac{E_{\text{üm.müm.i}} \cdot E_{n.qar.i} - E_{\text{ü}}}{E_{\text{üm.müm.i}}} = E_{n.qar.i} - \frac{E_{\text{ü}}}{E_{\text{üm.müm.i}}} \quad (2.14)$$

burada,  $E_{n.qar.i}$  - MXS-nin istifadəsi nəticəsində nisbətən qarşısı alınması mümkün olan itkilərdir.

Hesab edilir ki, sistemin qurulmasında çəkilən xərclərin  $E_{\text{ü}}$  qiyməti,  $E_{n.qar.i} = 0 \div 1$  diapazonunda məqbul olan ümumi mümkün itkilərin -  $E_{\text{üm.müm.i}}$  qiymətini aşmamalıdır, belə ki,:

$$0 < \frac{E_{\bar{u}}}{E_{\text{üm.müm.i}}} < 1 \text{ olmalıdır.}$$

Deməli, səmərəliliyin müsbət qiymətinə -  $E_n > 0$ -a nail olmaq üçün nisbətən qarşısı alınan itkilərin sistemin yarıdılması və işinin nisbi xərclərindən artıq olması zəruridir. Buna görə də belə sistemi qurmaq üçün planlaşdırılmış xərclərin səmərəliliyini qiymətləndirmək üçün meyar:

$$E_{n,\text{qar.i}} > E_{\bar{u}} / E_{\text{üm.müm.i}}$$

nisbəti ola bilər.

Qeyd edilən fikir və ifadələr qurulmuş və ya hazırlanmış təhlükəsizlik sisteminin iqtisadi səmərəliliyini qiymətləndirməyə imkan verir.

Adətən, təhlükəsizliyin texniki vasitələri kompleksinin işinin həm ehtimal olunan mahiyyətini, həm də göstəricilərin müəyyənləşdirilmiş qiymətlərini nəzərə almaq üçün ümumi meyar qismində risk istifadə edilir. Risk, MEO-ya təhdidlərin təsirinin reallaşdırmasından yaranan potensial itkidir.

Məlumdur ki, MEO-nun ehtiyatları üçün ümumi başlangıç risk -  $R_{\text{üm}}^{\text{baş}}$ , iki komponentin cəminə bərabər olur:

$$R_{\text{üm}}^{\text{baş}} = R_{\text{poz}} + R_{\text{yanğ}} \quad (2.15)$$

burada,

- $R_{\text{poz}}$  - pozucuların müdaxiləsindən obyektə aid olan ehtiyatlar üçün potensial itki - riskdir;

- $R_{\text{yanğ}}$  - yanğın zamanı potensial itkidir.

Bütün növ pozucuların hərəkətlərindən ümumi riski tapmaq üçün (2.16) ifadəsindən istifadə edilir:

$$R_{\text{poz}} = \sum_{j=1}^m r_j \quad (2.16)$$

burada,  $m$  - mühafizə edilən obyektlərin ümumi sayıdır.

Pozucuların bütün növləri üçün xarakterik olan  $L_j$ -ci müəyyən ehtiyat obyektlərə  $i$ -ci təhlükənin təsirindən yaranan risk -  $r_{ij}^k$ , (2.17) ifadəsi ilə hesablanır:

$$r_{ij}^k = p_i^k \cdot P_{\text{poz}}^j \cdot C_{L_j} \quad (2.17)$$

burada,

- $p_i^k$  -  $k$  növlü pozucu tərəfindən  $p_i$  təhlükəsinin reallaşdırılması ehtimalıdır;

- $P_{\text{poz}}^j$  - pozucunun obyektə daxil olma ehtimalıdır;

- $C_{L_j}$  -  $L_j$ -ci obyektin ehtiyatlarının ümumi dəyəridir.

MEO-nun xaricində təhlükənin yaranması zamanı, şəkil 2.29-da təsvir edilmiş maneələrin aradan qaldırılması ardıcılığını nəzərdən keçirmək zəruridir. Təhlükənin reallaşdırılması ehtimalı, təhlükənin aşkarlanması və ya ləngidilməsi funksiyasını yerinə yetirən xarici maneələrin xarakteristikalarından asılıdır.

Üç perimetr xəttinə müvafiq olaraq ləngimə ehtimalı ( $P_{\text{lan}}$ ) ilə təhlükənin yayılması ləngidilir, perimetr uzununu açıq sahələrdə maneələr arasında təhlükənin aşkarlanması ehtimalı ( $P_a$ ) reallaşır. Onda ümumi halda,  $j$ -ci tikili ilə əlaqədar (obyektdən kənarında təhlükənin yaranması vaxtı) təhlükənin müvəffəqiyyətlə reallaşdırılması ehtimalı -  $P_{\text{real}}^j$ , (2.18) ifadəsi ilə müəyyən edilir:

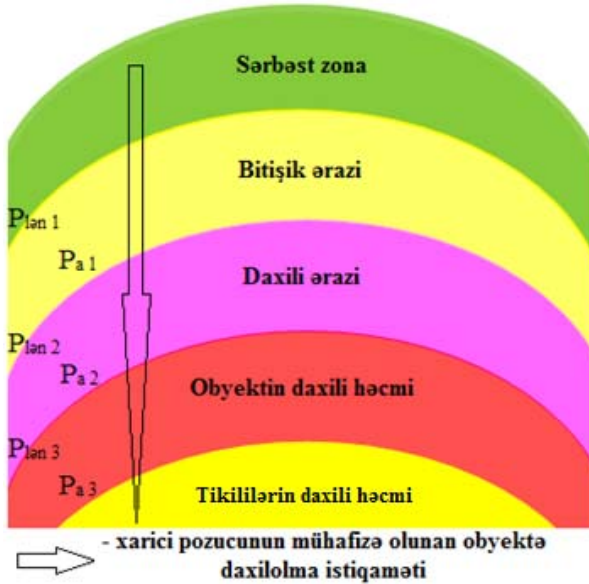


$$P_{\text{real}}^j = \prod_{V=1}^3 (1 - P_{a.v}^j) \cdot \prod_{z=1}^3 (1 - P_{l\text{en}.z}^j) \quad (2.18)$$

burada,

- $P_{a.v}^j$  - V həcmində aşkarlanma ehtimalıdır;

- $P_{l\text{en}.z}^j$  - z-ci perimetr uzunluqunu maneədə ləngimə ehtimalıdır.



Şəkil 2.29. Pozucunun xarici maneələri aşma ardıcılığı

Pozucunun perimetr uzunluqunu maneələri aşmasına mühəndis istehkam vasitələri və giriş nəzarət sisteminin həm texniki elementləri vasitəsilə, həm də təşkilati vasitələrlə maneə yaradılır. Qeyd etmək lazımdır ki, daxili pozucu üçün yalnız obyektin perimetrində ləngiməni ( $P_{l\text{en}.z}$ ) və daxili ərazidə aşkarlanmanı ( $P_{a.v}$ ) nəzərdən keçirmək məqsəduyğundur.

Beləliklə, təkmilləşdirilmiş DİE İO avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS üçün (2.17 və 2.18) ifadələri nəzərə alınaraq, müvafiq hesablamalar yerinə yetirilmişdir. Təkmilləşdirilmiş MXS-nin tətbiqi zamanı ərazidə baş verməsi mümkün olan qanunsuz müdaxilələrin ideal şəraitdə aşkarlanması ehtimalının -  $P_a \approx 0,999$  və pozucunun hərəkətlərinin ləngidilmə ehtimalının -  $P_{\text{lən}} = P_{\text{MQ}} = 0,950$  olduğu nəzərə alınaraq, MEO-nun daxilində təhlükənin müvəffəqiyyətlə reallaşdırılması ehtimalı -  $P_{\text{real}}^j$  hesablanmışdır:

$$P_{\text{real}}^j = \prod_{V=1}^3 (1 - 0,999) \cdot \prod_{z=1}^3 (1 - 0,950) = 0,125 \cdot 10^{-12}$$

$P_{\text{real}}^j$  ehtimalı terror və QMA törətmək istəyən pozucu tərəfindən hücumun reallaşdırılması ehtimalına bərabər:  $P_{\text{real}}^j = p_i^k = 0,125 \cdot 10^{-12}$ , obyektin ehtiyatlarının (radiolokasiya sisteminin) ümumi dəyərinin: -  $C_{L_j} \approx 1\,823\,176$  man və pozucu-nun obyektə daxil olma ehtimalının: -  $P_{\text{poz}}^j = 0,001$  olduğunu qəbul edərək, obyektə yerləşən radiolokasiya sisteminin  $k$  növlü pozucu üçün xarakterik olan hücumun təsirindən sıradan çıxması riskinin maddi dəyərinin -  $r_{ij}^k$  (2.14) ifadəsinə əsasən hesablanmış qiyməti nəzərə alınmayacaq dərəcədə kiçikdir.

MEO-nun maddi ehtiyatlarının qiymətinin  $C_{L_j} \approx 1\,823\,176$  manat təşkil etdiyini, lakin təkmilləşdirilmiş MXS-nin qiymətinin ümumilikdə -  $E_{\bar{u}} = 94002.12$  man olduğunu nəzərə alaraq, MXS-nin qiyməti ilə MEO-nun ehtiyatlarının faiz nisbəti -  $E_f$ -i hesablamaq olar:

$$E_f = \frac{E_{\ddot{u}}}{C_{L_j}} \cdot 100\% = \frac{94002,12}{1\ 823\ 176} \cdot 100\ \% \approx 5,16\%$$

Təhlükəsizlik sisteminin qiyməti mühafizə edilən əmlak dəyərinin 5%-dən 20%-ə qədərini təşkil etməlidir.  $E_f = 5.16\%$  olması, təkmilləşdirilmiş DİE avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS-nin tətbiqinin iqtisadi cəhətdən səmərəli olmasını müəyyən-ləşdirir.

AT-nin təmin edilməsi mühüm şərtlərdən biridir. Yerinə yetirilmiş tədqiqatlar bu sahədə təhlükəsizlik tədbirlərinin beynəlxalq standartlara müvafiq olaraq daim təkmilləşdirilməsi ilə bağlı işlərin davam etdirilməsinin vacibliyini göstərir.

### **3. MÜHAFİZƏ-XƏBƏRDARLIQ SİSTEMLƏRİNİN VƏ QEYDİYYAT BLOKUNUN İŞLƏNİLMƏSİ**

#### **3.1. Avtomatlaşdırılmış mühafizə kompleksinin layihələndirilməsi xüsusiyyətləri**

Yüksək təhlükəli, həyat təminatlı və mühüm əhəmiyyətli obyektlərin zəbt edilməsi, fəaliyyətlərinin pozulması, orada olan təhlükəli maddələrin ətrafa yayılması dövlətə və insanlara böyük zərər vura bilər. Yüksək təhlükəli və həyat təminatlı strateji obyektlərə aşağıdakılar aid edilir:

-ən yüksək dövlət hakimiyyəti orqanlarının obyektləri, dövlət müəssisələri;

-həyat təminatlı və təhlükəsizlik baxımından yüksək tələblərə cavab verən, xüsusilə vacib inzibati, ictimai və sənaye əhəmiyyətli obyektlər;

-mikrobiologiya və əczaçılıq sənayesi obyektləri, zəhərli maddələr, güclü təsiredici zəhər və kimyəvi məhsullar, psixotrop maddə və preparatlar emal olunan və saxlanılan obyektlər;

-qiymətli materiallar (metallar, daşlar) çıxarılan və saxlanılan yerlər, eləcə də onların qəbulunu və satışını yerinə yetirən obyektlər;

-arxitektura abidəsi olan obyektlər, dövlət əhəmiyyətli muzeylər, arxiv binaları, kitabxanalar, tarixi-mədəni və təbiət qoruqları, memarlıq kompleksləri, ibadət obyektləri və s.;

-ixrac neft və qaz boru kəmərləri, eləcə də onların infrastruktur obyektləri;

-həyat təminatlı obyektlərin ərazisi;

-metropoliten və onun xüsusi əhəmiyyətli yeraltı tikililəri;

-avtomobil, dəmiryol, hava nəqliyyatı, çay gəmiləri və dəniz donanmaları vasitəsilə daşınan yüklər saxlanılan anbarlar;

-aeroportlar, aerodromlar, vertodromlar və onların xüsusi əhəmiyyətli obyektləri;

-yanacaq-enerji kompleksinin obyektləri, nüvə, radiasiya, kimyəvi və bioloji təhlükəli obyektlər, elektrik stansiyaları, eləcə də atom, hidrotexniki tikililər, yanacaq-sürtkü materiallarının anbarları və s.

İO təhlükəsizlik sistemləri iri və orta, yüksək təhlükəli və həyat təminatlı strateji obyektlərin təhlükəsizliyinin müasir tələblərə cavab verən səviyyədə keyfiyyətli təmin olunmasına imkan verir. Belə müasir sistemlər aşağıda göstərilən funksiyaları yerinə yetirir:

-NBM-lərdə (nəzarət buraxılış məntəqələrində) quraşdırılmış müxtəlif vasitələrlə (maqnit və hermetik kontaktlı qapılar, turniketlər, şlüzlər və şlaq-baumlarla) girişə nəzarətin təşkilini;

-qanunsuz müdaxilələrin (və ya buna cəhdlərin) videomüşahidə, videonəzarət və video qeydiyyatını;

-binanın texniki (istilik, ventilyasiya, qəza xəbərdarlığı və s.) sistemlərinin idarə edilməsini;

-sistemin “Təmir” və ya “Mühafizə” rejiminə keçirməyin, eləcə də “Həyəcan” rejimindən çıxarmağın mümkünlüyünü;

-sistemdə olan bütün hadisələrin protokollaşdırılması və pozuntular haqqında məlumatın arxivləşdirilməsini;

-müxtəlif vasitələrlə məlumatın uzaq məsafələrə ötürülməsini;

-informasiyanın qorunmasını və s.

Müasir tələbləri nəzərə alaraq, mövcud çatışmazlıqları aradan qaldırmaq məqsədi ilə «İQM» sisteminin təkmilləşdirilməsinə ehtiyac duyulur.

“İQM»sistemində mövcud çatışmazlıqlar bunlardır:

-avtogeneratorun tezlik stabilliyinin və qurğunun həssaslığının aşağı olması;

-temperatur və rütubətin dəyişməsi kimi xarici amillərin tutum duyğacının ümumi işinə mənfi təsir göstərməsi;

-xətasız işləmək üçün sistemin açıq ərazilərdə tətbiqinin vacib olması;

-ətraf mühitin dəyişməsinə birbaşa reaksiyanı tənzimləmək məqsədi ilə sxemdə alqoritmik yanaşmadan istifadə edilməməsi;

-hasara yaxınlaşmanı uzaq (azı 3-4 m) məsafədən nəzarət etməyin mümkün olmaması;

-lağımın qarşısının alınmaması;

-İQ duyğacın quraşdırıldığı nəzarət zonasının yaxınlığında ağacların və ya kolların budaqlarının hərəkətindən, maşınların və heyvanların keçməsindən, elektrik şəbəkəsinin qısa qapanmasından yanlış işə düşmələrin mümkünlüyü;

-qaranlıq vaxtı yaxşı görünüş yaratmaq üçün kameraların yanında əlavə proyektorların quraşdırılması;

-toxunmayıb hasarı keçmək halının mümkün olması;

-radiodalğalı pultun itirilməsi ehtimalının olması;

-pozucu tərəfindən ələ keçirilmiş pultla sistemə müdaxilə etmə imkanının olması;

-əraziyə icazəli və icazəsiz keçidlərin, eləcə də keçmək cəhdlərinin sayının sistemin yaddaşında saxlanılmaması;

-pozucuların koordinatlarını və hərəkət parametrlərini müəyyənləşdirən, eləcə də onların vizual təsvirlərini verən və pozucuları izləmək üçün elektron-optik sistemin olmaması;

-PUA-nın və helikopterlərin mühafizə edilən əraziyə qanunsuz keçmələrini qeydə alan sistemin olmaması;

-insanı və kiçik hədəfləri (heyvan və quşları) fərqləndirmək qabiliyyətinə malik xüsusi intellektual alqoritmlı proqram təminatından istifadə edilməməsi.

İndi isə sistemin bu sadalanan çatışmazlıqlarının aradan qaldırılması üsullarına diqqət yetirək və təkmilləşdirilmiş təhlükəsizlik sisteminin yaradılmasının texniki şərtlərini müəyyənləşdirək.

HE-si perimetr uzunluğu boyu daş hasarda quraşdırılmış mühafizə səddi yaradılmışdır. Mühafizə səddində tətbiq edilən CO-3 markalı tutum duyğacının funksional imkanlarının təhlili zamanı məlum olmuşdur ki, onun həssaslıq məsafəsi 1,3 m-dən çoxdur. Lakin, yanlış işə düşmələrin sayını azaltmaq üçün tutum duyğacının həssaslıq məsafəsi 0,5 m-ə qədər azaldılmışdır. Bunu nəzərə alaraq, yuxarıda qeyd edilmiş tələblərə cavab verən yeni növ tutum duyğacı hazırlanmalıdır.

Perimetr uzunluğu boyu yaxınlaşmanı və lağımlamanı qeydə alan sistem quraşdırılmışdır. Sistem, həm hasara yaxınlaşanları daha uzaq məsafədən (3-4 m) aşkarlamaq, həm də lağımlamanın qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Hasara yaxınlaşanlara nisbətən uzaq məsafədən nəzarət etmək üçün Psicon vibroseysmik, SG-10, SG-01, SP02 və s. tipli pyeoelektrik duyğaclardan istifadə edilməsi məqsədə uyğundur. Torpağın müəyyən dərinliyində quraşdırılan bu duyğaclər həm effektiv maskalanır və pozucular tərəfindən

görünmür, həm də bir neçə metr məsafədə hərəkət edən insanı aşkar edə bilir.

Daha çox tətbiq edilən SG-10 geofonunun qiyməti təxminən 9 USD, lakin Mobile rabitəli Global Sistemi və SG-01 tipli duyğacın bir şleyfinin birgə qiyməti təqribən 1155 USD-dir.

Bundan başqa, əraziyə qanunsuz müdaxilələri aşkarlamaq üçün perimetr uzunluğu boyu daş hasarın daxili tərəfindən, ondan 1 m məsafədə hündürlüyü 1,7 m olan dirəklərdə İQ duyğacın sis-temi quraşdırılmışdır. İQ duyğacın dirəklər üzərində 3 səviyyədə yerləşdirilmişdir.

İstifadə olunan ABT-100 tipli İQ duyğacın müasir ABX-6012 və ya "Photo Beams Detector" tipli İQ duyğacınla əvəzləmək məqsəduyğundur.

ABX-6012 tipli İQ duyğacının əsas xüsusiyyətləri: 12 şüa detektoruna malikdir, sadə konstruksiyasına görə asan və tez quraşdırılır, asferik linzalar quraşdırılması səbəbindən yanlış işə düşmə ehtimalı minimaldır və maneələrə qarşı davamlıdır, elektromaqnit sahəsinin təsirindən müdafiə olunur, bütün hava şəraitinə uyğunlaşır, bu səbəbdən açıq ərazilərdə quraşdırmaq mümkündür, qiyməti təxminən 233 USD-dir.

ABX-6012 tipli İQ duyğacın açıq ərazilərdə təsir məsafəsi - 60 m, bağlı obyektlərdə - 180 m; şüa sayı - 12; şüa mənbəyi - İQ impuls modulyasiyalı; həyəcan signalı yaratmaq üçün şüanın kəsilmə müddəti - 10÷500 ms; şaquli tən-zimləmə bucağı -  $\pm 2^\circ$ ; işçi temperatur diapazonu - (-25÷55)°C; sərflənən cərəyan - 100 mA; hündürlüyü - 200 sm-dir.

"Photo Beams Detector" tipli İQ duyğacın ABX-6012-dən nisbətən ucuzdur, qiyməti təxminən 30 USD təşkil edir. Bu duyğacın açıq ərazilərdə təsir məsafəsi - 75÷150 m; şüa sayı -



3÷10; şüa mənbəyi - İQ impuls modulyasiyalı; enerji mənbəyinin gərginliyi - (DC) 10,5÷18 V; işçi temperatur diapazonu - (-25÷55)°C; cərəyan sərfi - 0,5 mA, maksimum hündürlüyü - 87÷227 sm-dir.

Hasarı aşma cəhdlərini aşkarlamaq üçün əlavə təhlükəsizlik tədbirləri qismində mühafizə kompleksində lazer şüalı sistemin tətbiqi məqsədəuyğundur. Lazer şüalı duyğacları aşkarlama sahəsinə daxil olan pozucuların ölçülərini dəqiq müəyyənləşdirmək üçün xüsusi olaraq hazırlanmışdır. Lazer şüalı sistemlərin ən yaxşı növü, açıq ərazilərdə quraşdırılması mümkün olan Optex REDSCAN RLS-3060-dır. Bu sistem uzaq məsafədən hərəkəti müəyyən edən lazerli vasitələrin yeni modelidir. Hərəkəti müəyyənləşdirmək və aşkarlanma sahələrini ayrılıqda tənzimləmək üçün sistem dörd müstəqil duyğacla təchiz edilmişdir. Perimetrə nəzarət etmək üçün REDSCAN RLS-3060 sistemi dönmə videokameralardan istifadə edən müşahidə sisteminə birləşir.

REDSCAN RLS-3060 sisteminin aşkarlama radiusu üfüqi istiqamətdə 60 m-ə, şaquli istiqamətdə 30 m-ə qədər, görmə bucağı 180° təşkil edir, qiyməti təqribən 773 USD-dir. İşçi rejimdə cihaz hərəkətsiz obyektlərin (kollar, binalar və s.) ətrafını skan edir. Sistem yerin və landşaftın morfologiyasını (dərələri, təpələri) yadda saxlayır. Həmin ərazilərdə mühafizə edilən zonaya daxil olan insanı və ya əşyanı dərhal aşkar edir. Xüsusi intellektual aşkarlama alqoritmləri insanı və daha kiçik hədəfləri (heyvan və quşları) fərqləndirmək qabiliyyətinə malikdir. İnformasiyanın emalı zamanı bu alqoritmlərdən istifadə edildiyinə görə sistemdə yanlış iş düşmələrin sayı azalmış olur.

“İQM” sistemində tətbiq edilmiş NOVUS tipli videokameraların gecə vaxtı müşahidə aparmaq imkanı yoxdur. Ona görə əlavə projektorlara ehtiyac olmuşdur. Həm gecə vaxtı, həm də istənilən meteoroloji şəraitdə müşahidə aparmaq üçün teplovizorlu videomüşahidə sistemlərindən istifadə edilməsi məqsədəuyğundur. Məsələn, NOVUS tipli videokameraların əvəzinə bir çox üstünlüklərə malik, geniş yayılmış teplovizorlu videomüşahidə sistemlərindən AXIS Q1931-E modelini istifadə etmək mümkündür. AXIS Q1931-E sistemi möhkəm konstruksiyaya malikdir, tam qaranlıqda, əlverişsiz və sərt iqlim şəraitində tətbiq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Sistemin “outdoor-ready” sinfinə aid edilən kamerası yüksək kontrastlı istilik təsvirləri verir. Satış qiyməti təqribən 2818 USD olan teplovizor kameralı bu sistem yüksək təhlükəli sənaye, eləcə də həyat təminatlı və strateji obyektlərin perimetrlərinin effektiv mühafizə vasitəsi hesab edilir. Sistemin şəbəkə teplovizoru “Power over Ethernet” (PoE) texnologiyasını, İO WEB-serverini və dupleks audio kanalını dəstəkləyir. Şəbəkə vasitəsilə saniyədə 30 kadrə nəzarət etmək mümkündür.

Girişə nəzarət sistemi, həm NBM-dən icazəsiz girişin qarşısının alınmasını, həm də işçi personalın icazəli girişini təmin etməlidir. NBM-də maqnitdən və hermetik kontaktlardan təşkil olunmuş keçidə nəzarət sistemi tətbiq edilmişdir. Nəzarət olunan tərəflər üçün ayrıca nəzərdə tutulmuş obyekt nəzarət blokları radiodalğalı idarəetmə sistemi ilə təchiz edilmişdir. İdarəetmə sisteminin radiodalğalı pultu vasitəsilə MS-ni “Təmir” və ya “Mühafizə” rejiminə keçirmək, eləcə də “Həyəcan” rejimindən çıxarmaq mümkündür. Bu, verilmiş tərəfdə mühafizə edilən zonaya işçi personalın icazəli girişini təmin edir.

Təhlükəsizlik səviyyəsini artırmaq üçün NBM-də insanın fizioloji xüsusiyyətlərinə nəzarət edən sisteminin tətbiqinə ehtiyac var. Bu tələblərə cavab verən vasitələr girişə biometrik nəzarət sistemləri (GBNS) adlanır.

GBNS insanın barmaq izinə, gözün qüzehli qişasına, səsində və s. əsaslanan eyniləşdirmə sistemidir. Bu sistemi istənilən MXS ilə birgə tətbiq etmək mümkündür. NBM-də tətbiq edilən əksər GBNS-lərdə insanın barmaq izinin eyniləşdirilməsi prinsipindən istifadə edilir. Obyektə girişə icazəsi olan şəxslərin fizioloji xüsusiyyətlərinin riyazi standartları bu prinsiplə işləyən GBNS-lərə əvvəldən daxil edilir. Əraziyə daxil olmaq istəyən şəxs skanərə barmağını toxundurduqda sistemin bazasındakı məlumatlarla müqayisə yolu ilə avtomatik eyniləşdirilmə yerinə yetirilir. Həmin şəxsin barmaq izləri sistemin məlumat bazasındakı riyazi standartlarla üst-üstə düşdükdə girişə icazə üçün icraçı bloka siqnal ötürülür və yalnız bundan sonra əraziyə keçmək mümkün olur.

Praktiki olaraq, GBNS-ni “aldatmaq” və onun məlumat bazasına qanunsuz nüfuz etmək (kiber hücum) mümkün deyil. Əraziyə keçən və qanunsuz keçməyə cəhd edən bütün şəxslərin siyahısı sistemin yaddaşında saxlanılır. İstənilən vaxt bu siyahını nəzərdən keçirmək mümkündür.

Mühafizə edilən obyektin keçid məntəqəsində quraşdırılan GBNS-nin qiyməti təxminən 459 USD, turniket formasında quraşdırılmış halda (məsələn, Time Control Factory Pass + turniket) qiyməti təxminən 1487 USD-dir.

“İQM” sistemində hava məkanından mümkün müdaxilələri qeydə alan sistem yoxdur. Müasir dövrdə hava məkanından PUA-lar vasitəsilə müdaxilə aktlarının sayı artır, bu səbəbdən hesab edilir ki, həyat təminatlı və strateji obyektləri qorumaq

üçün müvafiq radar sistemlərindən istifadə etmək məqsədə uyğundur.

İÖ "Perqam Arqus" RLS-i böyük ərazilərin və xüsusi əhəmiyyətli obyektlərin mühafizəsində istifadə edilir. Bu sistem vasitəsilə mühafizə edilən əraziyə effektiv şəkildə nəzarət etmək mümkündür.

"Perqam Arqus" RLS-i mühafizə edilən ərazinin gecə və gündüz müşahidəsini, pozucunun aşkarlanmasını, eyniləşdirməklə pozucunun növünün müəyyənləşməsini, pozucuların koordinatlarının müəyyənləşməsini və onların hərəkətlərinin parametrlərini, eləcə də nəzarət edilən ərazinin sərhədlərinin pozulması haqqında operatora avtomatik bildirişin göndərilməsini təmin edir.

İÖ "Perqam Arqus" RLS-i istənilən meteoroloji şəraitdə fasiləsiz işləməklə 6,2 km<sup>2</sup> əraziyə tam nəzarət etməyə imkan verir. Eyni zamanda, geniş əraziyə və landsaftın morfolojiyasına uyğunluğu, avtomatik aşkarlama, yerüstü və suüstü hədəflərin müşayiəti, yalnız iş düşmələrin sayının az olması, qurğunun quraşdırılmasının və köklənməsinin sadəliyi, qiymətinin ucuz olması, məlumatın təhlilinin müasir alqoritmlərlə yerinə yetirilməsi "Perqam Arqus" RLS-nin əsas üstünlükləridir.

Mühafizə edilən əraziyə dron, mini-PUA və helikopterlərlə mümkün hücumları aşkarlamaq üçün ELI-4030 tipli MS-nin quraşdırılması məqsədəuyğundur. MS-nin dronları aşkarlama səviyyəsi kiçik RLS və elektron-optik (EO) sistemlərə əsasən müəyyən edilir. Kiçik ölçülü, aşağı hündürlükdə və aşağı sürətlə uçan hava hədəflərini aşkarlamaq üçün MS-də ELM-2026D (10 km), ELM-2026B (15 km) və ELM-2026BF (20 km) radar sistemlərindən istifadə edilir. Radar sistemləri

PUA və helikopterləri müəyyənləşdirməyə, müşayiət və identifikasiya etməyə imkan verir.

Drondan mühafizə sistemi ELI-4030-da daha çox ELM-2026B radar sistemi istifadə edilir. Onun texniki xüsusiyyətləri: alət aşkarlama uzaqlığı - 25 km; hava hədəflərini aşkarlama uzaqlığı - 15 km; aşkarlanmış hədəfin sürəti -  $10\div 600$  m/san; dəqiq aşkarlama uzaqlığı - 30 m; üfüqi (azimut üzrə) aşkarlama dəqiqliyi -  $0,3^\circ$ ; şaquli aşkarlama dəqiqliyi -  $0,5^\circ$ ; şaquli aşkarlama bucağı -  $60^\circ$ ; üfüqi aşkarlama bucağı -  $360^\circ$ ; tezliyi - X-diapazon; müşayiət etdiyi hədəflərin sayı - 100 ədəddir.

ELI-4030 sistemi təhlükəsizlik baxımından yüksək tələblərə cavab verən, xüsusilə vacib inzibati, ictimai və sənaye əhəmiyyətli kritik obyektlərin, hərbi düşərgələrin, həbsxanaların, dövlət sərhədinin, aeroport ərazisinin, aeroporta məxsus digər kritik obyektlərin və s. mühafizəsində geniş tətbiq edilir. “İQM” sistemində tətbiq edilən digər altsistemlərin təkmilləşdirilməsinə ehtiyac yoxdur. Ona görə ki, həmin altsistemlər müasir tələblərə cavab verir.

Beləliklə, həyat təminatlı və strateji obyektlərdə tətbiq edilən müasir MXS-lərdə daha çox işlədilən altsistemlərin funksional imkanlarına və iş prinsiplərinə nəzər yetirəndən sonra belə nəticəyə gəlmək olar ki, “İQM” sisteminin aşağıda göstərilən altsistemlərdən təşkil olunması məqsədəuyğundur:

1. Ərazinin perimetri uzununu daş hasarda quraşdırılmış tutum duyğacılarından təşkil olunmuş mühafizə səddi
2. Giriş qapısına nəzarət sistemi
3. Radar sistemi
4. Perimetr xətti üzrə quraşdırılmış və həm yaxınlaşmanı, həm də lağımlamanı qeydə alan sistem
5. Lazer şüalı perimetrin mühafizə sistemi

6. Perimetr uzununu işıqlandırma və videonəzarət sistemi

7. Radiodalğalı əl pultu vasitəsilə mühafizə sisteminin işə başlamasını və dayanmasını, eləcə də işçi personalın əraziyə icazəli girişini təmin edən sistem

8. Mühafizə rejiminin pozulması haqqında həyəcan xəbərdarlıq siqnalı sistemi və informasiyanı dispetçer məntəqəsinə ötürən modem sistemi

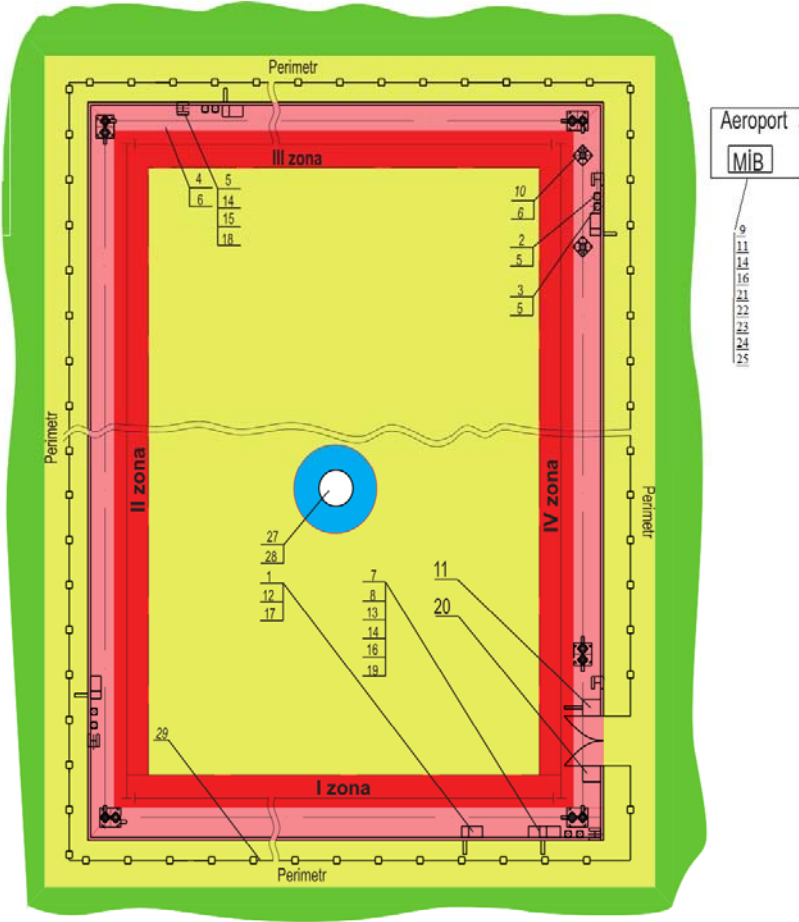
9. İnformasiyanın arxivləşdirilməsi və sənədləşdirilməsi sistemi

İndi, bu altsistemlərin ərazidə ardıcıl yerləşdirilməsi formasına baxaq. Nəzərə alınır ki, ərazi perimetr uzununu çəkilmiş hasarla əhatə olunmuşdur.

Təkmilləşdirilmiş DİE İO avtomatlaşdırılmış MXS-nin altsistemlərinin ərazidə yerləşməsi sxemi şəkil 3.1-də göstərilmişdir. Sxemdə göstərilmiş şərti işarələrin açıqlanması cədvəl 3.1-də verilmişdir. Təklif edilmiş MXS genişləndirilmə imkanına malikdir və onu istənilən landşaft morfolojiyasına uyğunlaşdırmaq mümkündür.








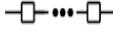



Sxemdə ərazinin perimetri beş mühafizə edilən zonadan təşkil olunmuşdur. Dörd zona perimetr uzununu düzbucaqlı formalı sahənin tərəflərini təşkil edir, beşinci zona ərazinin giriş hissəsidir. Hər zona öz müstəqil obyekt MS-nə (mühafizə sisteminə) malikdir və formasından asılı olaraq bu zonaları müxtəlif sayda hissələrə bölmək mümkündür. Məsələn, düzxətt üzrə yerləşən zona bir hissədən ibarətdir. Hər zonaya bir obyekt nəzarət bloku vasitəsilə nəzarət edilir. Obyekt nəzarət blokuna zonada yerləşən fərqli nəzarət konturlarını təşkil edən duyğacları qoşulur.

DİE İO avtomatlaşdırılmış təhlükəsizlik sistemi altı nəzarət konturundan ibarətdir.



Şəkil 3.1. Təkmilləşdirilmiş MXS-nin ümumi təsvirinin sxemi

Təkmilləşdirilmiş MXS-nin ümumi təsvirini əks etdirən şərti  
işarələrin açıqlanması

	Mühafizə dayağı (MD) (4) Özül (6)		MOİB (7) Sıqnal ötürücü bloku (8) MOİB üçün qutu (13) Enerji bloku (21) Radiomodem Nevod (16) Videoregistrator Novus DVR2416 (19)
	MD (5) Enerji bloku (14) Projektor (15) Videokamera (18)		
	MD (10) Özül (6)		Məsafədən idarəetmə bloku (MİB) (1) ZİB üçün qutu (12) Tutum duyğacı (17)
	MD (5) Sıqnal bloku (2): sirena motorlu Selda S-1		
	MD (5) Sıqnal bloku (3): Lampa "Selda" 12V		Yeraltı duyğac (29)
	İstiqamətlənmiş antena Polaris 433-7 (11)		Radar sistemi (28) Redscan (27)
	GBNS, maqnit və hermetik kontaktlar (20)		
9 - sıqnal qəbuledici bloku; 22 - səs gücləndiricisi; 23-26 - kompüter və onun sistemləri.			

MXS-nin birinci konturu VSD-lər 29 sistemidir. VSD-lər sistemi pozucunun hasara yaxınlaşmasını daha uzaq məsafədən aşkarlamaq və lağımlamanın qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu sistemdə, ya geofonların (Psicon vibroseysmik, SG-10) ya da pyeoelektriklərin (SG-01, SP02) birindən istifadə edilməsi məqsəduyğundur. VSD-lərin növləri və sayları ərazinin landşaft morfolojiyasından və perimetrin uzunluğun-



dan asılıdır. VSD-lər hasardan bir neçə metr məsafədə torpağın müəyyən dərinliyində quraşdırılır. VSD-lər yalnız şaquli dalğaları qeydə alır, bu səbəbdən pozucunun yerli hərəkətinə və yaxın ərazilərdə torpağın lağımlanmasına reaksiya verir.

İkinci kontur, tutum duyğacından 17 təşkil edilir. Tutum duyğacı hasar uzununu quraşdırılır. Duyğacın pozucunu aşkarlama məsafəsinin ən azı 1,3 m olması nəzərdə tutulmuşdur. HE-nin uzunluğu ərazinin perimetrinin ölçülərinə uyğun seçilir. Duyğacın işi kabel və yer arasındakı tutumun dəyişməsinə əsaslanır. Belə ki, pozucu hasara yaxınlaşanda tutumun dəyişməsinə duyğacın konstruksiyasına daxil olan mikroprosessor qeydə alır və buna əsasən həyəcan siqnalı yaradır.

Üçüncü kontur, ABX-6012 və ya Photo Beams Detector tipli İQ duyğacları sistemidir. İQ duyğacların sayı ərazinin miqyasına uyğun seçilir. İQ duyğacları sistemi daxili tərəfdə hasardan müəyyən məsafədə və hündürlükdə quraşdırılır.

Dördüncü kontur, lazer şüalı duyğacları 27 sistemidir. Optex REDSCAN RLS-3060 lazer şüalı duyğacları müşahidə sisteminə birləşdirilir və ərazinin daxilində müəyyən hündürlükdə yerləşdirilir. Sistem əlavə təhlükəsizlik tədbiri qismində tətbiq olunur və hasarın üstündən keçən pozucunu aşkar edir. Bu sistemlərin sayı mühafizə edilən obyektin ərazisinin formasından və ölçüsündən asılı olaraq, iki və ya daha çox olmalıdır.

Beşinci kontur, radar 28 sistemidir. Qeyd edildiyi kimi, müasir dövrdə hava məkanından PUA-lar vasitəsilə QMA-ların sayı artır, bu səbəbdən beşinci kontura ehtiyac yaranmışdır. Bu kontur mühafizə edilən əraziyə mini-PUA və helikopterlərlə hücumları aşkarlamaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Radar sistemi "Perqam Arqus" RLS və "ELI-4030" dronlardan mühafizə sistemlərindən təşkil olunmuşdur. Radar sistemi perimetr

daxilində quraşdırılır, mühafizə edilən ərazinin müşahidəsini və sərhədlərin pozulması haqqında operatora avtomatik bildirişin göndərilməsini təmin edir. Sistemin sayı və növü mühafizə edilən ərazinin miqyasından asılı olaraq seçilir.

Altıncı kontur, videomüşahidə sistemindən ibarətdir. Videomüşahidə sistemi “AXIS Q1931-E” tipli teplovizor kameralarından təşkil olunmuşdur. Videokameralar 18 perimetr uzunluğuna müəyyən hündürlükdə hasara bərkidilir, vandal hərəkətlərə qarşı dayanıqlıdır və fasiləsiz çəkiliş aparır. Onların sayı ərazinin formasından asılıdır.

Həyəcan signalı verən sirenalar - 2 və işıq effekti yaradan bərqvuranlar - 3 ərazinin müəyyən hissələrində quraşdırılır. Sirena və bərqvuran qismində Selda markalı motorlu sirenadan və eyni markadan qırmızı işıqlanmalı bərqvuran lampadan istifadə edilir.

Bütün məlumatlar kompüterdə arxivləşdirilməlidir. Məlumatlar oradan radiomodem vasitəsilə uzaq məsafədə yerləşən mərkəzi kompüterə 23-26 ötürülür. Məlumatların GPRS (General Packet Radio Service) rabitə sistemi vasitəsilə ötürülməsi mümkündür.

Nəzərdə tutulan sistemin əsas üstünlüyü, onun şəbəkə vasitəsilə distansion idarəedilmə imkanının olmasıdır. Sistemə rəqəmsal rabitə şəbəkəsi vasitəsilə uzaq məsafədən nəzarət etmək mümkündür. Güclü mühafizə imkanlarına malik olan bu sistem vandal hərəkətlərinə qarşı da dayanıqlıdır. Ona görə, sistem müəssisənin bir-birindən uzaq məsafələrdə yerləşən məntəqələrində əlaqəli monitorinq nöqtələri yaratmaq imkanı verir.

### 3.2. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin işləmə algoritmi

MQ-nin sayı, yeni texnoloji avadanlıqlarla təchiz olunmuş və etibarlığı kifayət qədər yüksək olan İO MXS-nin tətbiqi ilə minimuma endirilir. Nəticədə, strateji obyektin iqtisadi və texniki cəhətdən səmərəli mühafizəsi təmin edilir.

Obyektlərin mühafizəsində MQ əməkdaşları ilə əlaqədar mümkün fəsadların əsas səbəbləri aşağıdakılardır:

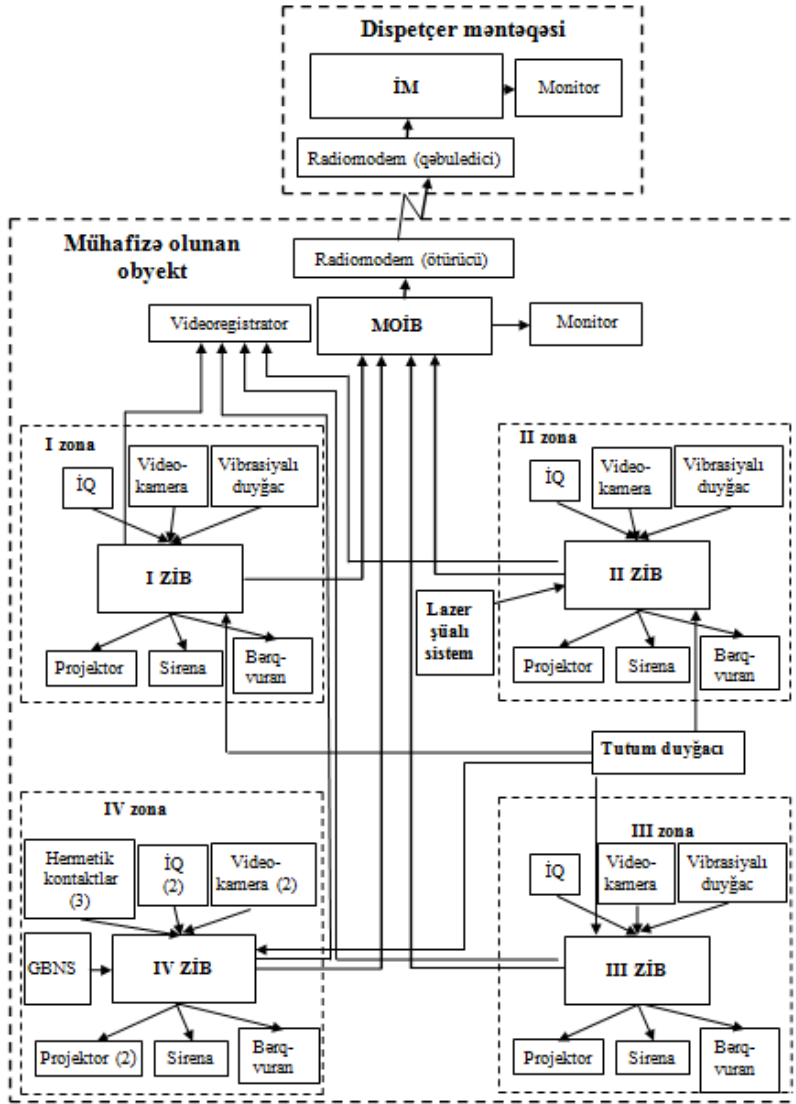
-bəzi əməkdaşların peşəkarlıq səviyyələrinin aşağı olması;

-əməkdaşların özləri tərəfindən cinayət əməllərinin törədilməsi;

-mühafizə edilən ərazinin və perimetrin böyük ölçüdə olması və s.

Altsistemlərinin funksional imkanlarını nəzərə alaraq təkmilləşdirilmiş "İQM" MXS-nin konseptual struktur sxemi təklif edilmişdir (şəkil 3.2). Təkmilləşdirilmiş MXS-nin təklif edilən sxemini istənilən landşaft morfologiyasına uyğunlaşdırmaq və genişləndirmək mümkündür.

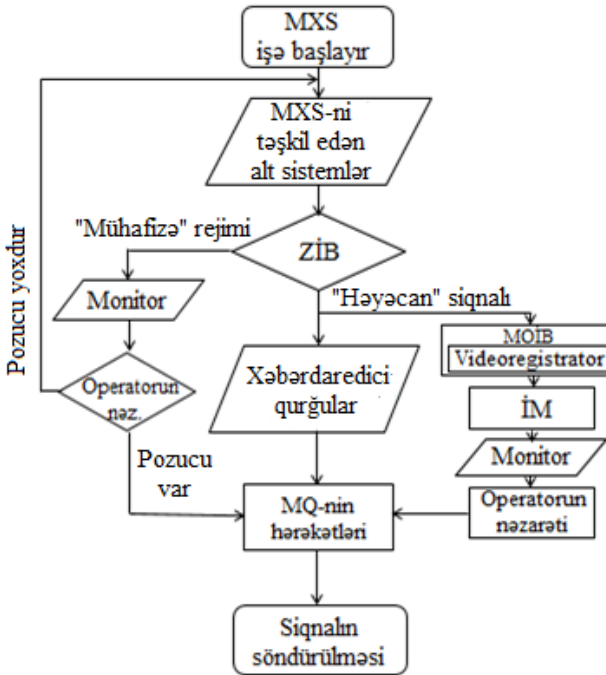
"İQM" MXS mühafizə obyektində yerləşən bir MOİB-dən və dörd ZİB-dən, eləcə də mühafizə obyektindən bir neçə kilometr məsafədə yerləşən İM-dən təşkil olunmuşdur. ZİB-də hər zona müstəqil mühafizə sisteminə malikdir. İM-də radiomodem və kompüter istifadə edilir. İO MXS-də videokameralar, radiomodem, proyektorlar, tutum duyğacı, yangın xəbərdarlığı sistemi, xəbərdaredicilər (bərqvuran və sirena), eləcə də lazer şüalı sistemlər tətbiq edilmişdir. Lazer şüalı sistemlər havadan hücumu və pozucunun hasarı aşma cəhdlərini aşkarlamaq üçün əlavə təhlükəsizlik tədbirləri qismində tətbiq edilir.



Şəkil 3.2. Təkmilləşdirilmiş “İQM” MXS-nin konseptual struktur sxemi

Perimetr üzrə hər tərəfdə zonalara nəzarət etmək üçün təyin olunmuş dirəklərdə qəbuledici-şüalandırıcı cütükdən təşkil olunmuş İQ duyğac quraşdırılmışdır. Bunlardan başqa, pozucunun yaxınlaşmasını daha uzaq məsafədən aşkarlamaq üçün obyektin perimetri uzunluğunu torpağın müəyyən dərinliyində VSD-lər quraşdırılmışdır. NBM-lərdən icazəsiz girişin qarşısını almaq və işçi personalın icazəli girişini təmin etmək üçün hermetik kontaktlar və GBNS vasitəsilə nəzarət nəzərdə tutulmuşdur.

MXS-nin fəaliyyət algoritmi şəkil 3.3-də göstərilmişdir.



Şəkil 3.3. Təkmilləşdirilmiş "İQM" MXS-nin fəaliyyətinin algoritmi

Alqoritm ərazidə baş verən qanunsuz müdaxilələrin vaxtında aşkarlanmasını təmin edir, müdafiə xarakteristikaları ilə bağlı MQ-nin fəaliyyət planını göstərir, eləcə də MQ-nin sayını minimuma endirməyə imkan verir.

İdarəetmə pultunda "Start" düyməsini sıxmaqla MXS işə qoşulur. ZİB blokunda duyğaların çıxış siqnallarına əsasən "Həyəcan"ın olması yoxlanılır. "Həyəcan" yoxdursa, sistem dövrü olaraq "Mühafizə" rejimində işini davam etdirir. Bu halda, monitorda əraziyə vizual nəzarət etmək və müdaxilə aktı aşkarlansa, "Həyəcan" siqnalını əl ilə işə salmaq mümkündür.

ZİB-də "Həyəcan" siqnalı qeydə alınarsa, bu zaman xəbərdaredici qurğular işə düşür. Sonra, MOİB-də həyəcan baş vermiş zonaya uyğun işıq diodu işıqlanır, eyni zamanda, müdaxilə aktı haqqında məlumatlar həm qeydə alınır və arxivləşdirilir, həm də İM-ə ötürülür. Məlumatların qeydə alınması və arxivləşdirilməsi videoregistrator, uzaq məsafədə yerləşən dispetçer məntəqəsində quraşdırılmış İM-ə ötürülməsi radiomodem (ötürücü) vasitəsilə yerinə yetirilir. Dispetçer məntəqəsində pozucunun təsvirini monitorda müşahidə etmək mümkündür.

"Həyəcan" siqnalı işə düşən anda MQ dərhal obyektə yaxınlaşır, pozucunun saxlanması istiqamətində müvafiq tədbirlər görür. Sistemin yenidən işə qoşulması "Start" düyməsi vasitəsilə yerinə yetirilir.

Alqoritmədən görüldüyü kimi MQ, MXS-nin iş fəaliyyətinin idarəedilməsini yerinə yetirmir, yalnız baş vermiş "Həyəcan" siqnalının səbəbini araşdırmaq üçün əraziyə yaxınlaşır.

Beləliklə, təkmilləşdirilmiş DİE avtomatlaşdırılmış MXS vasitəsilə strateji obyektləri effektiv, etibarlı və iqtisadi cəhətdən səmərəli mühafizəsini təşkil etmək, MQ-nin sayını minimuma endirmək mümkündür.

### 3.3. İntegrasiya olunmuş MXS-nin tətbiqi perspektivləri

MXS-lər AT sisteminin tərkib hissəsidir. Onların tətbiqi QMA-ların başvermə riskini mümkün qədər azaltmaq məqsədini daşıyır. MXS-ni quraşdırmaq, nəzarət tədbirlərini gücləndirmək, obyektlərin bütün növ terror və QMA-lara qarşı mühafizəsini təmin etmək üçün risklər riyazi təhlillərin yerinə yetirilməsi ilə idarə edilir.

MEO-nun təhlükəsizlik riski və qorunmama səviyyəsinin təhlili əsasında yerinə yetirilmiş müvafiq riyazi qiymətləndirmələrə baxaq.

**Təhlükəsizlik riskinin təhlili.** Risk, MEO-ya təhlükələrin təsirinin reallaşdırmasından yaranan potensial itkidir. Riskləri qiymətləndirərkən, adətən texniki sistemlərin keyfiyyət, istismar və fiziki göstəricilərindən istifadə edilir. Keyfiyyət göstəriciləri ədədi qiymətlərlə ifadə olunur, bunlar müxtəlif fiziki və şərti ölçü kəmiyyətləri, eləcə də vahidsiz kəmiyyətlər, məsələn, gözlənilən hadisənin başvermə ehtimalı və s. ola bilər. İstismar göstəriciləri avadanlıqların ilkin dəyərini və istismar qiymətini, bu avadanlıqla işləmək rahatlığını, dayanıqlığını və s. müəyyənləşdirir. Fiziki göstəricilər zəruri nəticənin əldə olunma yollarını xarakterizə edir. Bu göstəricilərin əksəriyyəti bir-biri ilə əlaqəlidir və bunlardan birinin dəyişməsi digərlərinin dəyişməsinə səbəb olur. Təhlükəsizlik riski təhlükə növünün, MXS-nin qorunmama səviyyəsinin və onun nəticələrinin aradan qaldırılması ilə əlaqədar olan aşağıdakı üç parametrin funksiyasıdır:

$$\text{Risk} = f(\text{təhlükə, qorunmama, nəticə}).$$

Obyektdə tətbiq edilən MXS üçün təhlükə qismində sistemin qorunmamasını, potensial təhlükələrin başvermə ehtimalı qismində riskləri müəyyənləşdirmək mümkündür. Təhlükəsizlik üzrə risklərin idarə edilməsi analitik və sistemlik prosesdir. Bu prosesdə obyektə, insanlara və ya MXS-yə qarşı yönəlmiş QMA-lar vasitəsilə nəticələnən ehtimal qiymətləndirilir.

Risklərin idarə edilməsi əsasında obyektin qorunma səviyyəsini müəyyənləşdirməklə MXS-nin effektivliyi nəzərə alınır. Effektivlik, qanunsuz müdaxilələr hesabına yaranan təhlükələrdən obyektin qorunmasını təmin etmək üçün İO MXS-nin əsas funksiyasını yerinə yetirmək ehtimalıdır. Effektiv MXS aşağıdakı xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunur:

- sistemin altsistemlərinin etibarlılığı;
- pozucunun aşkarlanması ehtimalı;
- MQ əməkdaşlarının hazırlıq səviyyəsi yüksək olmalıdır;
- pozucunun müəyyən müddətdə ləngidilməsi və pozuntu cəhdi haqqında məlumatı ötürmək imkanı olmalıdır.

Effektivliyin qiymətləndirilməsi MXS-nin müxtəlif təhlükələrə qarşı mübarizə qabiliyyətinin və ya qorunma səviyyəsinin aprior hesablamalarla müəyyənləşməsinə əsaslanır. Qorunma səviyyəsi tətbiq edilən sistem üçün obyektin qorunmazlığının təhlili mərhələsində müəyyən edilir.

Obyektin qorunma səviyyəsinin  $P_q$  ehtimal qiymətləndirilməsi vasitəsilə MXS-nin tətbiqinin əsaslandırılmasını müəyyənləşdirmək mümkündür. Bu zaman  $P_q$  ehtimalı, (3.1) ifadəsi ilə müəyyən edilir.

$$P_q = P_a \cdot P_{len} \quad (3.1)$$



burada,

- $P_a$  - pozucunun aşkarlanması ehtimalıdır;

- $P_{lən}$  - fiziki maneələr vasitəsilə pozucunun hərəkətləri-nin ləngidilməsi ehtimalıdır.

MXS-nin tətbiqinin effektivliyini qiymətləndirmək üçün obyektin qorunma səviyyəsini xarakterizə edən gözlənilən riskin qiymətindən də istifadə edilir. Gözlənilən riskin qiyməti (3.2) ifadəsi ilə hesablanır:

$$W = r^k \cdot P_b \quad (3.2)$$

burada,

- $r^k$  - k növlü pozucu üçün xarakterik olan hücumun təsirindən obyektə yerləşən kritik elementin sıradan çıxması riskinin kəmiyyət göstəricisidir. Bu kəmiyyət, hücumun təsiri zamanı mümkün maddi (sosial) itkilərin miqdarını göstərir və keyfiyyət göstəricisi (obyektin potensial təhlükəsi) hesab olunur.

- $P_b$  - k növlü pozucunun obyektə hücumu nəticəsində bütün növ QMA-ların baş vermə ehtimalıdır və (3.3) ifadəsi ilə hesablanır:

$$P_b = P_ç \cdot P_{q.s.} \quad (3.3)$$

burada,

- $P_ç$  - fiziki maneələri aşmaqla pozucunun obyektə çatması ehtimalıdır;

- $P_{q.s.}$  - obyektin qorunmazlıq səviyyəsini göstərən ehtimaldır.

Pozucunun aşkarlanması və hərəkətlərinin ləngidilməsi vasitələrinin mövcudluğu nəzərə alınmaqla obyektin *i*-ci kritik elementi üçün riskin qiyməti -  $W_i$ , (3.4) ifadəsi ilə hesablanır:

$$W_i = P_{real}^i \cdot W \quad (3.4)$$

burada,  $P_{real}^i$  - MEO-nun daxilində təhlükənin uğurlu reallaşdırılması ehtimalıdır.

Bütün kritik elementlər üçün riskin qiyməti nəzərə alınmaqla obyektə təhlükələrin reallaşdırılması zamanı mümkün itkilərin cəmi -  $W_{\sum i}$ , (3.5) ifadəsi ilə müəyyən edilir:

$$W_{\sum i} = \sum_i^m W_i \quad (3.5)$$

burada,  $m$  - obyektin kritik elementlərinin sayıdır.

Beləliklə, QMA-lar hesabına yaranan təhlükələrdən obyektin qorunmasını təmin etmək üçün MXS-nin yuxarıda göstərilən özünəməxsus xüsusiyyətlərini ayrı-ayrılıqda təhlil edib təhlükəsizlik riskini və bütövlükdə obyektin qorunmazlıq səviyyəsini qiymətləndirmək məqsədəuyğundur.

**Qorunmazlıq.** Bu kəmiyyət yerinə yetirilən mühafizə tədbirlərinin proqnozlaşdırılan təhlükələrə və ya müəyyənləşdirilmiş təhlükəsizlik tələblərinə uyğun olmamasının dərəcəsidir. Qorunmazlıq müxtəlif üsullardan, məsələn, qorunmazlıqların siyahısının tərtib olunub hesablanması, məntiqi sxemlərin tərtib edilməsi və məntiqi diaqramların qurulmasından istifadə etməklə müəyyən edilə bilər. Məntiqi

diqramlar pozucuların planlaşdırılan hərəkətlərinin nəticəsini təqribi qiymətləndirmək üçün qurulur.

Obyektin perimetrində tətbiq edilən MXS-nin qorunmazlıq səviyyəsinin ehtimalı, həm sistemin layihələndirilməsi və hazırlanması mərhələsində, həm də texniki baxımdan yenidən qurulması, təkmilləşdirilməsi və müasirləşdirilməsi zamanı müəyyən edilir. MXS-də qorunmazlığın təhlili:

-obyektin və mövcud sistemin qorunmazlıq səviyyəsinin qiymətləndirilməsi;

-obyekt üçün həm daxili, həm də xarici təhlükələrin və onların qarşısının alınması üsullarının müəyyənləşdirilməsi;

-ehtimal edilən təhlükələrə əsasən pozucuların modelinin qurulması;

-obyektin ərazisində pozucunun ən çox ehtimal olunan hədəflərinə uyğun mühafizəsi vacib olan kritik elementlərin müəyyənləşdirilməsi;

-obyekt ilə əlaqəli təhlükələrin reallaşdırılması zamanı mümkün itkilərin qiymətləndirilməsi;

-obyektin təhlükəsizliyini yüksək səviyyədə təmin edilməsi üçün ümumi tövsiyələrin hazırlanması məsələlərini həll etməyə imkan verir.

Qorunmazlığın təhlili zamanı proqnozlaşdırılan təhlükənin və pozucunun modeli, zaman parametrləri, texniki vasitələrdən istifadə etməklə pozucuların vaxtında aşkarlanması ehtimalı, MQ əməkdaşlarının cavab tədbirlərinin taktikası nəzərə alınır. Proqnozlaşdırılan təhlükənin modeli qismində qanunsuz müdaxilə zamanı pozucunun ən çox ehtimal edilən hərəkətləri, pis niyyətini həyata keçirməsinin mümkün yolları və s. qəbul edilir. Pozucunun modeli qismində, onun növləri, mümkün psixoloji vəziyyəti, şüuru, fiziki və texniki hazırlıq səviyyəsi və

s. başa düşülür. Zaman parametrləri kimi, pozucunun fiziki maneələri aşmasına sərf etdiyi vaxt, MQ əməkdaşlarının cavab tədbirləri görmə müddəti və s. qəbul edilir.

Qorunmazlıq İO MXS-nin müxtəlif altsistemlərinin funksiyası ilə müəyyən edilir və onu sistemin keyfiyyətinin inteqral göstəricisi qismində nəzərdən keçirməyə imkan verir. Qorunmazlıq səviyyəsinin ehtimalı bir və ya bir neçə xüsusi keyfiyyət göstəricisi sıfıra bərabər olan və ya işləmək qabiliyyəti olmayan MXS üçün  $P_{q.s.} = 1$ , bütün xüsusi keyfiyyət göstəricisi 1-ə bərabər olan ideal dərəcədə etibarlı sistem üçün  $P_{q.s.} = 0$  olur.

Göründüyü kimi, xüsusi keyfiyyət göstəricisinin artması MEO-nun qorunmazlığının azalmasına səbəb olur və qorunmazlığın təhlili perimetrdə tətbiq edilən MXS-ni təkmilləşdirmək üçün zəruri addım hesab edilir.

MXS-nin tətbiqi zamanı, həm keyfiyyət göstəricisi, həm də obyektin qorunmazlığının kəmiyyət göstəricisi nəzərə alınır. Qorunmazlığın kəmiyyət göstəricisi - fiziki maneələri aşmaqla pozucunun MEO-da hədəfə aldığı kritik elementə çatma ehtimalıdır ( $P_{ç}$ ). Kritik elementə çatma ehtimalı obyektin qorunma səviyyəsinin keyfiyyəti ilə əlaqəlidir və (3.6) ifadəsi ilə hesablanır:

$$P_{ç} = 1 - P_{lən} \quad (3.6)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, obyektin qorunmazlığının təhlili vasitəsilə perimetrdə tətbiq edilən İO MXS-nin müxtəlif altsistemlərinə pozucuların təsirinin ehtimal edilən nəticələrini, eləcə də mövcud sistemin qorunmayan yerlərini və çatışmazlıqlarını müəyyənləşdirmək, nəticədə effektiv şəkildə fəaliyyət göstərən sistemin strukturunu layihələndirmək mümkündür.

(3.1) ifadəsinə əsasən obyektin qorunmazlıq səviyyəsinin ehtimalını - ( $P_{q.s.}$ ) (3.7) ifadəsi ilə hesablamaq mümkündür:

$$P_{q.s.} = 1 - P_a \cdot P_{lən} \quad (3.7)$$

burada,  $P_a$  - pozucunun aşkar edilmə ehtimalıdır.

Obyektdə yerləşən kritik elementlərin təhlükəsizliyinə xidmət edən İO MXS-nin layihələndirilməsinin əsas xüsusiyyətlərindən biri də texniki vasitələri özündə birləşdirən kompleksin tərkibinin və arxitekturasının planlaşdırılmasıdır. Təhlükəsizliyin texniki vasitələri kompleksinin qurulması üzrə əsas iqtisadi səmərə maddi itkilərin əhəmiyyətli dərəcədə azaldılması nəticəsində əldə edilir. Maddi itkilərin əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasına potensial təhlükələrin reallaşdırılması zamanı risklərin idarə edilməsi prinsipi əsasında nail olunur.

Riski azaltmaq, obyektin zəif nöqtələrini müəyyənləşdirmək və onları aradan qaldırmaq həm məlum və ya potensial təhlükələrdən qorunma tədbirlərini təkmilləşdirməklə, həm də riskin qiymətləndirilməsi üsulları əsasında resurslardan məqsəddə uyğun və optimal şəkildə istifadə etməklə yerinə yetirilir. Risklərin idarə edilməsi prinsipi göstərir ki, ümumiyyətlə tam aradan qaldırmaq mümkün olmasa da, riski azaltmaq, obyektin zəif nöqtələrini müəyyənləşdirmək və onları aradan qaldırmaq mümkündür.

Beləliklə, MRL obyektində təkmilləşdirilmiş DİE İO “İQM” MXS-nin tətbiqi zəruri hesablamalar vasitəsilə əsaslandırılmışdır.

Obyektin ərazisində pozucunun ideal şəraitdə aşkarlanması və ləngiməsi ehtimallarını ( $P_a \approx 0,999$  və  $P_{lən} \approx 0,950$ ) nəzərə alaraq  $P_{ç}$  və  $P_{q.s.}$  ehtimalları hesablanmışdır.

$P_{\zeta}$  - fiziki maneələri aşmaqla pozucunun MRL obyektinin radiolokasiya sisteminə çatması ehtimalının:

$$P_{\zeta} = 1 - P_{1\text{ən}} = 1 - 0,950 \approx 0,050$$

$P_{\text{q.s.}}$  - obyektə yerləşən radiolokasiya sisteminin qorunmazlıq səviyyəsi ehtimalının:

$$P_{\text{q.s.}} = 1 - P_a \cdot P_{1\text{ən}} = 1 - 0,999 \cdot 0,950 \approx 0,051$$

olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

$P_{\zeta}$  və  $P_{\text{q.s.}}$  ehtimal qiymətlərinə əsasən pozucunun MRL obyektinin radiolokasiya sisteminə hücumu nəticəsində bütün növ terror və QMA-ların başvermə ehtimalı:

$$P_b = P_{\zeta} \cdot P_{\text{q.s.}} \approx 0,003$$

qiymətini almışdır. Bu qiymət (3.2) ifadəsində nəzərə alınsa, MRL obyektində yerləşən radiolokasiya sisteminin qorunma səviyyəsi üçün gözlənilən riskin qiyməti nəzərə alınmayacaq dərəcədə kiçik olur.

Beləliklə, fiziki maneələri aşmaqla pozucunun obyektə çatma ehtimalının ( $P_{\zeta} \approx 0,050$ ), obyektin qorunmazlıq səviyyəsi ehtimalının ( $P_{\text{q.s.}} \approx 0,051$ ), pozucunun hücumu nəticəsində bütün növ təhlükələrin reallaşması ehtimalının ( $P_b \approx 0,003$ ) az olması göstərir ki, MRL obyektini effektiv şəkildə qorunur.

Göründüyü kimi, mülki aviasiya obyektlərinin təhlükəsizlik sisteminin əsas tərkib hissəsi olan MXS-nin tətbiqi zamanı müvafiq riskin qiymətləndirilməsi üsullarından istifadə etmək zəruridir. Mövcud təhlükəsizlik tədbirlərindən istifadə

etməklə bütün növ təhlükələrdən obyektin tam mühafizəsini təmin etmək mümkün deyil, lakin risklərin idarəedilməsi vasitəsilə qanunsuz müdaxilə aktlarına qarşı effektiv qabaqlayıcı tədbirlər planı hazırlamaq mümkündür. Kritik elementlərin qorunmazlıq səviyyəsini azaltmaq üçün obyektlərdə inteqrasiya olunmuş MXS-nin tətbiqinin effektivliyinin aprior hesablamalarla əsaslandırılması məqsəddəuyğundur.

### **3.4. Seçilmiş struktur sxem əsasında MXS-nin riyazi modelinin qurulması**

MXS-nin fiziki və riyazi modelləri strateji obyektlərin texniki cəhətdən dayanıqlı, səmərəli və etibarlı mühafizə edilməsi xüsusiyyətini müəyyənləşdirmək üçün qurulur. MXS-nin riyazi modeli vasitəsilə personajların, avtomobillərin, zirehli texnikaların və s. hərəkətli elementlərin dinamik modelini yaratmaq mümkündür. Modelləşdirmə zamanı hər personajın özünəməxsus fəaliyyətini ifadə edən əhəmiyyətli məxsusi parametrlər müəyyən edilir.

Riyazi modellərdə hadisələrə reaksiyanın xarakteri, hərəkət marşrutunun müəyyənlişməsi, mühafizə və hücumun güc taktikasının vizual kompüter proqramlaşdırılması həyata keçirilir.

MXS-nin modelləşdirilməsi zamanı aşağıda sadalanan xüsusiyyətlər nəzərə alınır:

-fiziki müdafiə - pozucunun (kənar şəxsin) MEO-ya müdaxilə etməsinin qarşısının alınması imkanları;

-informasiyanın qorunması - kritik əhəmiyyətli məlumatların ələ keçirilməsinin və ya itkilərin qarşısının alınması qabiliyyəti;

-personalın idarəedilməsi - işçilərə nəzarətin təmin edilməsi və s.

Qeyd edildiyi kimi, fiziki MXS aşkarlama, ləngitmə və idarəetmə (təşkilətmə) elementlərini özündə birləşdirir. Sistemin dayanıqlılığı pozucunun məqsədinə çatması ehtimalının minimal olmasını ifadə edir. Strateji əhəmiyyətli obyektlərdə tətbiq edilən MXS, mühəndis-texniki qurğuların, müəssisənin resurslarının və həyati əhəmiyyətli maraqlarının pozucunun pis niyyətlə etmək istədiyi təhlükələrdən (QMA-lardan) müdafiəsinə yönəldilmiş təşkilati tədbirlərin, eləcə də qərarların özünəməxsus məcmusunu təşkil edir.

MRL obyektində istifadə edilən “İQM” MXS üçün riyazi modelləşdirmənin tətbiqi aşağıda göstərilən problemləri həll etməyə imkan verir:

-obyektin, eləcə də onun əhatəsində olan ərazinin sürətli və əyani vizual təsvirlərinin alınması;

-obyektdə hadisələrin başvermə xarakterinin operativ öyrənmək imkanının yaradılması;

-obyektin mühafizə sisteminin fəaliyyət və qurulma xüsusiyyətlərinin əyani formada təhlil edilməsi;

-obyekti terror, eləcə də QMA-ların müxtəlif formalarından mühafizə edən sistemin və altsistemlərin effektivliyinin qiymətləndirilməsi və təkmilləşdirilmiş variantlarının seçilməsi;

-obyektin mühafizə təhlükəsizliyinin təmin edilməsinin nəzəri əsaslarının mənimsənilməsi.

Növbəti hissədə, MRL obyektində tətbiq edilən MXS-nin pozucunu aşkarlama səviyyəsinin qiymətləndirilməsi və modelləşdirilməsi zamanı “obyekt-pozucu” riyazi modelinin qurulma prinsipləri elmi baxımdan təhlil edilmişdir.



Təkmilləşdirilmiş “İQM” MXS-nin riyazi modelinə daha yaxın olan modelə əsasən, şərti olaraq D adlandırılan mühafizə edilən zonanın perimetri  $S_D$  ilə, mühafizə edilən obyektlər  $M_D$  ilə işarə edilmişdir.  $S_D$ -nin hər hansı nöqtəsindən, D zonasının daxilində yerləşən  $M_D$  obyektlərinə qanunsuz müdaxilə cəhdləri zamanı MXS-nin altsistemləri (videokamera, İQ, tutum duyğacıları, herkon, GBNS və s.) vasitəsilə pozucuların aşkar edilməsi  $P(M, \tau)$  aşkarlama funksiyası ilə xarakterizə olunmuşdur.  $P(M, \tau)$  funksiyası, aşkarlama vasitələrinin optimal yerləşdirilməsi, eləcə də onların inteqrasiyası ilə təyin edilir və  $\tau \rightarrow 0$  olduqda,  $P(M(x, y), \tau)$  funksiyası kəsilməz hesab edilir.

Mürəkkəb mühafizə strukturuna malik MRL obyektində dayanıqlı, səmərəli və etibarlı MXS-nin qurulmasına iki nöqtəyi-nəzərdən yanaşılmışdır.

Birincisi, nəzəri baxımdan, qanunsuz müdaxilə daxili ərazi ilə bağlı olarsa, onda obyektin perimetrinin və daxili ərazinin mühafizəsini bir-birindən fərqləndirmək lazımdır. Ona görə ki, obyektin perimetri əsasən kənardan QMA-lara qarşı əks təsirin əsas sərhəddidir. Bununla əlaqədar, obyektin daxili ərazilərində və onun perimetrinin xaricində MXS-nin tətbiq edilməsində fərqlər nəzərə alınmışdır.

İkincisi, modelləşdirmə baxımından, mühafizə prosesi iki komponentdən: təşkilati müdafiə və texniki mühafizə vasitələrindən təşkil olunmuşdur. Obyektin mühafizəsi təşkilati müdafiədə MQ-dən istifadə etməklə perimetr üzrə patrul xidməti, xarici hasarın çəkilməsi və s. tədbirlərlə, texniki mühafizədə isə videomüşahidə sistemləri, müxtəlif növ (tutum, İQ, radiodalğalı, İYT, vibrasiyaya həssas və s. duyğacı) qurğularla yerinə yetirilir.

Modelləşdirmə prosesində MXS-nin hər iki komponenti vasitəsilə həyata keçirilən mühafizə məsələləri nəzərdən keçirilmiş və ikincinin daha effektiv olması təsdiq olunmuşdur.

MEO-nun perimetrində tətbiq edilən MXS-ni və obyektin texniki mühafizə zonasını pozucunun aşağı bilməmə ehtimalları üçün verilmiş müvafiq ifadələrdən istifadə edilmişdir. Perimetrin adi (təhlükəli olmayan) zonasında texniki vasitələrin sayı -  $N_{z.1.tex}$  (3.8) ifadəsinə əsasən hesablanmışdır:

$$N_{z.1.tex} = \frac{N_{per.tex}}{\left(\frac{l_{per}}{l_{z.1.tex}} - (1 - \alpha_{tex.z})v\right)} \quad (3.8)$$

burada,

- $N_{per.tex}$  - obyektin perimetr uzununu texniki vasitələrin (məsələn, videokameraların, tutum duyğacılarının və s.) sayı;

- $l_{per}$  - MEO-nun perimetrinin uzunluğu;

- $l_{z.1.tex}$  - bir texniki vasitənin (məsələn, bir videokamera vasitəsilə müşahidə edilən) dayanıqlı və etibarlı identi-fikasiya zonasının uzunluğu;

- $v$  - ərazinin daxilində yerləşən təhlükəli obyektlərin sayı;

- $\alpha_{tex.z} > 1$  - təhlükəli və ya xüsusi zonada texniki vasitələrin (məsələn, videokameraların) sıxlığının artma əmsalındır ( $\alpha_{tex.z} = 2,57$  qəbul edilmişdir).

Bir texniki vasitə ilə pozucunun aşkar edilmə ehtimalı MEO-nun adi zonasında (3.9), təhlükəli zonasında (3.10) ifadələrinə əsasən hesablanmışdır:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - p_{z.per})^{N_{z.1.tex}} =$$

$$= 1 - \left(1 - \frac{\gamma_{tex} \cdot \lambda \cdot w}{1 + (l_{z.1.tex})^2}\right)^{N_{z.1.tex}} \quad (3.9)$$

$$P_{t\grave{e}h.aş} = 1 - \left(1 - p_{z.per}\right)^{\alpha_{tex.z} \cdot N_{z.1.tex}} =$$

$$= 1 - \left(1 - \frac{\gamma_{tex} \cdot \lambda \cdot w}{1 + (l_{z.1.tex})^2}\right)^{\alpha_{tex.z} \cdot N_{z.1.tex}} \quad (3.10)$$

burada,

$-\gamma_{tex}$  - mühafizə vasitəsinin texniki xüsusiyyətindən asılı olan əmsaldır (bu zaman hesab edilir ki, obyektdə olan bütün videokameralar oxşardır) və  $p_{z.per} = \frac{\gamma_{tex}}{(l_{z.1.tex})^2}$  bərabərliyinə əsasən hesablanmışdır;

$-\lambda$  - zonanın işıqlandırılma dərəcəsidir;

$-w$  - illik iqlim şəraitinə (yağış, qar, toz, duman və s.) uyğun havanın aydınlıq dərəcəsidir.

Zona açıq ərazidə yerləşərsə,  $\lambda$  və  $w$  parametrlərinin qiymətləri:  $0 \leq \lambda \leq 1$  və  $0 \leq w \leq 1$  diapazonu daxilində, lakin zona qapalı ərazidə yerləşərsə (məsələn, İQ işıqlandırılan videokameralar üçün 10% işıqlanma keçərlidir və hava şəraiti zonanın görünüşünə təsir göstərmir),  $\lambda_i = 0,1$  və  $w_i = 1$  qəbul edilir. Müşahidə zonasında pozucunun aşkarlanması ehtimalı həm işıqlandırılmanın, həm də hava şəraitinin ideal olduğu halda ( $\lambda = 1$  və  $w = 1$ ), təcrübəyə uyğun olaraq  $p_{z.per} = 0,95$  qəbul edilmişdir.

Obyektin texniki mühafizə zonasını pozucunun aşkar bilməmə ehtimalı (3.9) və (3.10) ifadələrindən tapılır:

$$P_{per.tex} = 1 - \left(1 - P_{adi.aş}\right)^{\frac{l_{per}}{l_{z.1.tex}} - v} \cdot \left(1 - P_{t\grave{e}h.aş}\right)^v \quad (3.11)$$

MEO-nun perimetrini keçən pozucunun aşkar edilmə ehtimalını qiymətləndirməyə imkan verən (3.8) - (3.11) ifadə-

lərinə oxşar olaraq, obyektin ərazisində baş verən QMA-ların aşkarlanması ehtimalı -  $P_{\text{tex.ər}}$  (3.12) ifadəsi ilə hesablanır:

$$P_{\text{tex.ər}} = 1 - \prod_{i \in O} (1 - p_{\text{adi.z}}^{(i)}) \cdot \prod_{j \in D} (1 - p_{\text{təh.z}}^{(j)}) \quad (3.12)$$

burada,

$-p_{\text{adi.z}}^{(i)}$  və  $p_{\text{təh.z}}^{(j)}$  - ehtimalları uyğun olaraq,  $i$ -ci adi zonada və  $j$ -ci xüsusi zonada (qiymətli materiallar, sənədlər və s. saxlanan yerlərdə) olan qanunsuz müdaxilələrin aşkarlanması ehtimallarıdır;

- $O$  və  $D$  uyğun olaraq, MEO-nun adi və xüsusi zonalarının siyahısıdır.

Təkmilləşdirilmiş DİE İO avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS-də istifadə edilən altsistemlər üçün zəruri hesabatlar yuxarıda verilmiş (3.8)-(3.12) ifadələrinə əsasən yerinə yetirilmişdir.

MXS-nin altsistemlərini təşkil edən VSD-lərin, hermetik kontaktların və GBNS-lərin aşkarlama qabiliyyəti havanın aydınlıq dərəcəsindən və illik iqlim şəraitindən asılılığı nəzərə alınmayacaq dərəcədə kiçik olduğundan, hesablamalarda  $\lambda$  və  $w$ -nün qiyməti ideal şərait üçün qəbul edilmişdir ( $\lambda = 1$ ;  $w = 1$ ).

Qeyd etmək lazımdır ki, aşkarlama qabiliyyəti havanın aydınlıq dərəcəsindən və illik iqlim şəraitindən asılı olan bəzi texniki vasitələr üçün müvafiq atmosfer şəraitlərinə uyğun yerinə yetirilmiş hesablamalar zamanı, Bakı şəhərinin iqlim şəraiti və çirklənmə dərəcəsi nəzərə alınaraq,  $w = 0,7$  və mühafizə edilən zonada daimi işıqlanma olduğu üçün havanın aydınlıq dərəcəsi  $\lambda = 0,8$  qəbul edilmişdir.

Spektrin İQ diapazonu optik və radiodiapazonlar arasında 0,7 mkm-dən 1 mm-ə qədər zolaqdan ibarət olur. Su buxarı bu

diapazona malik olan İQ və İQ lazer şüalanmanı çox güclü şəkildə udur. Ona görə, həmin diapazona malik olan “Photo Beams Detector” tipli İQ (dalğa uzunluğu - 0,940 mkm) və Optex REDSCAN RLS-3060 tipli lazer şüalı (0,905 mkm) duyğaclardan təşkil olunmuş altsistemin aşkarlama qabiliyyətinin atmosferin rütubətliliyindən asılılığı nəzərə alınmışdır.

Hər altsistem vasitəsilə MRL obyektinin adi və təhlükəli zonasında baş vermiş qanunsuz müdaxilələrin aşkarlanması ehtimalları (3.9) və (3.10) ifadələrinə əsasən hesablanmışdır. Buna görə  $l_{per} = 200$  m,  $\alpha_{tex,z} = 2,57$ ;  $\nu = 2$  (elektrik xətti və naviqasiya obyektı) olduğu nəzərə alınmış və (3.8) ifadəsinə əsasən  $N_{z.1.tex}$  müəyyənləşdirilmişdir.

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

$$N_{z.1.tex} = \frac{5}{\left(\frac{200}{40} - (1 - 2,57) \cdot 2\right)} \approx 0,614$$

$N_{z.1.tex} \approx 0,614$  və  $0,95 = \frac{\gamma_{tex}}{(40)^2}$  bərabərliyindən,  $\gamma_{tex} = 1520$  qiymətləri müəyyən ediləndən sonra, obyektin adi və təhlükəli zonasında pozucunun aşkarlanması ehtimalının hesablanması iki hal üçün yerinə yetirilmişdir.

Birici halda,  $\lambda = 1$  və  $w = 1$  olduqda:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,94)^{0,614} \approx 0,822$$

$$P_{təh.aş} = 1 - \left(1 - \frac{1520 \cdot 1 \cdot 1}{1 + (40)^2}\right)^{2,57 \cdot 0,614} \approx 0,988$$

İkinci halda,  $\lambda = 0,8$  və  $w = 0,7$  olduqda:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,532)^{0,614} \approx 0,373$$

$$P_{təh.aş} = 1 - \left(1 - \frac{1520 \cdot 0,8 \cdot 0,7}{1 + (40)^2}\right)^{2,57 \cdot 0,614} \approx 0,698$$

Hasara yaxınlaşanları daha uzaq məsafədən (3-4 m) aşkarlayan, eləcə də lağımlamanın qarşısını alan, SG-01 tipli VSD-lərin bir şleyfinin uzunluğunun  $l_{z.1.tex} = 45$  m,  $N_{per.tex} = 5$  olduğu nəzərə alınaraq,  $N_{z.1.tex}$  sayı hesablanmışdır:

$$N_{z.1.tex} = \frac{5}{\left(\frac{200}{45} - (1 - 2,57) \cdot 2\right)} \approx 0,659$$

$N_{z.1.tex} \approx 0,659$  və  $\gamma_{tex} = 1923,75$  qiymətləri müəyyən ediləndən sonra, pozucunun ideal şəraitdə aşkarlanması ehtimallarının:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,950)^{0,659} \approx 0,861$$

$$P_{təh.aş} = 1 - \left(1 - \frac{1923,75 \cdot 1 \cdot 1}{1 + (45)^2}\right)^{2,57 \cdot 0,659} \approx 0,994$$

olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

Hasara yaxınlaşanları 0,5 m məsafədən aşkarlamaq üçün MRL obyektinin bütün perimetrini əhatə edən bir ədəd CO-3 tutum duyğacından istifadə edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, tutum duyğaçlarının aşkarlama qabiliyyətinin havanın aydınlıq dərəcəsiindən asılılığı yoxdur ( $\lambda = 1$ ), bu səbəbdən hesablamalar zamanı yalnız illik iqlim şəraitindən asılılıq nəzərə alınmışdır.  $N_{per.tex} = 1$ ;  $l_{z.1.tex} = 200$  m olduğu nəzərə alınaraq,  $N_{z.1.tex}$  sayı müəyyənləşdirilmişdir:

$$N_{z.1.tex} = 4 \cdot \frac{1}{\left(\frac{200}{200} - (1 - 2,57) \cdot 2\right)} \approx 0,966$$

$N_{z.1.tex} \approx 0,966$  və  $\gamma_{tex} = 38000$  qiymətləri müəyyən ediləndən sonra, pozucunun aşkarlanması ehtimallarının hesablanması iki hal üçün yerinə yetirilmişdir.

Birici halda,  $\lambda = 1$  və  $w = 1$  olduqda:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,949)^{0,966} = 0,944$$

$$P_{təh.aş} = 1 - \left(1 - \frac{38000 \cdot 1 \cdot 1}{1 + (200)^2}\right)^{2,57 \cdot 0,966} \approx 0,999$$

İkinci halda,  $\lambda = 1$  və  $w = 0,7$  olduqda:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,665)^{0,966} = 0,652$$

$$P_{təh.aş} = 1 - \left(1 - \frac{38000 \cdot 1 \cdot 0,7}{1 + (200)^2}\right)^{2,57 \cdot 0,966} = 0,934$$

Hasardan daxili tərəfədə bir metr məsafədə quraşdırılmış “Photo Beams Detector” İQ duyğacıları üçün  $N_{per.tex} = 12$  və  $l_{z.1.tex} = 75$  m olduğu nəzərə alınaraq, bir zonaya düşən dəstin  $N_{z.1.tex}$  sayı müəyyənləşdirilmişdir:

$$N_{zona1.tex} = \frac{12}{\left(\frac{200}{75} - (1 - 2,57) \cdot 2\right)} \approx 2,07.$$

$N_{z.1.tex} \approx 2,07$  və  $\gamma_{tex} = 5343,75$  qiymətləri müəyyən ediləndən sonra, pozucunun aşkarlanması ehtimallarının hesablanması iki hal üçün yerinə yetirilmişdir.

Birinci halda,  $\lambda = 1$  və  $w = 1$  olduqda:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,949)^{2,07} \approx 0,998$$

$$P_{təh.aş} = 1 - \left(1 - \frac{5343,75 \cdot 1 \cdot 1}{1 + (75)^2}\right)^{2,57 \cdot 2,07} \approx 0,999$$

İkinci halda,  $\lambda = 1$  və  $w = 0,7$  olduqca:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,665)^{2,07} \approx 0,896$$

$$P_{təh.aş} = 1 - \left(1 - \frac{5343,75 \cdot 1 \cdot 0,7}{1 + (75)^2}\right)^{2,57 \cdot 2,07} \approx 0,997$$

Mühafizə kompleksində hasarı aşma cəhdlərinin qarşısını almaq üçün əlavə təhlükəsizlik tədbirləri qismində Optex REDSCAN RLS-3060 tipli lazer şüalı sistem tətbiq edilmişdir. Bu sistem MEO-nun mərkəzi hissəsində müəyyən hündürlükdə quraşdırılmışdır. Onun əhatə radiusunun 60 m olması nəzərə alınsa, onda bu sistem 120 m diametrlı əraziyə nəzarət edə bilir ( $l_{z.1.tex} = 120$  m). Deməli, lazer şüalı sistemin bir ədədi MRL obyektinin perimetrinin bütün zonalarını əhatə edir. Bütün bunlar nəzərə alınaraq,  $N_{z.1.tex}$  sayı müəyyənləşdirilmişdir:

$$N_{z.1.tex} = 4 \cdot \frac{1}{\left(\frac{200}{120} - (1 - 2,57) \cdot 2\right)} \approx 0,84$$

$N_{z.1.tex} \approx 0,84$  və  $\gamma_{tex} = 13680$  qiymətləri müəyyən ediləndən sonra, pozucunun aşkarlanması ehtimallarının hesablanması iki hal üçün yerinə yetirilmişdir.

Birinci halda,  $\lambda = 1$  və  $w = 1$  olduqca:



$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,950)^{0,84} \approx 0,919$$

$$P_{təh.aş} = 1 - \left(1 - \frac{13680 \cdot 1 \cdot 1}{1 + (120)^2}\right)^{2,57 \cdot 0,84} \approx 0,998$$

İkinci halda,  $\lambda = 1$  və  $w = 0,7$  olduqda:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,665)^{0,84} = 0,601$$

$$P_{təh.aş} = 1 - \left(1 - \frac{13680 \cdot 1 \cdot 0,7}{1 + (120)^2}\right)^{2,57 \cdot 0,84} \approx 0,905$$

MEO-nun ərazisinə avtomobillərin icazəsiz girişinin qarşısını almaq və işçi personalın icazəli girişini təmin etmək üçün qapıda maqnit və hermetik kontaktlar vasitəsilə nəzarət nəzərdə tutulmuşdur. Bu kontaktlar yalnız mexaniki təsirlər və yüksək elektrik cərəyanı yaranarsa, aşkarlama qabiliyyətini itirir. Buna görə hesablamalar, ideal şərait üçün yerinə yetirilmişdir.  $N_{per.tex} = 3$ ;  $l_{z.1.tex} = 200$  m olduğu nəzərə alınaraq, maqnit və hermetik kontaktların bir zonaya düşən  $N_{z.1.tex}$  sayı müəyyənləşdirilmişdir:

$$N_{z.1.tex} = 4 \cdot \frac{3}{\left(\frac{200}{200} - (1 - 2,57) \cdot 2\right)} \approx 2,896$$

$N_{z.1.tex} \approx 2,896$  və  $\gamma_{tex} = 38000$  qiymətləri müəyyən ediləndən sonra, pozucunun ideal şəraitdə aşkarlanması ehtimallarının:

$$P_{adi.aş} = 1 - (1 - 0,950)^{2,896} \approx 0,999$$

$$P_{t\grave{e}h.a\grave{s}} = 1 - \left(1 - \frac{38000 \cdot 1 \cdot 1}{1 + (200)^2}\right)^{2,57 \cdot 2,896} \approx 0,999$$

olduđu myynlşdirilmişdir.

Obyektin nəzarət buraxılış məntəqəsindən řxslrin icazəsiz girişinin qarşısını almaq və işçi personalın icazəli girişini təmin etmək un Time Control Factory Pass GBNS-dən istifadə edilmişdir. Bu texniki vasitə qapalı zonada tətbiq edildiyinə görə hesablamalar, ideal řrait un yerinə yetirilmişdir.  $N_{per.tex} = 1$ ;  $l_{z.1.tex} = 200$  m olduđu nəzərə alınaraq, GBNS-nin bir zonaya düşən  $N_{z.1.tex}$  sayı myynlşdirilmişdir:

$$N_{z.1.tex} = 4 \cdot \frac{1}{\left(\frac{200}{200} - (1 - 2,57) \cdot 2\right)} \approx 0,966$$

$N_{z.1.tex} \approx 0,966$  v  $\gamma_{tex} = 38000$  qiymətləri müyyən ediləndən sonra, pozucunun ideal řraitd aşkarlanması ehtimallarının:

$$P_{adi.a\grave{s}} = 1 - (1 - 0,950)^{0,966} \approx 0,945$$

$$P_{t\grave{e}h.a\grave{s}} = 1 - \left(1 - \frac{38000 \cdot 1 \cdot 1}{1 + (200)^2}\right)^{2,57 \cdot 0,966} \approx 0,999$$

olduđu myynlşdirilmişdir.

$P_{adi.a\grave{s}}$  və  $P_{t\grave{e}h.a\grave{s}}$  ehtimallarının qiymətləri nəzərə alınaraq, “İQM” MXS-nin hər altsistemi vasitəsilə mühafizə edilən texniki zonanı pozucuların aşı bilməmələri ehtimalı (3.11) ifadəsinə əsasən hesablanmış və hər bir altsistem un  $P_{per.tex} = 0,999$  olduđu myynlşdirilmişdir.

Bütün bunları nəzərə alaraq, aeroportun təhlükəsizlik zonasında yerləşən və MA-ya xidmət edən MRL obyektinin ərazisində baş verən qanunsuz müdaxilələrin ideal şəraitdə aşkarlanması ehtimalı (3.12) ifadəsinə əsasən hesablanmış və  $P_{\text{tex.ər}} = 0,999$  qiyməti alınmışdır.

Beləliklə, hesablamalara əsasən qeyd etmək olar ki, təkmilləşdirilmiş “İQM” MXS-də inteqrasiya olunmuş hər altsistem vasitəsilə ideal şəraitdə adi və təhlükəli zonada pozucunun aşkarlanması ehtimalı kifayət qədər yüksəkdir:

videokamera üçün -  $P_{\text{adi.aş}} = 0,822$  və  $P_{\text{təh.aş}} = 0,988$

VSD-lərin bir şleyfi üçün -  $P_{\text{adi.aş}} = 0,861$  və  $P_{\text{təh.aş}} = 0,994$

tutum duyğacı üçün -  $P_{\text{adi.aş}} = 0,944$  və  $P_{\text{təh.aş}} = 0,999$

İQ duyğacının bir dəsti üçün -  $P_{\text{adi.aş}} = 0,998$  və  $P_{\text{təh.aş}} = 0,999$

lazer şüalı sistem üçün -  $P_{\text{adi.aş}} = 0,919$  və  $P_{\text{təh.aş}} = 0,998$ ;

hermetik kontaktlar üçün -  $P_{\text{adi.aş}} = 0,999$  və  $P_{\text{təh.aş}} = 0,999$

girişə biometrik nəzarət sistemi üçün -  $P_{\text{adi.aş}} = 0,945$  və

$P_{\text{təh.aş}} = 0,999$

Ümumiyyətlə, mühafizə edilən MRL obyektində mümkün olan zərərli təsirlərin qarşısının alınması üzrə təhlükəsizlik fəaliyyətinin təmin edilməsinin qurulmuş riyazi modeli təkmilləşdirilmiş MXS-nin tamlığını müəyyən edir.

### **3.5. İki avtogeneratorlu diferensial tutum qurğusunun proqram təminatının işlənilməsi**

İnteqrasiya olunmuş MXS, müxtəlif nəzarət konturlarını təşkil edən texniki vasitələrin birgə işini vahid proqram təminatı əsasında təmin edir. Texniki vasitələrin birgə işi əvvəldən tərtib edilmiş alqoritmlər üzrə yerinə yetirilir. Mühafizə edilən

əraziyə qanunsuz müdaxiləni aşkarlama effektivliyini və etibarlılığını artırmaq üçün bu sistemlərin proqram-aparat təminatı təkmilləşdirilir. Nəzarət konturları və ya HE-ləri açıq havada quraşdırılan İO MXS üçün məlumatın ötürülməsində istifadə edilən interfeysin - məlumat mübadilə kanalının etibarlılığı böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Praktiki olaraq, açıq havada yerinə yetirilən istənilən müasir təcrübənin, eləcə də MXS-nin işinin mühüm mərhələsi, alınan məlumatların toplanılması, sonrakı emalı və təhlili üçün onların kompüterdə rəqəmsal formada saxlanmasıdır.

Müasir elektron komponentlər bazası və ölçü texnikası məlumatları toplamaq və eksperimental maketi idarəetmək üçün əks əlaqənin təşkilini təmin edən ölçü komplekslərini hazırlamağa imkan verir. Radiofizika və elektronika sahələrində təcrübələrin yerinə yetirilməsi, müxtəlif qurğuların eksperimental maketlərinin qurulması və fiziki kəmiyyətlərin ölçülməsi, eləcə də təcrübə prosesinin avtomatlaşdırılmış idarəedilməsi proqram-aparat təminatını özündə birləşdirən universal platformalardan istifadə etməklə mümkündür.

Tezliyi və amplitudası geniş diapazonda dəyişən siqnallar ilə işləyən, əldə olunmuş məlumatı toplayan, təhlil və emal edən universal platformalar mövcuddur. Bu platformalarda avadanlığın idarəedilməsini təmin edən, asan öyrənilən qrafik proqramlaşdırma dillərindən və idarəedici aparat modullarından istifadə edilir.

Radiofiziki təcrübələrin qurulması ilə əlaqəli bir sıra məsələləri səmərəli və tez həll etmək üçün Arduino proqram-aparat platformasını istifadə etmək mümkündür. Platforma qiymətinin ucuz, proqram təminatının pulsuz, sadələşdirilmiş proqramlaşdırma dillərindən istifadə etməklə mənimsənilmə

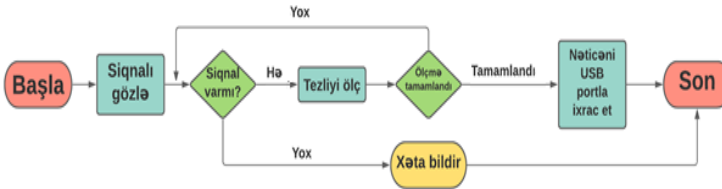
imkanının sürətli, əlavə elementlər və quraşdırılma avadanlığı üçün tələblərin minimal olması ilə fərqlənir.

Arduino platforması fiziki sınaqlarda istifadə edilən ölçmələr, məlumatların kompüterə ötürülməsi və icraedici qurğuların idarə olunması ilə bağlı bir çox texniki məsələləri qısa müddətdə, asanlıqla və daha az material sərf etməklə həll etməyə imkan verir.

Arduino platformasının baza modullarından biri hesab edilən Arduino Uno modulunun çap lövhəsində əvvəldən quraşdırılmış iki mikrokontroller var. Bunlardan biri - 20 MHz-ə qədər takt tezliyində işləyən, 32 KB-FLASH komanda yaddaşına və 2 KB-SRAM məlumat yaddaşına malik inkişaf etdirilmiş ATmega328, ikinci - USB interfeysi vasitəsilə qurğulararası məlumat mübadiləsinə xidmət edən ATmega8U2 mikrokontrolleridir. Fiziki olaraq, baza modulu və kompüter USB port vasitəsilə birləşsə də, onlar arasında məlumat mübadiləsi virtual COM port (VCP) rejimində yerinə yetirilir.

Arduino mühitində yazılmış proqramın başlanğıc kodu "sketch" adlanır. "Sketch" yazıldıqdan sonra kontrollerə yüklənir (buna görə mühitdə "yükləmə" düyməsindən istifadə edilir) və bundan sonra proqram dərhal icra olunmağa başlayır. "Sketch" bütün Arduino baza modullarında işləyir.

Diferensial tutum qurğusunda avtogeneratorların çıxış siqnallarının tezlikləri ilə bağlı məlumatı noutbuka ötürmək üçün iki Arduino Uno modulundan istifadə edilmişdir. Arduino modullarında yazılmış proqramın alqoritminin blok-sxemi və başlanğıc kodu şəkil 3.4-də göstərilmişdir.



a)

<pre> #include &lt;FreqCount.h&gt; float deyer,count; void setup() {   FreqCount.begin(1000);   Serial.begin(9600); } void loop() { </pre>	<pre> if (FreqCount.available()) {   float count = FreqCount.read();   deyer= count;   Serial.println(deyer);   delay(1000); } } </pre>
--	---

b)

Şəkil 3.4. Arduino moduluna yazılmış proqramı  
a) alqoritminin sadə blok-sxemi, b) başlanğıc kodu (sketch)

Noutbukda yazılmış Unity proqram təminatı vasitəsilə avtogeneratorların tezlikləri ilə bağlı məlumat qeydə alınır, tezlik qiymətləri müqayisə edilir, aralarındakı fərq monitorda göstərilir və fərqi qiymətindən asılı olaraq həyəcan siqnalı yaradılır.

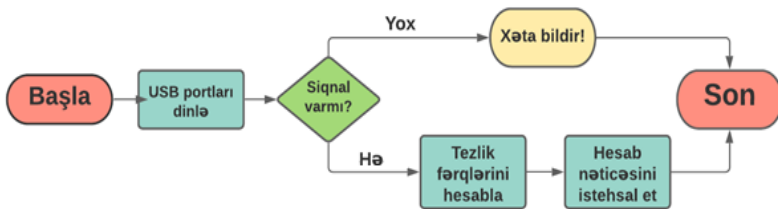
Noutbukda yazılmış proqramın alqoritminin blok-sxemi və başlanğıc kodu şəkil 3.5-də göstərilmişdir.

Sınaqlar zamanı həyəcan siqnalının yaradılması, siqnal-ların tezlik qiymətləri arasındakı fərq  $\Delta f = 100$  Hz-dən çox olduqda yerinə yetirilmişdir.  $\Delta f$ -in qiyməti idarə ediləndir və təcrübədən dəqiqləşdirilir.

Arduino platformasında işlənmiş proqram təminatından istifadə etməklə perimetrin İO MXS-nin tərkibinə daxil olan nəzarət konturları arasında çoxsaylı informasiya mübadiləsi təşkil edilir. Bu zaman həm həyəcan siqnalı, həm də bütün

nəzarət konturlarında baş verən hadisələr haqqında çoxsaylı məlumatlar operatora ötürülür.

MXS-nin vəziyyəti və nəzarət konturları obyektin qrafik planına uyğun idarə edilir. Obyektin cari vəziyyəti haqqında məlumatlar avtomatlaşdırılmış halda operatorun kompüterinə göndərilir və kompüterin monitorunda görünür. Bu da operatorun fəaliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə asanlaşdırır və qərar qəbuletmə müddətini qısaldır.



a)

<pre> using System.Collections; using System.Collections.Generic; using System.IO.Ports; using UnityEngine.SceneManagement; using UnityEngine.UI; using UnityEngine.Audio; using UnityEngine; public class Sensor : MonoBehaviour {     public InputField daxil;     public float sd1,     ferqucundeyer,inputDeyer;     public AudioSource audioData;     public GameObject errorPanel;     SerialPort sp = new     SerialPort("COM4", 9600);     SerialPort sp2 = new     SerialPort("COM3", 9600);     public string deyer1,deyer2;     public Text tez1, tez2, ferqtext;//, IT1;     public Image errorMan;     public string daxiledilen;     void Start()     { </pre>	<pre> string[] inputDeyer= daxiledilen.Split(',');ferqucundeyer= float.Parse(inputDeyer[0]);     }     void Update()     {     if (sp.IsOpen &amp;&amp; sp2.IsOpen)     {     deyer1 = sp.ReadLine();     deyer2 = sp2.ReadLine();     }     else {     errorPanel.SetActive(true);     }     string[] bir = deyer1.Split(',');     string[] iki = deyer2.Split(',');     float IMP1 = float.Parse(bir[0]);     float IMP2 = float.Parse(iki[0]);     float ferq = Mathf.Abs( IMP1 -     IMP2);     Debug.Log(ferq);     tez1.text = "" + IMP1;     tez2.text = "" + IMP2;     ferqtext.text = "" + ferq; </pre>
--	--

<pre> errorPanel.SetActive(false); sp.Open(); sp.ReadTimeout = -1; sp2.Open(); sp2.ReadTimeout = -1;  errorMan.GetComponent&lt;Image&gt;().color = new Color32(255, 255, 225, 225); tez1.GetComponent&lt;Text&gt;(); tez2.GetComponent&lt;Text&gt;(); ferqtext.GetComponent&lt;Text&gt;(); audioData = GetComponent&lt;AudioSource&gt;(); } private void LateUpdate() { daxiledilen = daxil.text; </pre>	<pre> Debug.Log(ferquncudeyer); if (ferq &gt;= ferquncudeyer) { Debug.Log("asasas"); errorMan.GetComponent&lt;Image&gt;().color = new Color32(255, 0, 0, 225); audioData.Play(); } else { errorMan.GetComponent&lt;Image&gt;().color = new Color32(255, 225, 225, 225); audioData.Stop(); } } } } </pre>
--	--

b)

Şəkil 3.5. Noutbukda yazılmış Unity proqramı

a) alqoritminin sadə blok-sxemi, b) başlangıç kodu (sketch)

Beləliklə, işlənilmiş vahid proqram təminatı həm geniş funksional xüsusiyyətlərə, operator üçün rahat işləmə imkanına malikdir, həm də onun vasitəsilə pozucunun yaxınlaşması zamanı iki avtogeneratedorlu diferensial tutum qurğusunun tezlik dəyişməsinin fərqlini etibarlı şəkildə xəbərdarlıq signalına çevirmək mümkündür. Proqram təminatının kifayət qədər yüksək etibarlılığı və müvafiq təhlükəsizlik tələblərinə malik olması iki avtogeneratedorlu diferensial tutum qurğusunun strateji obyektlərin, o cümlədən mülki aviasiya obyektlərinin mühafizəsində tətbiqinə imkan verir.



## **4. İŞLƏNİLMİŞ MÜHAFİZƏ-XƏBƏRDARLIQ SİSTEMİNİN XARAKTERİSTİKALARININ TƏHLİLİ**

### **4.1. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin etibarlılığının qiymətləndirilməsi**

Məlumdur ki, avtomatlaşdırılmış MXS-lərdə alqoritmlərin reallaşdırılmasının keyfiyyət göstəriciləri müxtəlif amillərdən asılıdır. Bunlara, sürət və effektivlik, maneələrə qarşı dayanıqlılıq, sxemotexniki etibarlılıq, işləmə müddəti, sərf olunan güc, çəki, ölçülər, xidmətin sadə və ya mürəkkəb olması, xidmət edən personalın ixtisaslaşma dərəcəsi aiddir.

Keyfiyyət göstəriciləri qismində həm nəzəri, həm də statik təyinatla malik daha vacib konstruktiv etibarlılıq göstəricilərindən istifadə edilir.

Statik etibarlılıq göstəriciləri mürəkkəb sistemlərin eksperimental tədqiqat və simulyasiya modelləşdirilməsi məsələləri üçün daha əlverişlidir, lakin nəzəri göstəricilər analitik tədqiqatlarda istifadə edilir.

Mürəkkəb konstruktiv sistemin etibarlılıq hesabını vahid şəkildə qurulmuş bloklar və ya detallar üzrə yerinə yetirmək məqsədəuyğundur. Etibarlılığın bloklar üzrə hesablanması bu mənada sistemin zəif nöqtələrini aşkarlamağa və etibarlılığın artırılması yollarını müəyyənləşdirməyə imkan verir. Bu, həm də ona görə məqsədəuyğundur ki, hesablamaların düzgünlüyünü təsdiq etmək üçün ayrı-ayrı blok və detalların etibarlılığının sınaqdan keçirilməsi bütün sistemin sınaqdan keçirilməsindən daha sadədir.

Elementlərin etibarlılığının uzunmüddətli istismar üçün nəzərdə tutulmuş mürəkkəb sistemin etibarlılığına təsir gücünü müəyyənləşdirmək üçün onların iş rejimlərinin, istismar şərt-

lərinin, imtinalarının xarakterlərinin və s. təsirinin öyrənilməsi tələb olunur.

AS-nin etibarlılığını nəzəri cəhətdən qiymətləndirmək üçün elementlərin tərkibi (çəşidi), onların sayı və hər növ elementin imtinalarının intensivliyinin orta statistik qiymətləri müəyyənləşdirilmişdir. Elementlərin tərkibi və onların sayı haqqında məlumatlar sistemin prinsipial elektrik sxemindən, imtinaların intensivliyi haqqında orta statistik məlumatlar istismar şərtlərindən götürülmüşdür. İstismar şərtlərindən götürülmüş məlumatlar layihələndirilən aparatların nasazlıqları haqqındakı göstəricilər əsasında toplanılır. AS-nin imtinası onun istənilən elementinin ani şəkildə nasazlığı kimi qəbul olunmuşdur.

AS-nin aşağı etibarlılığı, onun boş dayanma müddətinin və istismar xərclərinin artmasına gətirir. Bu, MA üçün maya dəyərini artırması və əmək məhsuldarlığının azalması, hərbi aviasiya üçün döyüş effektivliyinin aşağı düşməsi deməkdir.

Yüksək etibarlılığa malik AS-lərin layihələndirilməsinə və hazırlanmasına imkan verən üsullar mövcuddur. Lakin, bu üsullardan istifadə etməklə hazırlanmış sistem böyük çəkiyə, ölçüyə və maya dəyərinə malik olur. Görünür ki, göstəricilərin çoxluğu baxımdan, AS bəzi optimal etibarlılığa malik olmalıdır.

Optimallığı müəyyənləşdirmək üçün MA-da keyfiyyət meyarı qismində maksimum effektivlik və etibarlılıq qəbul edilir.

Yüksək effektivlik və etibarlılıq idarəetmə sisteminin mürəkkəbləşməsi nəticəsində əldə edilir. Lakin, sistemin mürəkkəbləşdirilməsi etibarlılığın artırılması məqsədi ilə edilmirsə, digər eyni şərtlərdə onun etibarlılığının azalmasına

gətirir. Ona görə, optimal varianta nail olmaq üçün effektivliyin və etibarlılığın nisbəti məntiqlə müəyyən edilir.

Sistemin etibarlılığını, onun real iş rejimlərini (temperatur, rütubət, titrəyiş, elektrik yüklənməsi və s.) nəzərə almaqla müəyyənləşdirmək lazımdır. Nəzəri və praktiki tədqiqatlar göstərir ki, köməkçi qurğular ehtiyatda saxlanılmalı, lakin əsas qurğular yüksək dərəcədə etibarlı olmalıdır. Ehtiyatda saxlamanın dəfələrlə artırılması hər dəfə fasiləsizliyin artmasına daha az zəmanət verir.

Etibarlılıq göstəricilərinin daha dəqiq qiymətləndirilməsi simulyasiya modelləşdirilməsi üsulu ilə əldə edilir. Bu zaman kompüterdə növbəti prosedurlar dəfələrlə yerinə yetirilir:

- verilmiş paylanma qanunauyğun olaraq obyektin elementlərinin texniki vəziyyətinin müəyyənləşməsi;

- elementlərin yararlılıq müddəti haqqında informasiyanın əsasında imtinaların növbələşdirilməsinin müəyyənləşməsi;

- yekun texniki vəziyyətin təhlil edilməsi.

Növbəti sadələşdirici fərziyyələrlə elementlərin mürəkkəb AS-ə təsiri aşağıdakı şərtlər daxilində qiymətləndirilmişdir:

- elementlərin nasazlığı təsadüfi və asılı olmayan hadisədir;

- istənilən elementin nasazlığı sistemin bütövlükdə nasazlığına səbəb olur;

- elementlər çoxluğunun nasazlığı ən sadə nasazlıq hesab olunur.

Avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS-yə aid olan qurğulardan bəzilərinin imtinasız işləmə müddəti istehsalçı tərəfindən təyin olunmuş və bu göstəricilər cədvəl 4.1-də verilmişdir. Bu qurğuların hər birinin etibarlılıq göstəriciləri istehsalçı tərəfindən hesablanmış, onların pasportlarında və müasir zamanda əlçatan

olan internet səhifələrində əlavə məlumat şəklində verilmişdir. Aeroport ərazisinin təhlükəsizlik sistemində istifadə etmək üçün etibarlılıq göstəricilərinə qoyulan tələblərə cavab verən müəyyən qurğu növləri seçilmişdir. Ona görə, avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS-nin etibarlılığını müəyyənləşdirmək üçün həmin qurğular hesabatda daxil edilməyib. Verilmiş işləmə müddəti qurtarandan sonra bu qurğuları yenisi ilə əvəzləmək mümkündür.

Cədvəl 4.1-də verilmiş qurğular istisna olmaqla, avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS-nin etibarlılıq göstəricilərinin hesabı yerinə yetirilmişdir. “İQM” sistemində istifadə edilən bütün radioelementlərin etibarlılıq göstəriciləri onların pasportlarından, elmi-texniki ədəbiyyatdan və internet məlumatlarından götürülmüşdür.

Cədvəl 4.1

Avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS-nin istehsalçı tərəfindən təyin olunan qurğularının imtinasız işləmə müddəti

Avadanlıqların adı və markası	Avadanlıqların sayı - $N_i$ , (ədə.)	İşləmə müddəti - t, (saat)
Sirena Selda - S-1 (motorlu)	4	1000-8760
Videokamera - İR NOVUS	5	30000
İQ qurğu dəsti - ABT-100	24	8760-43800

Qeyd edildiyi kimi, ZİB-in funksiyası mühafizə dövrəsinə nəzarət etmək, mühafizə dövrəsində yaranan həyəcan signalına görə bərqvurmanı və sirenanı idarə etmək, məlumatı MOİB-ə ötürməkdir. ZİB-ə həm mühafizə dövrəsi, həm də müəyyən tərəfi mühafizəyə götürmək və ya mühafizədən çıxarmaq üçün nəzərdə tutulmuş radiodalğalı pultun qəbuledici

hissəsi qoşulmuşdur. Mühafizə dövrəsində həyəcan siqnalı üç halda: tutum dəyişəndə, İQ şüa kəsildə və qapı açılarda yaranır. Tutum duyğacına görə həyəcan siqnalı, tutum dəyişməsi verilmiş həddi keçəndə yaranır. ZİB şəbəkəyə üç naqilli, lakin projektor, sirena, bərqvuran və gecə-gündüz duyğacı ZİB-ə iki naqilli kabel vasitəsilə qoşulur. Hər iki kabel yüksək gərginliyə hesablanmışdır. Gecə-gündüz duyğacı montaj qutusunun alt hissəsində yerləşir və həyəcan siqnalı ilə projektorun yalnız gecə vaxtlarında işıqlanmasına xidmət edir. ZİB-də yaranan həyəcan siqnalı haqqında məlumat, onun tərkibində olan modem vasitəsilə MOİB-ə ötürülür. Qapısı açılmış və ya kənar müdaxilə baş vermiş obyekt MOİB-də, uyğun işıq diodunun işıqlanmasına və səs siqnalına görə müəyyən edilir.

ZİB-in etibarlılığını hesablamaq üçün elementlərin imtinasız işləmə intensivliyi haqqında məlumatların orta statistik qiyməti, eləcə də  $N_i \lambda_i$  hasilinin ədədi qiyməti cədvəl 4.2-də verilmişdir.

İstifadə olunan elementlərin imtinasız işləmə intensivliyi haqqında məlumatlar müvafiq mikrosxemlərin və elementlərin pasportlarından götürülmüşdür.

Etibarlılığın kəmiyyət parametrlərinin hesablanması ardıcılığı aşağıda göstərilmişdir. Cədvəl 4.2-də göstərilmiş bütün elementlərin imtinasız işləmə intensivliyini cəmləyib, ZİB-in imtinasız işləmə intensivliyinin hədd qiyməti -  $\lambda_{c2}$  müəyyənləşdirilmişdir:

$$\lambda_{c2} = \sum_{i=0}^{29} \lambda_i N_i = 14,12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{saat}$$

ZİB-in prinsipial elektrik sxeminə daxil olan elementlərin imtinasız işləmə intensivliyi haqqında orta statik məlumat

Elementlərin adı və markası	Elementlərin sayı ( $N_i$ ), ədəd	İmtinaların intensivliyi ( $\lambda_i$ ), $\frac{1}{\text{saat}}$	$N_i \lambda_i$ , $\frac{1}{\text{saat}}$
АЛ307АМ işıqdiodu	2	$0,25 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot 10^{-6}$
ВП1-1 0,25А ОЮО.480.003ТУ qoruyucu	1	$0,021 \cdot 10^{-6}$	$0,021 \cdot 10^{-6}$
BT139 simistor	1	$0,2 \cdot 10^{-6}$	$0,2 \cdot 10^{-6}$
KCD-2 16A 250V AC açar	1	$0,05 \cdot 10^{-6}$	$0,05 \cdot 10^{-6}$
TB 1508 600V bloku	2	$0,08 \cdot 10^{-6}$	$0,16 \cdot 10^{-6}$
K10-17Б-imp. kondensatorlar	7	$0,029 \cdot 10^{-6}$	$0,203 \cdot 10^{-6}$
K50-35-35V-470mk Jakec və K50-16-100mk-16V Jamicon kondensatorlar	1	$0,18 \cdot 10^{-6}$	$0,36 \cdot 10^{-6}$
MLT. rezistorlar	13	$0,071 \cdot 10^{-6}$	$0,923 \cdot 10^{-6}$
MOC3062 optosimistor	1	$0,16 \cdot 10^{-6}$	$0,16 \cdot 10^{-6}$
Enerji bloku	1	$0,002 \cdot 10^{-6}$	$0,002 \cdot 10^{-6}$
PİC 16F628 mikrokontroller	1	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$0,1 \cdot 10^{-6}$
Radiotezlikli pult	1	$3 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$
Rozетка	1	$0,0041 \cdot 10^{-6}$	$0,0041 \cdot 10^{-6}$
Cihaz şəbəkə rozetkası ~220V, 3a	1	$0,06 \cdot 10^{-6}$	$0,06 \cdot 10^{-6}$
S7805 mikrosxem	1	$0,026 \cdot 10^{-6}$	$0,026 \cdot 10^{-6}$
UM 91531 modem	1	$8,3 \cdot 10^{-6}$	$8,3 \cdot 10^{-6}$
Kvars rezonatoru	2	$0,026 \cdot 10^{-6}$	$0,052 \cdot 10^{-6}$

Məlum  $\lambda_{c2}$ -yə görə etibarlılığın əsas kəmiyyət parametrləri - fasiləsiz işləmə ehtimalı hesablanmışdır. ZİB-in nasazlığını asılı olmayan hadisə hesab edərək, işə düşən andan ilk 50 saat üçün onun imtinasız işləmə ehtimalının:  $P_{C2} = e^{-\lambda \cdot t} = 0,99929$  olması müəyyən edilmişdir.

Bütün elementlərin imtinasız işləmə intensivliyinə əsasən blokun orta fasiləsiz işləmə müddəti -  $T_{C2}$  hesablanmışdır:

$$T_{C2} = \frac{1}{\sum_{i=0}^n \lambda_{C2}} \approx 70806 \text{ saat}$$

Nasazlıqların tezliyi  $\theta_{C2}(t)$  aşağıda göstərilən ifadə ilə hesablanmış:

$$\theta_{C2}(t) = \sum_{i=0}^n \lambda_{C2} \cdot e^{-t \cdot \sum_{i=0}^n \lambda_{C2}}$$

və  $\theta_{C2}(t) = 1,41 \cdot 10^{-5}$  olması müəyyənləşdirilmişdir.

Avtomatlaşdırılmış «İQM»MXS-nin əsas bloku qismində MOİB ZİB-lərdən informasiyanın yığılmasını, emalını, mərkəzi kompüterə ötürülməsini və xəbərdarlıq signalının işə düşməsinə yerinə yetirir. Avtomatlaşdırılmış MXS-də vaciblik dərəcəsi nəzərə alınaraq bu blokun etibarlılıq göstəriciləri hesablanmışdır.

MOİB üçün  $N_i \cdot \lambda_i$  hasilini cədvəl 4.3-də göstərilmiş və bu qiymətlərə uyğun olaraq,  $\lambda_{C3}$  hesablanmışdır:

$$\lambda_{C3} = \sum_{i=0}^{39} \lambda_i \cdot N_i = 8,28 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{saat}}$$

MOİB-in imtinasız işləmə ehtimalı:

$$P_{C3}(t) = e^{-\lambda_{C3} \cdot t}$$

ifadəsi ilə hesablanmış və işə düşən andan ilk 50 saat üçün onun imtinasız işləmə ehtimalının qiyməti:  $P_{C3}(t) = 0,99959$  olmuşdur. Orta fasiləsiz işləmə müddətinin ( $T_{C3}$ ) qiymətinin,

$$T_{c3} = \frac{1}{\sum_{i=0}^n \lambda_{c3}} \approx 120773 \text{ saat}$$

olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

Cədvəl 4.3

MOİB-in prinsipial elektrik sxeminə daxil olan elementlərin  
imtinasız işləmə intensivliyi haqqında orta statistik məlumat

Elementlərin adı və markası	Elementlərin sayı (N <sub>i</sub> ), ədəd	İmtinaların intensivliyi (λ <sub>i</sub> ), $\frac{1}{\text{saat}}$	N <sub>i</sub> · λ <sub>i</sub> , $\frac{1}{\text{saat}}$
AC DC adaptor enerji bloku	1	0,8·10 <sup>-6</sup>	0,8·10 <sup>-6</sup>
AJ307 işıqdiodları	12	0,25·10 <sup>-6</sup>	3·10 <sup>-6</sup>
BPI-1 0,25A OİOO.480.003TY qoruyucu	1	0,021·10 <sup>-6</sup>	0,021·10 <sup>-6</sup>
KCD-2 16A 2250V AC açar	1	0,05·10 <sup>-6</sup>	0,05·10 <sup>-6</sup>
KC147A CM3.362.812 TY stabiltron	4	0,0025·10 <sup>-6</sup>	0,01·10 <sup>-6</sup>
KSAFD1200150W1EU, 12V 1,5A enerji bloku	1	0,8·10 <sup>-6</sup>	0,8·10 <sup>-6</sup>
KT972 tranzistor	1	0,18·10 <sup>-6</sup>	0,18·10 <sup>-6</sup>
K10-17B-imp. kondensatorlar	12	0,024·10 <sup>-6</sup>	0,288·10 <sup>-6</sup>
K50-35-35V-470mk Jakec və K50-16-100mk-16V Jamicon kondensatorlar	1	0,18·10 <sup>-6</sup>	0,36·10 <sup>-6</sup>
MAX 232 mikrosxem	1	0,008·10 <sup>-6</sup>	0,008·10 <sup>-6</sup>
Səs xəbərdaredici LPB1475B	1	0,01·10 <sup>-6</sup>	0,01·10 <sup>-6</sup>
SPA 106 düymə	1	0,15·10 <sup>-6</sup>	0,15·10 <sup>-6</sup>
Vilkaı xətt şnurı	1	0,037·10 <sup>-6</sup>	0,037·10 <sup>-6</sup>
PHOH-1-17 OİOO.480.003TY vilka	1	0,25·10 <sup>-6</sup>	0,25·10 <sup>-6</sup>
CHV-2, PД-1 və MPH 6-1 OİOO.480.003TY rozetkalar	4	0,0041·10 <sup>-6</sup>	0,0164·10 <sup>-6</sup>



Cədvəl 4.3 (ardı)

Elementlərin adı və markası	Elementlərin sayı ( $N_i$ ), ədəd	İmtinaların intensivliyi ( $\lambda_i$ ), $\frac{1}{saat}$	$N_i \cdot \lambda_i$ , $\frac{1}{saat}$
PJH-1-3 OЮO.480.003TY rozetka	1	$0,05 \cdot 10^{-6}$	$0,05 \cdot 10^{-6}$
ТБ-150Б 600V 15A bloku	1	$0,08 \cdot 10^{-6}$	$0,08 \cdot 10^{-6}$
S7805 mikrosxem	1	$0,026 \cdot 10^{-6}$	$0,026 \cdot 10^{-6}$
MT 8870 mikrosxem	1	$0,006 \cdot 10^{-6}$	$0,006 \cdot 10^{-6}$
PİC 16F873 mikrosxem	1	$0,12 \cdot 10^{-6}$	$0,12 \cdot 10^{-6}$
K561 КП2, K561ИЕ10 mikrosxemlər	2	$0,01 \cdot 10^{-6}$	$0,02 \cdot 10^{-6}$
MJT rezistorlar	22	$0,071 \cdot 10^{-6}$	$1,562 \cdot 10^{-6}$
WF-2 vilka	2	$0,2 \cdot 10^{-6}$	$0,4 \cdot 10^{-6}$
MPH-8-1 OЮO.364.003TY	2	$0,05 \cdot 10^{-6}$	$0,1 \cdot 10^{-6}$
Kvars rezonatoru	2	$0,026 \cdot 10^{-6}$	$0,052 \cdot 10^{-6}$

Nasazlıqların tezliyi -  $\theta_{C3}(t)$  aşağıda göstərilən ifadə ilə hesablanmış:

$$\theta_{C3}(t) = \sum_{i=0}^n \lambda_{C3} \cdot e^{-t \cdot \sum_{i=0}^n \lambda_{C3}}$$

və  $\theta_{C3}(t) = 0,83 \cdot 10^{-5}$  olmuşdur.

Nəhayət, yuxarıda yerinə yetirilmiş hesablamalar avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS üçün də təkrarlanmışdır. Sistemin qurğuları üçün  $N_i \cdot \lambda_i$  hasilinin cədvəl 4.4-də verilmiş ədədi qiymətlərinə uyğun olaraq,  $\lambda_{C4}$  hesablanmışdır:

$$\lambda_{C4} = \sum_{i=0}^{10} \lambda_i N_i = 640,28 \cdot 10^{-6} \frac{1}{saat}$$

“İQM” MXS-nin prinsiplial elektrik sxeminə daxil olan elementlərin imtinasız işləmə intensivliyi haqqında orta statik məlumat

Avadanlıqların adı və markası	Avadanlıq-ların sayı ( $N_i$ ), ədəd	İmtinaların intensivliyi ( $\lambda_i$ ), $\frac{1}{saat}$	$N_i \lambda_i$ , $\frac{1}{saat}$
ZİB	4	$14,12 \cdot 10^{-6}$	$56,49 \cdot 10^{-6}$
MOİB	1	$8,27 \cdot 10^{-6}$	$8,28 \cdot 10^{-6}$
Fərdi kompüter dəsti	1	$38 \cdot 10^{-6}$	$38 \cdot 10^{-6}$
Qırmızı işıqlı bərqvuran lampa Selda	4	$8 \cdot 10^{-6}$	$32 \cdot 10^{-6}$
Projektor LED FLOOD LIGHT İP66	5	$0,31 \cdot 10^{-6}$	$1,55 \cdot 10^{-6}$
Rəqəmsal videoregistrator (16 kanallı) NOVUS DVR 2416	1	$2,01 \cdot 10^{-6}$	$2,01 \cdot 10^{-6}$
Hermetik kontaktlar (HK)	3	$0,05 \cdot 10^{-6}$	$0,15 \cdot 10^{-6}$
ИБП FSP EP450 enerji bloku	1	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$0,8 \cdot 10^{-6}$
Radiomodem (HE-li) ST58T8G-N (12 V, 1 A, 35 km)	2	$0,5 \cdot 10^{-6}$	$10^{-6}$
CO-03 tutum duyğacı	1	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$500 \cdot 10^{-6}$

Avtomatlaşdırılmış «İQM»MXS-nin imtinasız işləmə ehtimalının qiyməti:

$$P_{C4}(t) = e^{-\lambda_{C4} \cdot t}$$

ifadəsi ilə hesablanmış və işə düşən andan ilk 50 saat üçün ehtimalın qiyməti  $P_{C3}(t) = 0,96849$  olmuşdur. Sistemin orta fasiləsiz işləmə müddəti ( $T_{C4}$ ):

$$T_{C4} = \frac{1}{\sum_{i=0}^n \lambda_{C4}} \approx 1562 \text{ saat}$$

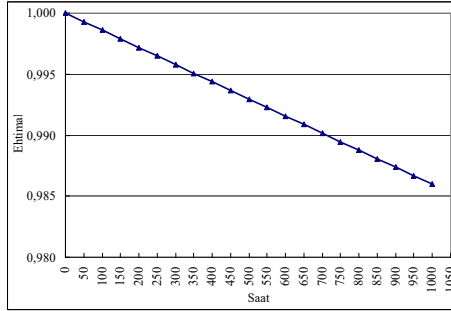
olmuşdur.

Nəhayət, nasazlıqların tezliyi -  $\theta_{C4}(t)$  aşağıda göstərilən ifadə ilə hesablanmış:

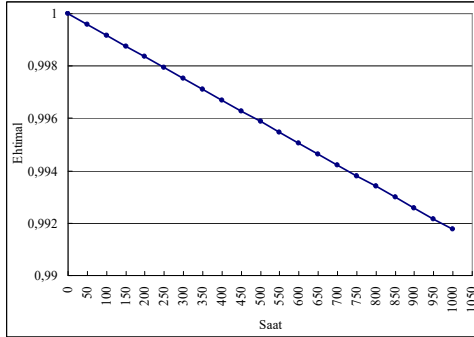
$$\theta_{C4}(t) = \sum_{i=0}^n \lambda_{C4} \cdot e^{-t \cdot \sum_{i=0}^n \lambda_{C4}}$$

$\theta_{C4}(t) = 62,01 \cdot 10^{-5}$  olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

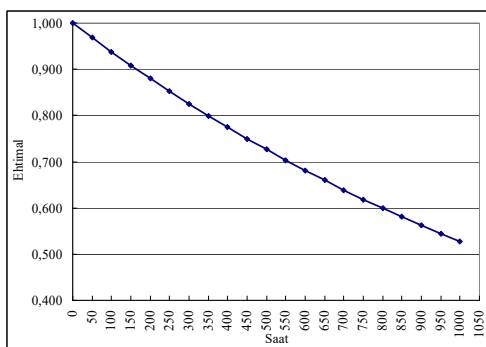
Avtomatlaşdırılmış MXS-nin fasiləsiz iş rejimi nəzərə alınaraq, imtinasız işləmə ehtimalının sistemin iş müddətindən asılılığının müəyyənləşdirilməsi zərurəti yaranmışdır. Yuxarıda yerinə yetirilmiş hesablamalar əsasında sistemin və əsas blokların etibarlılıq göstəriciləri üçün P fasiləsiz işləmə ehtimalının t zamandan asılılığını əks etdirən qrafik diaqramları qurulmuşdur (şəkil 4.1 a - şəkil 4.1c).



a)



b)



c)

Şəkil 4.1. İmtinasız işləmə ehtimalının zamandan asılılıq qrafiki  
a) ZİB, b) MOİB və c) avtomatlaşdırılmış “İQM” MXS üçün

Qeyd etmək lazımdır ki, hesablama prosesi DELHPI proqramlaşdırma dilində, alınan nəticələrin qrafik formada təsviri Excel proqramında yerinə yetirilmişdir. Qrafiklərə əsasən əsas blokların və bütövlükdə bütün sistemin etibarlılıq xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək mümkündür.

Etibarlılığı dəqiq hesablamaq üçün sistemin real iş rejimi nəzərə alınır. Bu, həm müfəviq qrafiklərin, həm də imtinasız işləmə intensivliyinə təsir göstərən və onu bəzi hallarda 2-3 dəfə dəyişən xarici amilləri xarakterizə edən korrektəedici əmsallar vasitəsilə yerinə yetirilir. Bərpa olunmayan sistemlərin etibarlılığının artırılmasının əsas üsullarından biri ümumi və ya tək-tək əvəz edilən və ya edilməyən ehtiyatda saxlamadır. Bu halda sistemin imtinasız işləmə ehtimalı -  $P$  (4.1) ifadəsi ilə hesablanır:

$$P = 1 - (1 - p)^n \quad (4.1)$$

burada,

-p - bir sistemin imtinasız işləmə ehtimalıdır;  
-n - eyni nasazlıq ehtimalı ilə paralel qoşulmuş sistemlərin sayıdır.

Beləliklə, paralel qoşulmuş sistemlərdə imtinasız işləmə ehtimalının (P-nin) qiymətinin  $P = 1 - (1 - 0,96849)^2 \approx 0,93797$  olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Bu istiqamətdə yerinə yetirilən nəzəri və eksperimental tədqiqatlar göstərir ki, əsas qurğular son dərəcə etibarlı olmalıdır. Ona görə ki, etibarlılıq göstəricilərinə ehtiyatda saxlanılan qurğuların təsirinin effektivliyi yüksək olmur.

Uzunmüddətli və fasiləsiz işləyən sistemlərin istismar etibarlılığının yüksəldilməsində ən mühüm istiqamət bərpaedici işlərin təşkilidir. Bərpaedici işlər qismində nöqsanların aşkar olunması və aradan qaldırılması, eləcə də profilaktik tədbirlər nəzərdə tutulur.

Beləliklə, hesablamalar və məntiqi təhlillər əsasında sistemin əsas altsistemləri üçün imtinasız işləmə ehtimalının zamandan asılılıq qrafikləri qurulmuşdur. Qrafiklərə əsasən layihələndirilmiş “İQM” MXS-nin etibarlılığının kifayət qədər yüksək olması müəyyənləşdirilmişdir. Bu da, “İQM” MXS-nin aviasiya təhlükəsizliyi sistemində istifadəsini mümkün edir.

#### **4.2. LC avtogeneratorunun tezliyinin onun həssas elementinə yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı**

Aeroportda mühafizə edilən obyektin strateji əhəmiyyətliyinə, ərazisinin relyefinə və ölçülərinə uyğun perimetrin MXS-si qurulan zaman həlledici amillərdən biri duyğacaların həssaslığı - pozucunu aşkarlama məsafəsidir. MXS-lərdə tətbiq olunan tutum duyğacalarının pozucunu aşkarlama məsafəsi adətən 2 m-dən çox olmur.

Mexaniki yerdəyişməni və ya maye səviyyəsini ölçmək üçün tətbiq edilən tutum duyğacında kondensatorun tutumunun dəyişməsindən istifadə edilir. Məlumdur ki, kondensator bir-birindən dielektrik qatı vasitəsilə ayrılmış iki metal lövhədən təşkil olunmuşdur. MXS-lərdə tətbiq olunan tutum duyğaclarında adətən iki metal lövhə əvəzinə müəyyən uzunluqlu iki naqıldən istifadə edilir. Bu halda dielektrik qismində hava, torpaq və ya su (nəzarət olunan mühit) iştirak edir.

Paralel iki naqıldən təşkil olunmuş kondensatorun tutumu, bu naqillər arasındakı məsafədən, dielektrikin xassələrindən və yaxın ətrafdakı cisimlərin yerləşmə yerindən asılı olaraq dəyişir. Beləliklə, tutumun dəyişməsinə əsasən cisimlərin hərəkətini müəyyənləşdirmək mümkündür. MXS-də tətbiq olunan tutum duyğacında kondensatorun göstərilən xüsusiyyətlərindən istifadə edilir.

Bu bölmədə K561JA7 markalı mikrosxemdə yığılmış LC avtogeneratorunun tezlik dəyişməsinin müxtəlif amillərdən asılılığı öyrənilmişdir. Birinci mərhələdə HE-yə yaxınlaşma olmayan halda tezlik dəyişməsinin zamandan asılılığı tədqiq edilmişdir.

Tədqiqat Neftçala rayonunda, koordinatları aşağıda göstərilmiş ərazidə yerinə yetirilmişdir:

39S348699,80; B4358266,48

və

39S748725,48; B4358261,20

Təcrübələr Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin Mətbuat xidmətinin 03 sentyabr 2017-ci il tarixli məlumatına əsasən, havanın temperaturu 31°C, atmosfer təzyiqi 759 mm civə sütunu, nisbi rütubət 50-60% olan mühidə yerinə yetirilmişdir. LC avtogeneratorunun rezonans tezliyinin ölçül-

məsində və sonrakı ölçmələrdə AKTAKOM ACH-2500 markalı tezlikölçən cihazdan istifadə edilmişdir.

Naqillərdən biri (E2) 0,15 m dərinlikdə üfüqi istiqamətdə düz xətt üzrə torpağa basdırılmışdır. Bu, tutum duyğacının həssaslığına və ölçmələrin nəticələrinə kənar təsirləri azaldır. Eyni zamanda, kənar təsirləri azaltmaq üçün, yaxınlıqda olan metal əşyalar HE-nin quraşdırılmış olduğu sahədən 10 m kənarlaşdırılmışdır. Naqilin bir ucu izolyasiyasız mis naqıl vasitəsilə metal çubuğa qalvanik birləşdirilmiş, digər ucu sərbəst qalmışdır. Metal çubuq 1,8 m dərinliyə qədər şaquli istiqamətdə torpağa basdırılmışdır. İzolyasiyasız naqıl torpaqlama (yerlə birləşdirmə) funksiyasını yerinə yetirir.

HE qismində istifadə edilən eyni uzunluqlu ikinci naqıl (E1), Yer səthinə paralel yerləşdirilməklə izolyasiyalı dirəklərə bərkidilmişdir (şəkil 4.2). Naqilin bir ucu koaksial kabel vasitəsilə LC avtogeneratoruna birləşdirilmiş, digər ucu sərbəst qalmışdır. İzolyasiyalı dirəklər qismində plastik borulardan istifadə edilmişdir.

Dirəklərin izolyasiya materialından olması mühüm şərtidir. Əks halda, metal dirəklərdən istifadə edilərsə, naqillər arasında (kondensatorun lövhələri arasında) keçirici mühit yaranar, nəticədə tutum duyğacının həssaslığı kəskin azalar.



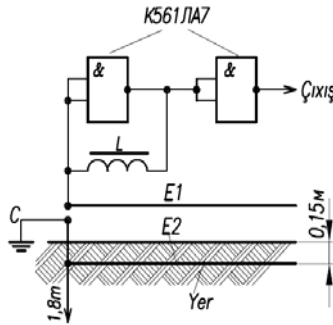
a) A vəziyyəti,  $h = 1$  m,

b) B vəziyyəti,  $h = 2$  m

Şəkil 4.2. Dirəklərə bərkidilmiş HE-lər

Digər tərəfdən, HE qismində istifadə edilən naqilin keçirici hissəsi və dirək arasında məsafə çox az olduğuna görə metal dirək kondensatorun lazımsız ikinci elektroduna çevrilir. Aralarındakı məsafənin çox az dəyişməsi bu elektrodlardan təşkil olunmuş kondensatorun tutumuna əhəmiyyətli təsir edir. Nəticədə, elektrodlar arasında məsafənin millimetr həddində dəyişməsi (məsələn, titrəyişdən), tutum qurğusunun yanlış işə düşməsinə səbəb olur.

Sxemdə induktivliyin qiyməti  $L = 1,3 \text{ mHn}$ , E1 və E2 elektrodlarının hər birinin uzunluğu 25 m olmuşdur (şəkil 4.3). Elektrod qismində П-274М markalı telefon sahə kabelinin naqilindən istifadə edilmişdir. Kabelin konstruktiv-texniki xüsusiyyətləri fəsil 4, bölmə 4.4-də verilib. Burada, E1 elektrodu HE qismində istifadə edilmişdir.



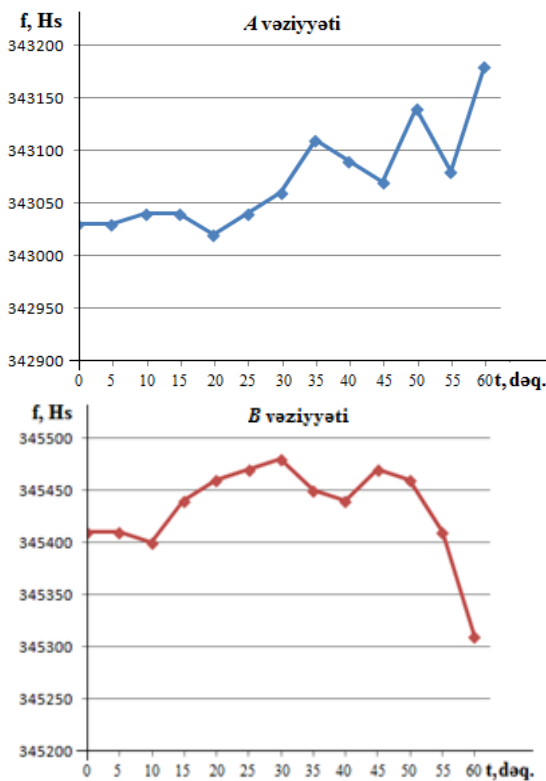
Şəkil 4.3. Avtoqeneratorun elektrik sxemi

HE A və B vəziyyətlərinə uyğun olaraq Yer səthindən, əvvəl 1 m, sonra 2 m hündürlükdə quraşdırılmışdır (şəkil 4.2 a və şəkil 4.2 b).

HE-yə yaxınlaşma olmadıqda, yuxarıda göstərilən mühitdə LC avtoqeneratorunun rezonans tezliyi - A vəziyyətində



$f = 343030$  Hz, B-də  $f = 345310$  Hz olmuşdur. Sonra, havanın temperaturu 30-32 °C, atmosfer təzyiqi 759 mm civə sütunu, nisbi rütubət 50-60 % olan mühitdə tezliyin qiyməti bir saat müddətində 5 dəqiqə intervalla (zaman aralığı ilə) ölçülmüşdür. A və B vəziyyətlərində LC avtogeneratorunun rezonans tezliyinin zamandan asılılığı qrafik olaraq şəkil 4.4-də göstərilmişdir.



Şəkil 4.4. HE-yə yaxınlaşma olmadıqda LC avtogeneratorunun rezonans tezliyinin zamandan asılı dəyişməsi

Qrafiklərdən görüldüyü kimi, HE-yə insan yaxınlaşmayan halda LC avtogeneratorunun rezonans tezliyi zamana görə

( $\Delta f_{ZA}$  və  $\Delta f_{ZB}$ ) dəyişir. Bu dəyişmə A vəziyyətində  $\Delta f_{ZA} = \pm 75$  Hs (343030÷343180 Hs), B vəziyyətində  $\Delta f_{ZB} = \pm 40$  Hs (345400÷345480 Hs) olmuşdur.  $\Delta f_z$ -in dəyişmə diapazonu ölçü sisteminin diskretlik dərəcəsini müəyyən edir.

Beləliklə, LC avtogeneratoru tətbiq edilən tutum duyğacında tezliyin zamana görə fluktuasiyası nəzərə alınmalıdır və HE-nin Yer səthindən olan hündürlüyü optimal seçilməlidir. Mövcud sistemlərdə Yer səthindən müxtəlif hündürlükdə yerləşən bir neçə HE-dən eyni zamanda istifadə edildiyi məlumdur.

Növbəti mərhələdə LC avtogeneratorunun tezlik dəyişməsinin əsasən insanın HE-yə yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı tədqiq edilmişdir. Eləcə də bu asılılığa müxtəlif amillərin: insanın çəkisinin və HE-nin Yer səthindən olan hündürlüyünün dəyişməsinin, eləcə də tutum duyğacının torpaqlanmasının təsiri kompleks şəkildə öyrənilmişdir. Bu tədqiqatlar aşağıda ardıcıl təsvir edilmişdir.

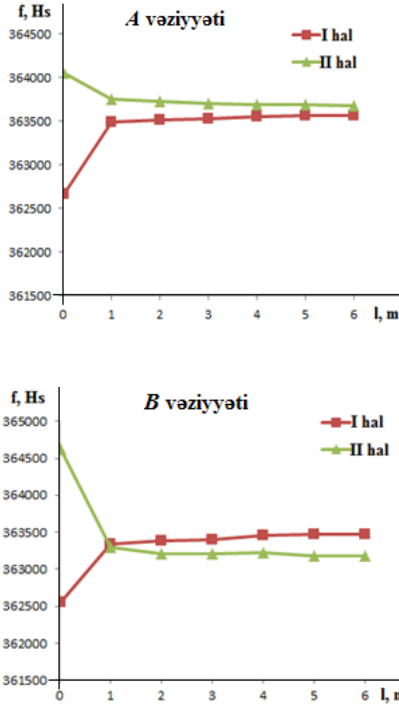
### **A və B vəziyyətlərində torpaqlanma olmayanda və olanda insanın HE-yə yaxınlaşması.**

İnsanın HE-yə yaxınlaşması iki fərqli nöqtədən yerinə yetirilmişdir. Birinci nöqtə I hala və ya HE-nin LC avtogeneratoruna qoşulmuş ön hissəsinə, ikinci nöqtə II hala və ya HE-nin son hissəsinə uyğundur. Hər iki halda yaxınlaşma HE-dən  $L = 6$  m məsafədən başlamış və ona perpendikulyar istiqamətdə 1 m intervalla yerinə yetirilmişdir ( $L = 6; 5; 4; 3; 2; 1; 0$  m).  $L = 0$  insanın HE-yə toxunduğu qiymətdir. Beləliklə, LC avtogeneratorunun tezlik dəyişməsinin HE-yə bir insanın yaxınlaşmasından asılılığı səkkiz təcrübə ilə tədqiq olunmuşdur (cədvəl 4.5).

Vəziyyət	Hal	Torpaqlama	
A	I	-	+
	II	-	+
B	I	-	+
	II	-	+

Yaxınlaşma yerinə yetirilən təcrübələrdə havanın temperaturu  $36^{\circ}\text{C}$ , atmosfer təzyiqi 759 mm civə sütunu, nisbi rütubət 30-40% olmuşdur.

**1. A və B vəziyyətlərində torpaqlanma olmadıqda  $m_1$  çəkili insanın HE-yə yaxınlaşması (şəkil 4.5), ( $m_1 = 92$  kq).**



Şəkil 4.5. Torpaqlanma olmadıqda  $m_1$  çəkili insanın A və B vəziyyətlərində HE-yə yaxınlaşmasından tezliyin dəyişməsi

Şəkildən görünür ki, torpaqlanma olmadıqda  $m_1$  çəkili insanın HE-yə yaxınlaşması zamanı LC avtogeneratorunun rezonans tezliyi ( $\Delta f_{in}$ ):

A vəziyyətində

I halda  $\Delta f_{in} = 903$  Hs, II halda  $\Delta f_{in} = 374$  Hs,

B vəziyyətində

I halda  $\Delta f_{in} = 921$  Hs, II halda  $\Delta f_{in} = 1447$  Hs

dəyişir.

Çəkisi  $m_1$  olan insanın HE-yə yaxınlaşması zamanı məsafənin azalması ilə tezliyin qiyməti:

-A vəziyyətində I halda azalmış, II halda artmışdır;

-B vəziyyətində I halda azalmış, II halda 1 m məsafəyə qədər yaxınlaşmada cüzi azalmış, 1 m-dən az məsafədə kəskin artmışdır.

## **2. A və B vəziyyətlərində torpaqlanma olduqda $m_1$ çəkili insanın HE-yə yaxınlaşması (şəkil 4.6).**

Şəkildən görünür ki, torpaqlanma olduqda  $m_1$  çəkili insanın HE-yə yaxınlaşması zamanı LC avtogeneratorunun rezonans tezliyi ( $\Delta f_{in}$ ):

A vəziyyətində

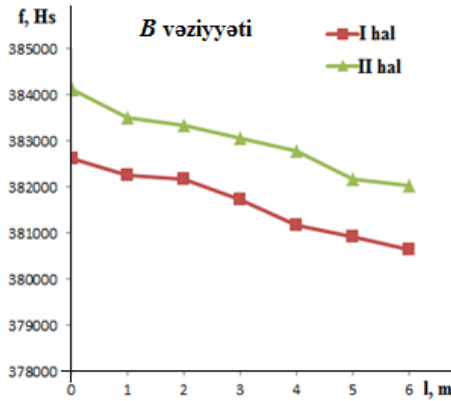
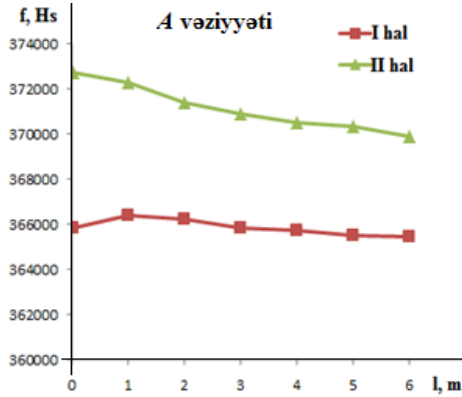
I halda  $\Delta f_{in} = 978$  Hs, II halda  $\Delta f_{in} = 2821$  Hs,

B vəziyyətində

I halda  $\Delta f_{in} = 1975$  Hs, II halda  $\Delta f_{in} = 2093$  Hs

dəyişir.

İnsanın HE-yə yaxınlaşması ilə LC avtogeneratorunun rezonans tezliyinin dəyişmə diapazonu  $\Delta f_{in}$  torpaqlanma olduqda daha çox olur, bu da tutum duyğacının həssaslığının artmasına uyğundur.



Şəkil 4.6. Torpaqlanma olduqda  $m_1$  çəkili insanın A və B vəziyyətlərində HE-yə yaxınlaşmasından tezliyin dəyişməsi

LC avtogenatorunun rezonans tezliyinin zamana görə dəyişmə diapazonu -  $\Delta f_{zA}$  və  $\Delta f_{zB}$  nəzərə alınsa, ölçmə zamanı fərqləndirilməsi mümkün olan qiymətlər çoxluğunun sayını tapmaq mümkündür. Fərqləndirilməsi mümkün olan qiymətlər çoxluğunun sayı  $n_0$  ilə işarə edilsə, bu, həm də diskret ölçmələrin sayıdır, onda A və B vəziyyətlərinin hər iki halı üçün  $n_0$  aşağıdakı kimi hesablanır:

A vəziyyəti	I hal, $n_{\delta} = \Delta f_{in}/\Delta f_z = 978 \text{ Hs}/75 \text{ Hs} \approx 13$ ;
	II hal, $n_{\delta} = \Delta f_{in}/\Delta f_z = 2821 \text{ Hs}/75 \text{ Hs} \approx 38$ ;
B vəziyyəti	I hal, $n_{\delta} = \Delta f_{in}/\Delta f_z = 1975 \text{ Hs}/40 \text{ Hs} \approx 49$ ;
	II hal, $n_{\delta} = \Delta f_{in}/\Delta f_z = 2093 \text{ Hs}/40 \text{ Hs} \approx 52$ .

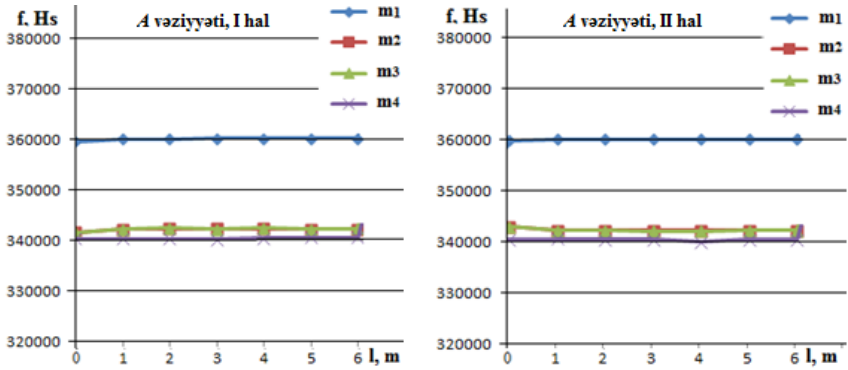
Alınmış nəticələr diskret ölçmələrin sayının kifayət qədər olduğunu göstərir və pozucunun HE-yə yaxınlaşma məsafəsini dəqiq müəyyənləşdirməyə imkan verir.

Qrafiklərdən (şəkil 4.6) görünür ki, torpaqlanma olduqda A və B vəziyyətlərinin hər iki halında məsafənin azalması ilə LC avtogeneratorunun rezonans tezliyi artır. Lakin, A vəziyyətinin I halında yaxınlaşmanın 1 metrindən sonra tezliyin qiyməti azalır. A və B vəziyyətlərində hər iki halda şəkil 4.5 və şəkil 4.6-da göstərilən qrafiklərin müqayisəsindən görünür ki, LC avtogeneratorunun rezonans tezliyinin dəyişmə qiyməti torpaqlanma olduqda çox olur.

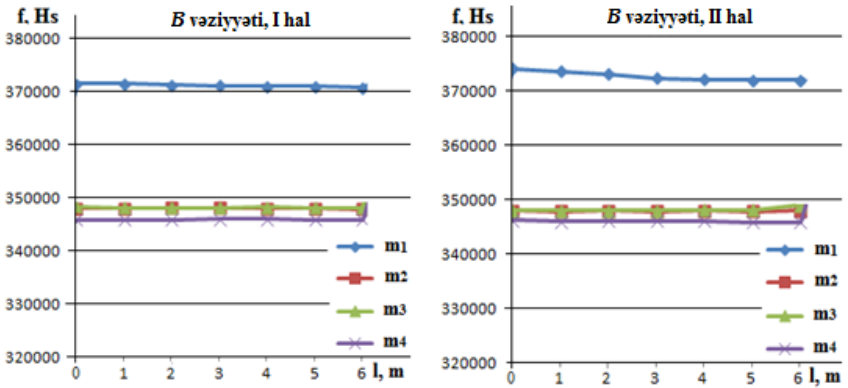
### **3. A və B vəziyyətlərində müxtəlif çəkili dörd insanın HE-yə yaxınlaşması.**

Dörd müxtəlif çəkili ( $m_1 = 92 \text{ kq}$ ,  $m_2 = 45 \text{ kq}$ ,  $m_3 = 31 \text{ kq}$  və  $m_4 = 12 \text{ kq}$ ) insanın növbə ilə HE-yə yaxınlaşması yerinə yetirilmişdir.

Yaxınlaşmalar 1-ci və 2-ci hissələrdə yerinə yetirilmiş təcrübələrdə qeyd edilən eyni hava şəraitində yerinə yetirilmişdir. A və B vəziyyətlərinin hər iki halında LC avtogeneratorunun rezonans tezliyi HE-yə yaxınlaşması zamanı insanın çəkisindən asılı olaraq fərqli diapazonda dəyişmişdir (şəkil 4.7a və şəkil 4.7b).



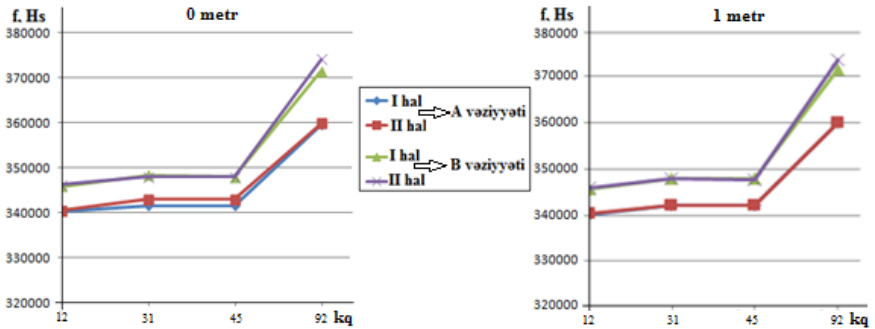
a)



b)

Şəkil 4.7. Müxtəlif çəkili dörd insanın ayrı-ayrılıqda HE-yə yaxınlaşmasından tezliyin dəyişməsi  
a) A vəziyyəti, b) B vəziyyəti

Müxtəlif çəkili dörd insanın HE-yə 0 m və 1 m məsafəyə qədər yaxınlaşması zamanı LC avtogenetorunun rezonans tezliyinin dəyişməsinə diqqət yetirək (şəkil 4.8).



Şəkil 4.8. Müxtəlif çəkili dörd insanın 0 m və 1 m məsafədə yaxınlaşmasından tezliyin dəyişməsi

Şəkil 4.8-dən görüldüyü kimi, A və B vəziyyətlərinin hər iki halında müxtəlif çəkili dörd insanın HE-yə 0 m və 1 m məsafəyə qədər yaxınlaşması zamanı LC avtogeneratorunun rezonans tezliyi insanın çəkisindən asılı olaraq fərqli olmuşdur. İnsanın çəkisi ağır olduqca, avtogeneratorun rezonans tezliyinin qiymətinin çox olması müşahidə edilmişdir. Rezonans tezliyinin dəyişmə diapazonu torpaqlanmış halda daha çox olmuşdur.

Beləliklə, istənilən çəkili insanın HE-yə yaxınlaşması zamanı avtogeneratorun rezonans tezliyi dəyişir. Bunu, K561JA7 markalı mikrosxemdə yığılmış LC avtogeneratorundan istifadə etməklə qurulmuş tutum səddinin (Yerdən 1 m və 2 m hündürlükdə 25 m uzunluqlu HE-lərlə) tədqiqinin nəticələri təsdiq etmişdir.

Qurulmuş avtogeneratorun rezonans tezliyinin zamana görə dreyfi ( $\Delta f_{ZA} = \pm 75$  Hs və  $\Delta f_{ZB} = \pm 40$  Hs) nəzərə alınsa, ölçülən parametrlərin diskretlik qiyməti yaxınlaşan obyektin çəkisinin 2 % dəqiqliklə müəyyənəlməyə imkan verir.



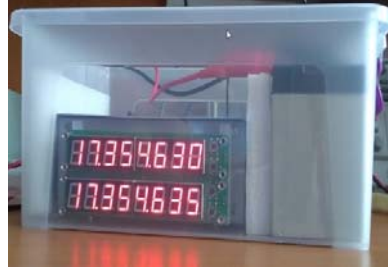
### **4.3. Məntiq elementlərində qurulmuş həssas elementli iki avtogeneratorun rezonans tezliklərinin tədqiqi**

Tutum duyğacı vasitəsilə pozucunun yaxınlaşmasını nisbətən uzaq məsafədən aşkarlamaq mümkündür. İstifadə edilən avtogeneratorun qurulma sxemi, HE-nin ölçüsü və quraşdırılma konfigurasiyası tutum duyğacının ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiya olunması xüsusiyyətinə, həssaslıq məsafəsinə, pozucunu aşkarlamaq imkanına kompleks şəkildə təsir edir.

Bu bölmədə avtogeneratorların tezlik dəyişməsinin zamandan, HE-yə yaxınlaşma məsafəsindən və HE-nin uzunluğundan asılılığı, eləcə də həssaslıq məsafəsinin HE-nin uzunluğundan asılılığı tədqiq edilmişdir.

İki avtogenerator eyni sxem üzrə məntiq elementlərində qurulmuşdur. Avtogeneratorlar bir çap lövhəsində K155JIA3 markalı iki rəqəmsal mikrosxemdə yığılmışdır. Hər iki mikrosxemin daxilində yerləşən məntiq elementləri avtogeneratorların sxemlərində simmetrik çarpaz paylanılmışdır. Real istismar şəraitinə uyğun olaraq bütün təcrübələrdə avtogeneratorların sxemləri yerləşdirilmiş metal gövdə torpaqlanmış, təcrübələrin açıq ərazidə yerinə yetirilməsi zamanı yağıntılardan qorumaq üçün əlavə olaraq hermetik plastmas qabda yerləşdirilmişdir (şəkil 4.9). Şəkildə tezliyin videokamera ilə qeydə alınmış real qiymətləri görünür.

Təcrübələr həm MAA-nın, həm də Azəraeronaviqasiya Hava Hərəkətinin İdarəedilməsinin VOR-DME sistemi yerləşən ərazisində yerinə yetirilmişdir (VOR - hər tərəfə istiqamətlənmiş azimutal radiomayak; DME - məsafəölçən avadanlıq).



Şəkil 4.9. Avtogeneratorlar metal gövdədə və hermetik qabda

Təcrübələrdə avtogeneratorların tezlikləri, model nömrəsi “SKU00653” olan səkkizrəqəmli iki tezlikölçən cihaz vasitəsilə ölçülmüşdür (şəkil 4.10).



Şəkil 4.10. Səkkizrəqəmli tezlikölçən cihaz

Tezlikölçən cihazların dəqiqliyi Textroniks AFG 3102C markalı SG vasitəsilə yoxlanılmış və onların yüksək dəqiqliyə malik olduğu müəyyənəndirilmişdir (1 MHS tezliyi 1 HS dəqiqliklə ölçür). Sürətli tezlik dəyişmələrini qeydə almaq üçün 250 kadr/san çəklişə imkan verən Fujifilm FinePix AV200 markalı 14 meqapikselli yığcam kameradan istifadə edilmişdir.

Avtogeneratorların tezlik dəyişməsinin zamandan, HE-yə yaxınlaşma məsafəsindən və HE-nin uzunluğundan asılılığı fərqli günlərdə yerinə yetirilmiş altı təcrübə vasitəsilə

müəyyənləşdirilmişdir (cədvəl 4.6). Dördü laboratoriyada, biri MAA-nın ərazisində olmaqla, ilk beş təcrübənin hər biri beş saat davam etməklə yerinə yetirilmişdir.

Cədvəl 4.6

Avtogeneratorların tezlik dəyişmələrinin tədqiqi üçün yerinə yetirilmiş təcrübələr

Təcrübə	Məkan	HE-nin uzunluğu, m	Beş saat müddətində, bir saat inter. ilə	Bir saat müddətində, beş dəq. inter. ilə	Yaxınlaşma	HE-lərin uzunluğuna görə tezliyin dəyişməsi
1	Lab. (Seyf)	-	+	+	-	-
2	Lab.	-	+	+	-	-
3	---	2	+	+	+	-
4	---	5	+	+	+	-
5	MAA-nın ərazisi	10	+	+	+	-
6	VOR-DME nav. sis. ərazisi	2; 5; 6; 10; 20; 30; 40	-	-	-	+
		50	-	+	+	+

Fərqli günlərdə qapalı (laboratoriyada) və açıq yerdə (MAA-nın və naviqasiya obyektinin ərazisində) yerinə yetirilmiş təcrübələr aşağıda təsvir edilmişdir.

#### Tezlik dəyişməsinin zamandan asılılığı

**Beş saat davam edən təcrübələr.** Bu təcrübələr, tezlik qiymətlərini beş saat müddətində bir saat intervalla qeydə almaqla yerinə yetirilmişdir.

1-ci və 2-ci təcrübədə avtogeneratorlara HE-lər qoşulmamışdır. Belə olan halda, avtogeneratorların məxsusi tezliklərinin dəyişmə diapazonu müəyyən edilir.

1-ci təcrübədə, kənar təsirləri aradan qaldırmaq üçün avtogeneratorlar laboratoriyada metal seyfdə yerləşdirilmişdir.

2-ci təcrübə, eyni şərtlərlə metal seyfdən istifadə etmədən yerinə yetirilmişdir.

3-cü və 4-cü təcrübələrdə də əvvəlcə avtogeneratorlara HE-lər qoşulmamış və tezlik qiymətləri qeydə alınmışdır. Belə olan halda, avtogeneratorların tezliklərinə HE-lərin təsiri müəyyən edilir.

Sonra, HE qismində iki naqıl ayrılıqda avtogeneratorlara qoşulmuşdur. Naqillər bir-birinə və döşəməyə paralel olmaqla dielektrik materialdan olan dirəklərə bərkidilmişdir. Onların öz aralarındakı məsafə 10 sm, döşəmədən hündürlükləri 1 m, uzunluqları uyğun olaraq, 3-cü təcrübədə 2 m, 4-cü təcrübədə 5 m seçilmişdir.

5-ci təcrübə MAA-nın ərazisində yerinə yetirilmişdir. Təcrübə, havanın temperaturu 8 °C, atmosfer təzyiqi 775 mm civə sütunu, nisbi rütubət 70-80 % olan mühitdə yerinə yetirilmişdir. Bu qiymətlər, Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin Mətbuat xidmətinin 05 fevral 2019-cu il tarixli İnternet məlumatından götürülmüşdür.

HE-lər qismində avtogeneratorlara, hər birinin uzunluğu 10 m olan və bir-birinə, eləcə də Yer səthinə paralel olmaqla dielektrik materialdan dirəklərə bərkidilmiş iki naqıl qoşulmuşdur. HE-lərin hər biri avtogeneratorlara 5 m uzunluqlu koaksial kabel vasitəsilə qoşulmuşdur. Koaksial kabellərin ekran örtüyü (nazik teldən hörülmüş örtük), onlar avtogeneratorlara birləşən tərəfdən yerlə birləşdirilmişdir. Naqillərin aralarındakı məsafə və yerdən hündürlükləri 1 m təşkil etmişdir (şəkil 4.11).

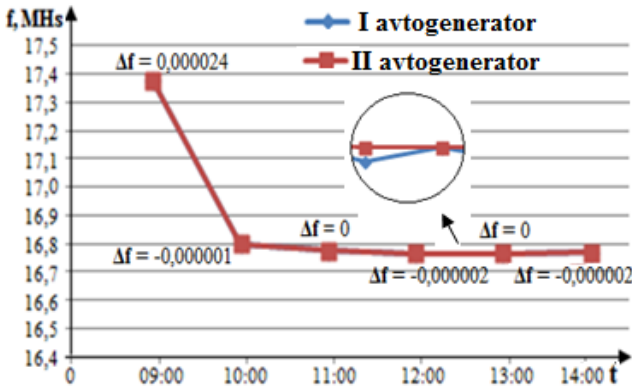


Şəkil 4.11. Ərazidə qoyulan təcrübə

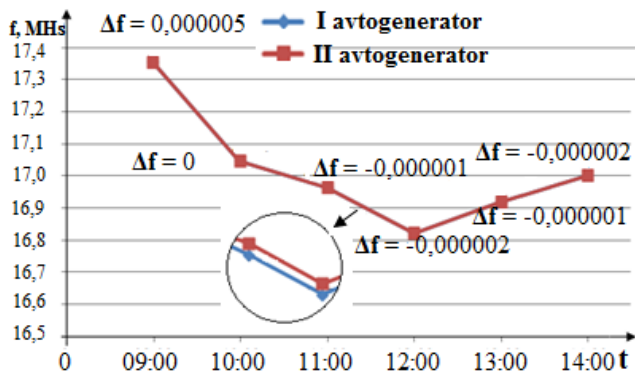
HE-lərlə yerinə yetirilən bütün təcrübələrdə onların uzunluqları bərabər olmuşdur.

Avtogeneratorların tezlik dəyişmələrinin uyğun qrafikləri:

1-ci və 2-ci təcrübə üçün şəkil 4.12 a-da və şəkil 4.12 b-də;  
 3-cü və 4-cü təcrübə üçün şəkil 4.13 a-da və şəkil 4.13 b-də;  
 5-ci təcrübə üçün şəkil 4.14-də göstərilmişdir.



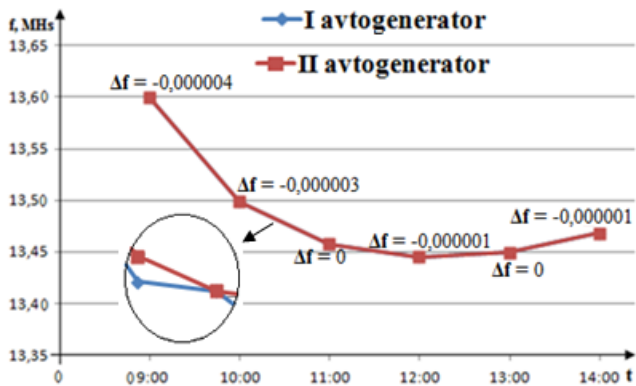
a)



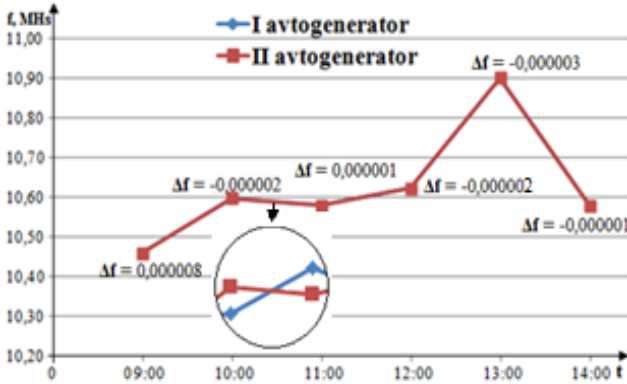
b)

Şəkil 4.12. Beş saat müddətində avtogenatorların tezliklərinin dəyişmə qrafiki

a) laboratoriya şəraitində metal seyfdə, b) laboratoriya şəraitində

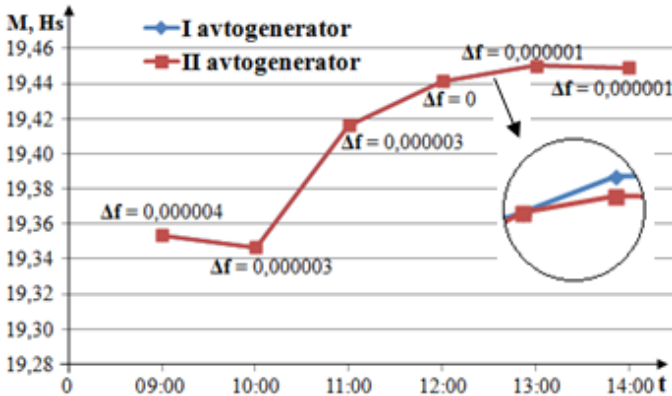


a)



b)

Şəkil 4.13. Beş saat müddətində 2 m (a) və 5 m (b) uzunluqlu HE-lər qoşulmuş avtogenatorların tezliklərinin dəyişmə qrafiki



Şəkil 4.14. Beş saat müddətində 10 m uzunluqlu HE-lər qoşulmuş avtogenatorların tezliklərinin dəyişmə qrafiki

I və II avtogenatorun tezlikləri arasında fərq olduqca kiçik olduğu üçün şəkil 4.12, şəkil 4.13 və şəkil 4.14-də tezlik qrafiklərinin zamandan asılılığı bir əyri ilə göstərilmişdir. Lakin, qrafiklərin bir hissəsinin dairə daxilində böyüdülmüş

təsviri tezliklərin bir-birindən müəyyən qədər fərqləndiyini göstərir. Böyüdülmüş təsvirlərdən görünür ki, tezliklər arasında fərq zaman keçdikcə olduqca kiçik qiymətə qədər azalır, bəzi hallarda sıfıra bərabər olur.

HE-lər qoşulmamış halda işə düşən anda I və II avtogeneneratorun tezlik qiymətləri uyğun olaraq:

1-ci təcrübədə,

$$f_1 = 17,374754 \text{ MHs}, f_2 = 17,374778 \text{ MHs} \text{ (şəkil 4.12 a);}$$

2-ci təcrübədə,

$$f_1 = 17,354630 \text{ MHs}, f_2 = 17,354635 \text{ MHs} \text{ (şəkil 4.12 b);}$$

3-cü təcrübədə,

$$f_1 = 16,615353 \text{ MHs}, f_2 = 16,615354 \text{ MHs};$$

4-cü təcrübədə,

$$f_1 = 16,333898 \text{ MHs}, f_2 = 16,333913 \text{ MHs};$$

5-ci təcrübədə,

$$f_1 = 17,709108 \text{ MHs}, f_2 = 17,709110 \text{ MHs} \text{ olmuşdur.}$$

HE-lər qoşulduqdan sonra:

3-cü təcrübədə,

$$f_1 = 13,599993 \text{ MHs}, f_2 = 13,599989 \text{ MHs} \text{ (şəkil 4.13 a);}$$

4-cü təcrübədə,

$$f_1 = 10,459934 \text{ MHs}, f_2 = 10,459942 \text{ MHs} \text{ (şəkil 4.13 b);}$$

5-ci təcrübədə,

$$f_1 = 19,353318 \text{ MHs}, f_2 = 19,353322 \text{ MHs} \text{ (şəkil 4.14)}$$

olmuşdur.

Təcrübələrin başlanğıcında və beş saat sonra I və II avtogeneneratorların tezlik dəyişmələrinin maksimum qiymətləri uyğun olaraq:

$$1\text{-ci təcrübədə: } 0,605620 \text{ MHs və } 0,605646 \text{ MHs};$$

$$2\text{-ci təcrübədə: } 0,351823 \text{ MHs və } 0,351830 \text{ MHs};$$



3-cü təcrübədə: 0,131939 MHzs və 0,131936 MHzs;

4-cü təcrübədə: 0,119920 MHzs və 0,119911 MHzs;

5-ci təcrübədə: 0,095692 MHzs və 0,095689 MHzs

təşkil etmişdir.

Bütün təcrübələrdə, avtogeneratorların tezliklərinin qeydə alınan qiymətləri təsadüfi xarakterli olmuşdur. Qeydə alınan qiymətlərin müqayisəsi göstərir ki, təcrübələrin başlanğıcında (saat 09:00-da) iki avtogeneratorun tezlikləri arasında fərq:

1-ci təcrübədə:  $\Delta f = 0,000024$  MHzs;

2-ci təcrübədə:  $\Delta f = 0,000005$  MHzs;

3-cü təcrübədə:  $\Delta f = 0,000004$  MHzs;

4-cü təcrübədə:  $\Delta f = 0,000008$  MHzs;

5-ci təcrübədə:  $\Delta f = 0,000004$  MHzs-dir.

Bu qiymətlər digər saatlarda yaranan fərqlərdən çoxdur və bunları təcrübələrin başlanğıcında duyğacın işə düşməsi zamanı əmələ gələn kobud xəta hesab edərək nəzərə almamaq mümkündür. Başlanğıc qiymətləri nəzərə alınmadan, yerinə yetirilən beş təcrübə zamanı  $\Delta f$  təsadüfi kəmiyyətlərinin beş saat müddətində mümkün qiymətlərinin riyazi gözləməsinin, dispersiyasının və orta kvadratik meylinin hesablanmış qiymətləri cədvəl 4.7-də verilmişdir.

Cədvəl 4.7

$\Delta f$  təsadüfi kəmiyyətlərinin riyazi gözləməsinin, dispersiyasının və orta kvadratik meylinin qiymətləri

$N_{\text{q}}$	$M_N(\Delta f)$	$D_N(\Delta f)$	$\sigma_N(\Delta f)$
1	$-10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-13}$	$89 \cdot 10^{-7}$
2	$-1,2 \cdot 10^{-6}$	$5,6 \cdot 10^{-13}$	$7,48 \cdot 10^{-7}$
3	$-10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-13}$	$10,95 \cdot 10^{-7}$
4	$-1,4 \cdot 10^{-6}$	$18,4 \cdot 10^{-13}$	$13,56 \cdot 10^{-7}$
5	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$14,4 \cdot 10^{-13}$	$120 \cdot 10^{-7}$

### Bir saat davam edən təcrübələr

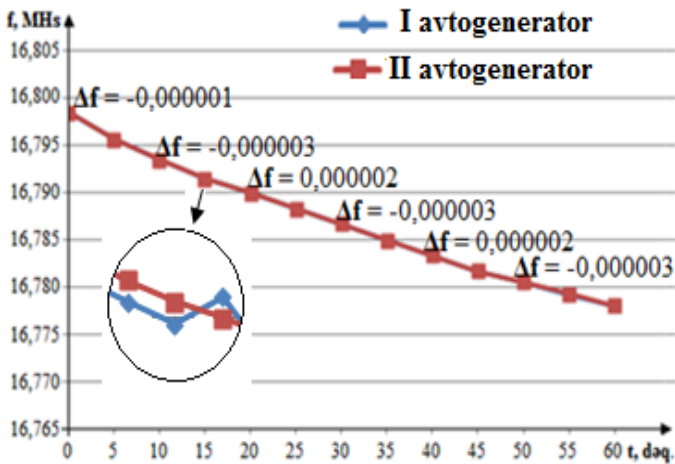
Bu təcrübələrdə tezliklərin qiymətləri bir saat müddətində beş dəqiqə intervalla qeydə alınmışdır. Bütün şərtlər beş saat müddətində yerinə yetirilən təcrübələrdə olduğu kimi qalmışdır. Əlavə olaraq bir təcrübə, naviqasiya obyektinin ərazisində 50 m uzunluqlu naqillər vasitəsilə yerinə yetirilmişdir.

Avtogeneratorların tezlik dəyişmələrinin uyğun qrafikləri:

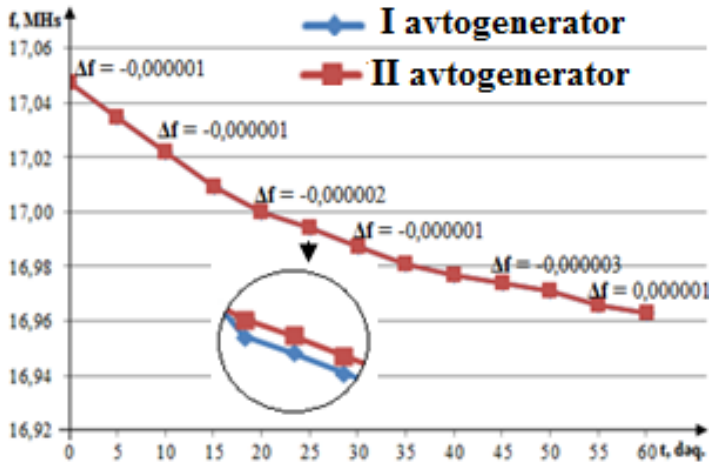
1-ci və 2-ci təcrübələr üçün şəkil 4.15-də;

3-cü və 4-cü təcrübələr üçün şəkil 4.16-da;

5-ci və 6-cı təcrübələr üçün şəkil 4.17-də göstərilmişdir.

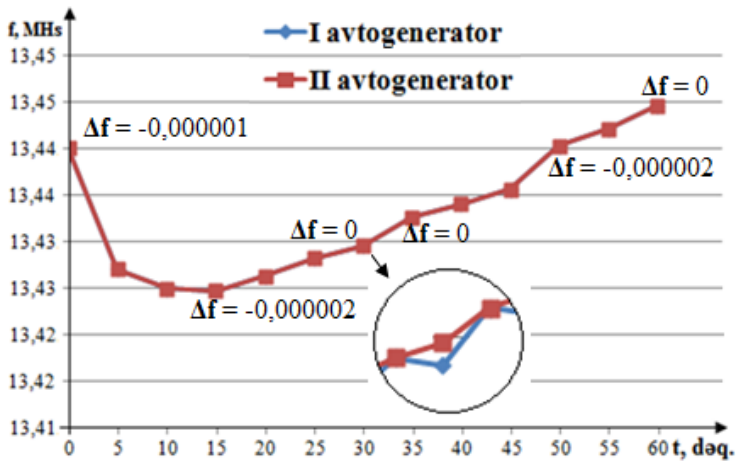


a)

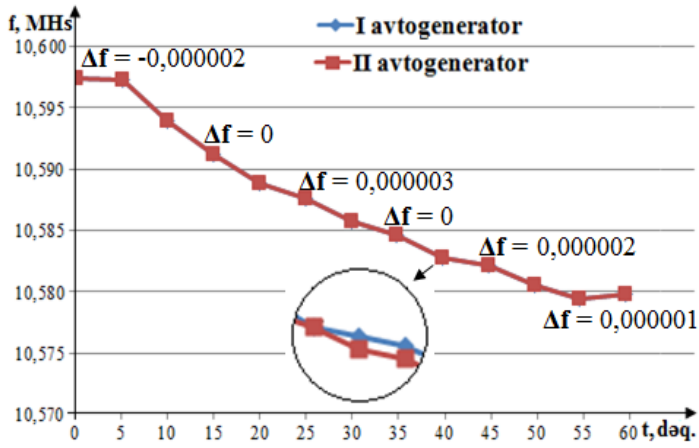


b)

Şəkil 4.15. HE-siz avtoqeneratorların rezonans tezliklərinin bir saat müddətində dəyişmə qrafikləri: a) seyfdə, b) otaqda

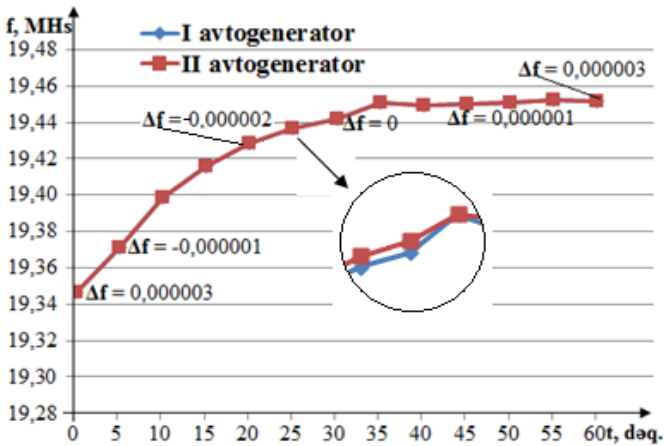


a)

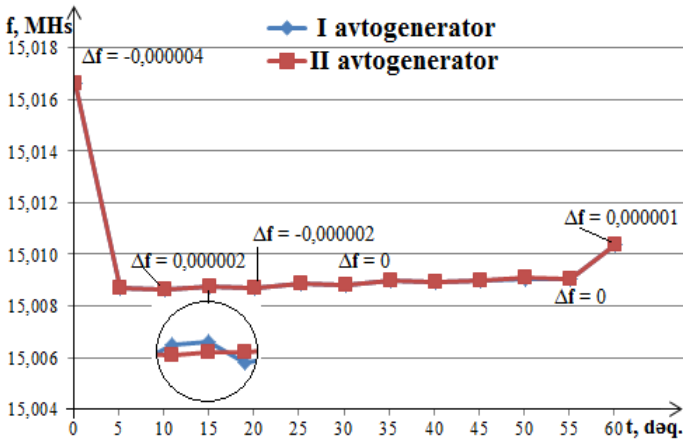


b)

Şəkil 4.16. 2 m (a) və 5 m (b) uzunluqlu HE-lər qoşulmuş avtogeneneratorların 1 saat müddətində rezonans tezliklərinin dəyişmə qrafikləri



a)



b)

Şəkil 4.17. 10 m (a) və 50 m (b) uzunluqlu HE-lər qoşulmuş avtogenatorların 1 saat müddətində rezonans tezliklərinin dəyişmə qrafikləri

Bir saat müddətində tezliklərin qiymətlərinin zamana görə dreyfi:

3-cü təcrübədə, I avtogenator üçün,

$$\Delta f_{zI} = \pm 0,009965 \text{ MHzs} (13,429734 \text{ MHzs} \div 13,449664 \text{ MHzs});$$

II avtogenator üçün,

$$\Delta f_{zII} = \pm 0,009966 \text{ MHzs} (13,429732 \text{ MHzs} \div 13,449664 \text{ MHzs})$$

(şəkil 4.16, a);

4-cü təcrübədə, I avtogenator üçün,

$$\Delta f_{zI} = \pm 0,0090275 \text{ MHzs} (10,579381 \text{ MHzs} \div 10,597436 \text{ MHzs});$$

II avtogenator üçün,

$$\Delta f_{zII} = \pm 0,009026 \text{ MHzs} (10,579382 \text{ MHzs} \div 10,597434 \text{ MHzs})$$

(şəkil 4.16, b);

5-ci təcrübədə, I avtogenator üçün,

$$\Delta f_{zI} = \pm 0,052964 \text{ MHzs} (19,346528 \text{ MHzs} \div 19,452456 \text{ MHzs});$$

II avtogenerator üçün,

$\Delta f_{zII} = \pm 0,0529635$  MHs ( $19,346531$  MHs $\div$  $19,452458$  MHs)  
(şəkil 4.17, a);

6-cı təcrübədə, I avtogenerator üçün,

$\Delta f_{zI} = \pm 0,004001$  MHs ( $15,008618\div 15,016619$  MHs);

II avtogenerator üçün,

$\Delta f_{zII} = \pm 0,003998$  MHs ( $15,008620\div 15,016615$  MHs)  
(şəkil 4.17, b) olmuşdur.

$\Delta f_z$ -in dəyişmə diapazonu ölçü sisteminin diskretlilik dərəcəsini müəyyən edir.

Qrafiklərdən görüldüyü kimi, avtogeneratorların tezlik-zaman asılılığını göstərən ayrılar eyni formada dəyişir (şəkil 4.12 - şəkil 4.17). Bu da, ətraf mühit təsirlərinə baxmayaraq, onların sinxron işlədiklərini göstərir. Qiymətlərin müqayisəsindən görünür ki, avtogeneratorların rezonans tezlikləri arasında fərq əhəmiyyətli dərəcədə azdır: məsələn, 5-ci təcrübədə  $\Delta f \leq 0,000003$  MHs (şəkil 4.17 a), 6-cı təcrübədə  $\Delta f \leq 0,000004$  MHs (şəkil 4.17 b), yarım saat sonra bu fərq hər iki təcrübədə sıfıra bərabər olmuşdur.

Şəkil 4.17 a-ya diqqət yetirsək görərik ki, avtogenerator işə düşən andan rezonans tezliklər hər iki avtogeneratorada otuz beş dəqiqə müddətində artmış, otuz beşinci dəqiqədən saatın sonuna kimi çox kiçik fərqlə həm azalma, həm də artma istiqamətində dəyişmişdir. Bir saat müddətində rezonans tezliklər hər iki avtogeneratorada  $0,105322$  MHs artmışdır.

Şəkil 4.17 b-də avtogenerator işə düşən andan beş dəqiqə müddətində rezonans tezliklər hər iki avtogeneratorada azalmış, əlli beşinci dəqiqəyə kimi çox kiçik fərqlə həm azalma, həm də artma istiqamətində dəyişmiş, lakin saatın sonunda artmışdır.

Bir saat müddətində davam edən təcrübədə tezliklərin son qiyməti başlanğıc qiymətə nəzərən I avtogeneratorda 0,006271 MHS, lakin II avtogeneratorda 0,006266 MHS azalmışdır.

**Tezlik dəyişməsinin HE-lərin uzunluğundan asılılığı (cədvəl 4.6, təcrübə 6).**

Tezlik dəyişməsinin HE-nin uzunluğundan asılılığı üç gün müddətində cədvəl 4.8-də göstərilən mühitdə tədqiq edilmişdir.

Cədvəl 4.8

Təcrübələrin yerinə yetirildiyi üç gündə hava şəraiti

Günlər	Havanın temperaturu, (°C)	Atmosfer təzyiqi, (mm civə sütunu)	Rütubətlik, (%)
I	22-24	750-758	50-60
II	21-23	761	45-50
III	26-28	757	45-50

Tədqiqat zamanı 2 m, 5 m, 6 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m və 50 m uzunluqlu cüt naqıldən (HE-lərdən), duyğacın gövdəsini torpaqlamaq üçün 4,5 m uzunluqlu mis məftildən istifadə edilmişdir. HE-lər ayrı-ayrılıqda avtogeneratorların hər birinə birbaşa birləşdirilmişdir. Təcrübələr naviqasiya obyektinin ərazisində yerinə yetirilmişdir (şəkil 4.18).

İşə düşən anda, HE-lərsiz və torpaqlanmasız hər iki avtogeneratorun tezliyi 17,12 MHS, 60 san keçəndən sonra 17,01 MHS, torpaqlanma olduqda 16,82 MHS olmuşdur.



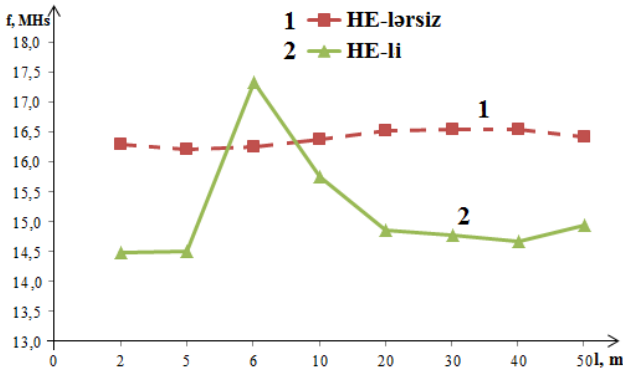
a)



b)

Şəkil 4.18. VOR-DME radiolokator obyektinin ərazisində qoyulmuş təcrübə: a) arxadan, b) yandan görünüş

Şəkil 4.19-da tezlik dəyişməsinin, HE-lərsiz üç fərqli gündə qeydə alınmış orta qiymətlərinin (1-ci əyri) qrafik təsviri verilmişdir. Şəkildə, tezlik dəyişməsinin HE-lərin uzunluğundan asılılığı 2-ci əyri ilə göstərilmişdir. Tezliklər arasında fərqlərin təkrarlanma dəqiqliyi 10 Hs-dən az olduğu üçün avtogeneratorun tezliyi hər iki hal üçün (HE-lərsiz və HE-lər olanda) şəkildə bir əyri ilə göstərilmişdir.



Şəkil 4.19. HE-lərin uzunluqlarından asılı olaraq üç fərqli gündə avtogeneratorların tezlik dəyişmələrinin orta qiymətinin qrafiki



Şəkildən göründüyü kimi, HE-lərsiz hər iki avtogenato-  
run tezlikləri 16,5 MHS ətrafında  $\pm 0,5$  MHS-dən kiçik  
qiymətlərlə dəyişir (şəkil 4.19, 1-ci əyri).

6 və 10 m istisna olmaqla, HE-lərin qalan bütün uzunluq-  
larında hər iki avtogenato-  
runun tezlikləri 14,5 MHS ətrafında  
dəyişir. Burada, HE-nin uzunluğu 6 m olan hal xüsusi-  
lik təşkil edir. Bu halda üç fərqli gündə yerinə yetirilən bütün təcrübələr-  
də hər iki avtogenato-  
runun tezliklərinin HE-siz hala nisbətən  
yüksək olması təkrarlanmış və uyğun olaraq,  $f_{1or} = 17,345066$   
MHS və  $f_{2or} = 17,345066$  MHS olmuşdur (şəkil 4.19, 2-ci əyri).

### **Tezlik dəyişməsinin HE-yə yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı**

#### **Yaxınlaşma ilə yerinə yetirilən təcrübələr**

Tutum duyğacının həssaslıq məsafəsinin HE-lərin uzun-  
luğundan asılılığı tədqiq edilmişdir. Bu məqsədlə 2 m, 5 m, 10  
m və 50 m uzunluqlu HE-lərə m çəkili insan yaxınlaşanda  
avtogenato-  
runun tezlik dəyişmələri qeyd edilmişdir ( $m = 93$   
kq - ölçmələri yerinə yetirən tədqiqatçının çəkisidir).

#### **Cədvəl 4.6, təcrübə 3, yaxınlaşma**

Təcrübələr laboratoriya şəraitində yerinə yetirilmişdir.  
Avtogenato-  
runun HE-lər qismində hər birinin uzunluğu 2 m  
olan, eləcə də bir-birinə və döşəməyə paralel iki naqıl birləşdi-  
rilmişdir. Naqillər dielektrik dirəklərə bərkidilmiş, onların bir-  
birindən ara məsafəsi 10 sm, döşəmədən hündürlüyü 1 m  
olmuşdur.

Tədqiqat zamanı yaxınlaşma, 3 m məsafədən başlayaraq  
HE-nin orta nöqtəsinə perpendikulyar istiqamətdə yerinə yeti-  
rilmiş və hər metr ( $L = 3; 2; 1; 0$  m) yaxınlaşmada tezliyin

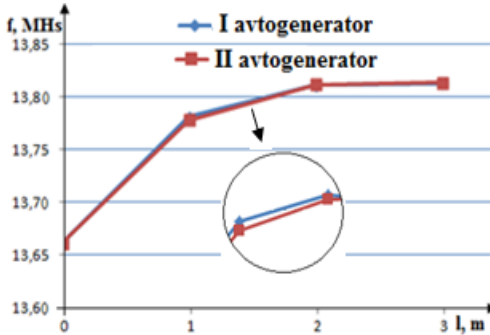
qiyməti qeydə alınmışdır (cədvəl 4.9).  $L = 0$  insanın HE-yə toxunduğu qiymətdir.

Cədvəl 4.9

2 m uzunluqlu HE-yə yaxınlaşma zamanı avtogenetorların tezlik qiymətləri

l (m)	I avtogenetor, $f_1$ (MHs)	II avtogenetor, $f_2$ (MHs)
0	13,661799	13,661016
1	13,781477	13,778263
2	13,811120	13,811674
3	13,813097	13,813492

Tezlik dəyişmələrinin qrafikləri şəkil 4.20-də göstərilmişdir. Qrafiklərdən görünür ki, insanın HE-lərə yaxınlaşması zamanı avtogenetorların rezonans tezlikləri azalma istiqamətində dəyişir.



Şəkil 4.20. 2 m uzunluqlu HE-lərə insanın yaxınlaşması zamanı avtogenetorların tezlik dəyişməsi

İnsanın HE-dən sıfır (toxunduğu hal) və 3 m məsafədə olduğu anlarda rezonans tezliklərinin fərqi ( $\Delta f_{in}$ ), I avtogenetor üçün  $\Delta f_{in} = 0,151298$  MHs, II avtogenetor üçün  $\Delta f_{in} = 0,152476$  MHs təşkil etmişdir.

### Cədvəl 4.5, təcrübə 4, yaxınlaşma

HE-nin uzunluğu 5 m seçilmişdir. Tədqiqat zamanı 3 m məsafədən başlayaraq, perpendikulyar istiqamətdə HE-yə üç fərqli nöqtədən (I halda, avtogeneratorlara qoşulduğu hissədən; II halda, orta hissədən; III halda, uc hissədən) yaxınlaşma yerinə yetirilmiş və tezliklərin qiymətləri bütün hallarda hər metr yaxınlaşmada qeydə alınmışdır (cədvəl 4.10).

Cədvəl 4.10

5 m uzunluqlu HE-yə yaxınlaşma zamanı avtogeneratorların tezlik qiymətləri

L (m)	I avtogenerator, $f_1$ (MHs)			II avtogenerator, $f_2$ (MHs)		
	I hal	II hal	III hal	I hal	II hal	III hal
0	11,23847	11,20716	11,20930	11,23847	11,20734	11,20932
1	11,24097	11,23815	11,23821	11,24097	11,23817	11,23825
2	11,24104	11,24143	11,24205	11,24105	11,24144	11,24205
3	11,24110	11,24164	11,24234	11,24109	11,24164	11,24234

İnsan HE-dən 3 m məsafədə olanda və HE-yə toxunanda hər avtogeneratorun tezlik qiymətlərinin fərqi:

I avtogeneratorda

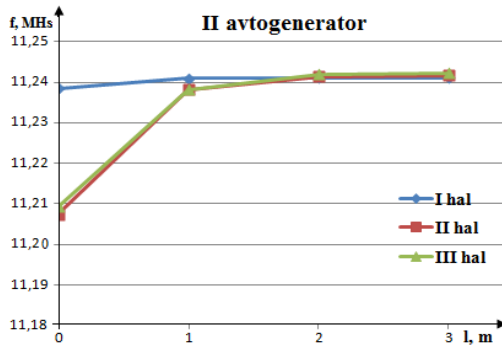
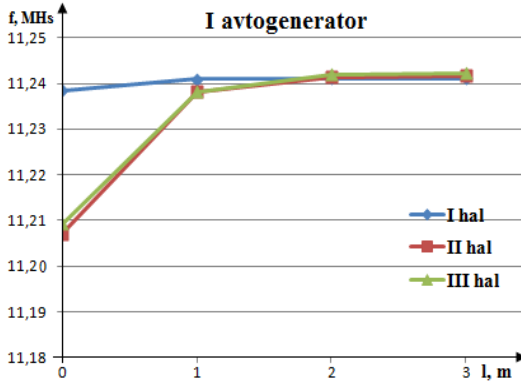
I halda  $\Delta f_{in} = 0,002627$  MHs  
 II halda  $\Delta f_{in} = 0,034484$  MHs  
 III halda  $\Delta f_{in} = 0,033037$  MHs

II avtogeneratorda

I halda  $\Delta f_{in} = 0,002626$  MHs  
 II halda  $\Delta f_{in} = 0,034305$  MHs  
 III halda  $\Delta f_{in} = 0,033019$  MHs

təşkil etmişdir.

Tezlik dəyişmələrinin qrafikləri şəkil 4.21-də göstərilmişdir. Göründüyü kimi, HE-lərə yaxınlaşma zamanı avtogeneratorların rezonans tezlikləri eyni tərzdə, həm də azalma istiqamətində dəyişir.



Şəkil 4.21. Avtogeneneratorların tezliklərinin 5 m uzunluqlu HE-lərə insanın yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı

#### Cədvəl 4.6, təcrübə 5, yaxınlaşma

Təcrübələr açıq ərazidə yerinə yetirilmişdir. Avtogeneneratorların hər birinə koaksial kabel vasitəsilə uzunluğu 10 m olan naqıl, HE qismində qoşulmuşdur. Koaksial kabellərin uzunluğu 5 m olmuşdur. Naqillər Yer səthinə və bir-birinə paralel yerləşdirilməklə dielektrik dirəklərə bərkidilmişdir. Onların yerdən hündürlüyü və ara məsafəsi 1 m təşkil etmişdir.

Təcrübələr 4-cü təcrübədə göstərilən ardıcılıqla yerinə yetirilmiş, tezlik dəyişmələrinin qeydə alınan qiymətləri cədvəldə verilmişdir (cədvəl 4.11).

Cədvəl 4.11

10 m uzunluqlu HE-yə yaxınlaşma zamanı avtogenetorların tezlik qiymətləri

L (m)	I avtogenetor, $f_1$ (MHs)			II avtogenetor, $f_2$ (MHs)		
	I hal	II hal	III hal	I hal	II hal	III hal
0	19,42057	19,46181	19,42802	19,42055	19,46181	19,42803
1	19,44394	19,46190	19,44079	19,44393	19,46190	19,44077
2	19,46257	19,46224	19,45590	19,46257	19,46225	19,45590
3	19,46154	19,45879	19,45490	19,46154	19,45879	19,45490

Tezlik dəyişmələrinin qrafikləri şəkil 4.22-də göstərilmişdir. Qrafiklərə əsasən demək olar ki, hər iki avtogenetorun rezonans tezliyi bütün hallarda HE-dən 3 m məsafədən 2 m-ə qədər yaxınlaşmada artma, lakin 2 m-dən toxunmaya qədər yaxınlaşmada azalma istiqamətində dəyişir.

İnsanın yaxınlaşması zamanı HE-yə toxunma anına nəzərən tezliyin dəyişməsi:

I avtogenetorda

I halda  $\Delta f_{ob} = 0,041996$  MHs

II halda  $\Delta f_{ob} = 0,003452$  MHs

III halda  $\Delta f_{ob} = 0,027880$  MHs

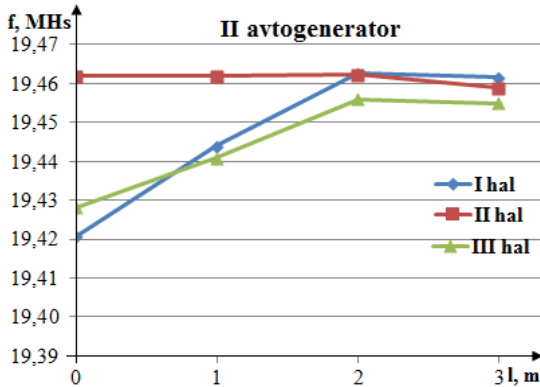
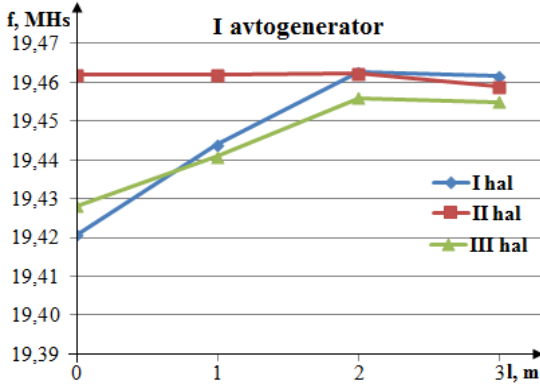
II avtogenetorda

I halda  $\Delta f_{ob} = 0,042017$  MHs

II halda  $\Delta f_{ob} = 0,003455$  MHs

III halda  $\Delta f_{ob} = 0,027876$  MHs

təşkil etmişdir.



Şəkil 4.22. Rezonans tezliklərinin avtogeneratorlara qoşulmuş 10 m uzunluqlu HE-lərə insanın yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı

#### **Cədvəl 4.6, təcrübə 6, yaxınlaşma**

Avtogeneratorlara HE-lər qismində, hər birinin uzunluğu 50 m olan iki naqıl birbaşa qoşulmuşdur. Naqillər, yuxarıda (cədvəl 4.6, təcrübə 5, yaxınlaşma) göstərilən formada bərkidilmişdir.

Təcrübələr, 4 və 5-ci təcrübələrdə göstərilən ardıcılıqla yerinə yetirilmiş, tezlik dəyişmələrinin qeydə alınan qiymətləri cədvəl 4.12-də verilmişdir.

Cədvəl 4.12

50 m uzunluqlu HE-yə yaxınlaşma zamanı avtogeneratorların tezlik qiymətləri

l (m)	I avtogenerator, $f_1$ (MHs)			II avtogenerator, $f_2$ (MHs)		
	I hal	II hal	III hal	I hal	II hal	III hal
0	14,99338	14,93737	14,93774	14,99338	14,93736	14,93774
1	14,99063	14,97432	14,97341	14,99064	14,97432	14,97341
2	14,98761	14,98618	14,98308	14,98761	14,98618	14,98307
3	14,98687	14,98621	14,98330	14,98687	14,98620	14,98330

İnsanın yaxınlaşması zamanı HE-yə toxunma anına nəzərən tezliyin dəyişməsi:

I avtogeneratorda

I halda  $\Delta f_{in} = 0,00651$  MHs

II halda  $\Delta f_{in} = 0,04884$  MHs

III halda  $\Delta f_{in} = 0,04556$  MHs

II avtogeneratorda

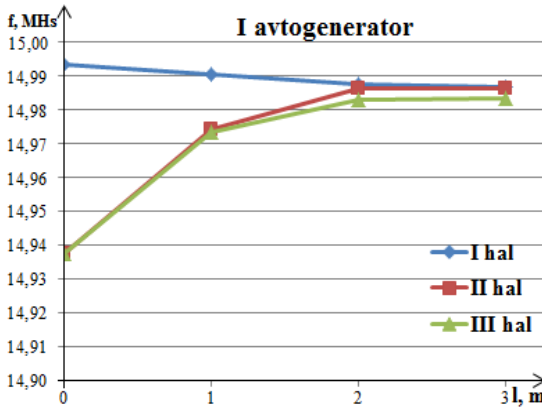
I halda  $\Delta f_{in} = 0,00651$  MHs

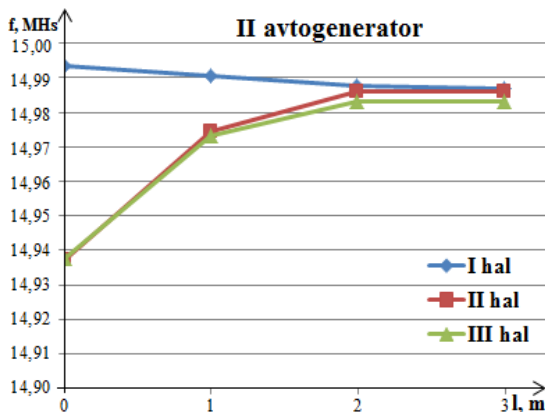
II halda  $\Delta f_{in} = 0,04885$  MHs

III halda  $\Delta f_{in} = 0,04556$  MHs

təşkil etmişdir.

Tezlik dəyişmələrinin qrafikləri şəkil 4.23-də göstərilmişdir. Göründüyü kimi, HE-lərə yaxınlaşma zamanı avtogeneratorların rezonans tezlikləri eyni tərzdə, I halda artma, lakin II və III halda azalma istiqamətində dəyişir.





Şəkil 4.23. Rezonans tezliklərinin avtogeneratorlara qoşulmuş 50 m uzunluqlu HE-lərə insanın yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı

Yerinə yetirilən təcrübələrdə  $\Delta f$  təsadüfi kəmiyyətlərinin dispersiyalarının:

$$D_1(\Delta f) = 8 \cdot 10^{-13}$$

$$D_2(\Delta f) = 5,6 \cdot 10^{-13}$$

$$D_3(\Delta f) = 12 \cdot 10^{-13}$$

$$D_4(\Delta f) = 18,4 \cdot 10^{-13}$$

$$D_5(\Delta f) = 14,4 \cdot 10^{-13}$$

müqayisəsindən görünür ki, 2-ci təcrübədə hesablanmış dispersiyanın qiyməti digərlərindən çox kiçikdir, 4-cü təcrübədə hesablanmış dispersiya ilə 2-ci arasındakı nisbət təxminən 3-ə bərabərdir:  $(D_4(\Delta f) / D_2(\Delta f)) \approx 3,3 \cdot 10^{-13}$ . Bu da onu göstərir ki, avtogeneratorların 2-ci təcrübədə göstərilən təcrübə üzrə tədqiqi zamanı tezliklərin bir-birinə daha çox sinxron şəkildə dəyişilməsi baş verir.



Təcrübələrin nəticələri göstərir ki, bütün hallarda hər iki avtogeneratorun rezonans tezlikləri zamandan asılı olaraq hər iki istiqamətdə (artma və ya azalma) kiçik fərqlə təqribən bərabər şəkildə dəyişir. Rezonans tezliklərinin fərqi zaman keçdikcə azalaraq olduqca kiçik qiymətə, bəzən sifira bərabər olur. Bütün təcrübələrdə, avtogeneratorların rezonans tezliklərinin qeydə alınan qiymətləri təsadüfi xarakter daşıyır. Uzunluqları 6 m-ə qədər olanda HE-lər avtogeneratorlara toplanmış parametrlidir, lakin 6 m-dən böyük uzunluqlarda paylanmış parametrlidir (uzun xətlər) tutumlar qismində qoşulur.

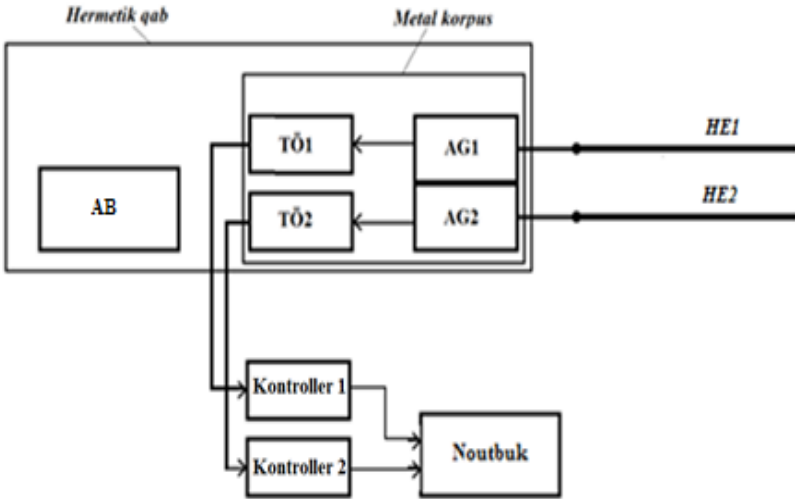
Beləliklə, göstərilən xüsusiyyətləri və yaxınlaşmaların təcrübələrdən alınan nəticələrinə əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, obyektlərin perimetrlərinin MXS-lərində istifadə edilən diferensial tutum duyğacılarında məntiq elementlərində qurulmuş avtogenerator sxemlərinin tətbiqi mümkündür. Bu zaman, həssas elementlərin uzunluqlarından asılı olmayaraq diferensial tutum duyğacılarının ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiya olunması avtomatik yerinə yetirilir.

#### **4.4. İki avtogeneratorlu diferensial tutum qurğusu**

**Tutum qurğusunun strukturu.** Tutum qurğusu hər birinin girişinə ayrılıqda HE-lər (HE1, HE2) birləşdirilmiş iki avtogeneratordan (AG1, AG2), iki tezlikölçəndən (TÖ1, TÖ2), iki kontrollerdən, bir akkumulyator batareyasından (AB) və bir noutbukdan təşkil olunmuşdur (şəkil 4.24).



a)



b)

Şəkil 4.24. Tutum qurğusunun:  
a - ümumi görünüşü, b - struktur sxemi

Hər iki avtogenerator tutum dəyişməsinə tezlik dəyişməsinə çevirən ölçü çeviricisini təşkil edir. Onların biri ölçü, digəri dayaq tezliyi hasil edir və hər ikisinin girişinə HE

birləşdirilmişdir. Çıxış siqnallarının fərqi müqayisə edildiyi üçün ölçü çeviricisi DTD adlandırılmışdır.

**Həssas element** qismində, П-274M markalı telefon sahə kabelindən istifadə edilmişdir. Kabelin konstruktiv-texniki xüsusiyyətləri aşağıda yazılmışdır.

Kabel bir-birinə burulmuş iki naqıldən ibarətdir. Bu, həm naqillərdə yaranan elektromaqnit maneələrinin ətraf mühitə yayılmasını, həm də kabelə qoşulmuş cihazlara xarici elektromaqnit maneələrinin təsirini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Hər naqıl, dörd mis və üç sinklənmiş polad teldən hazırlanmışdır. Polad tellər mis tellərin qırılmaya qarşı möhkəmliyini artırmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bir naqili təşkil edən bütün tellər izolyasiya materialından olan ümumi örtük vasitəsilə əhatə olunmuşdur. İzolyasiya güclü deformasiya və ya qırılma kimi mexaniki yüklənmələrə hesablanmışdır. Naqillər, uyğun olaraq kabel kifayət qədər elastikdir. Kabel, 120 V gərginlikli sabit, 230 V gərginlikli dəyişən cərəyanlı şəbəkədə kiçik güclü yüklər üçün nəzərdə tutulmuşdur. Kabeldən bütün növ torpaq sahələrində və ya qısa müddətdə sulu sahələrdə istifadə etmək mümkündür.

Qeyd edilən xüsusiyyətlər П-274M markalı telefon sahə kabelindən müxtəlif relyefli sahələrdə HE qismində istifadə etməyə, geniş ərazilərdə perimetr üzrə montaj işlərini operativ yerinə yetirməyə və yüksək etibarlığa malik, daha səmərəli nəzarət konturu qurmağa imkan verir.

**Avtoqenerator.** Həm siqnal, həm də dayaq tezliyini almaq üçün DTD-də ölçü çeviricisi qismində iki avtoqeneratorndan istifadə edilmişdir. Hər avtoqenerator VƏ-YOX məntiqi funksiyasını yerinə yetirən üç məntiq elementində qurulmuşdur.

DTD-ni qurmaq üçün daxilində dörd məntiq elementi yerləşən SN7400 markalı iki rəqəmsal mikrosxemdən istifadə edilmişdir. Məntiq elementlərindən ayrılıqda istifadə etmək mümkündür və onları mikrosxem daxilində yalnız enerji təchizatı xətləri birləşdirir. Mənbə gərginliyinin müsbət və mənfi qütbləri uyğun olaraq, mikrosxemin 14-cü və 7-ci ayaqlarına verilir. Prinsipial elektrik sxemlərində rəqəmsal mikrosxemlərin enerji verilən ayaqları, adətən göstərilir.

Qeyd olunan mikrosxemin analoqlarından, məs. K155JIA3 markalı mikrosxemdən istifadə ediləndə, avto-generatorların çıxış tezliklərinin qiymətinin fərqli olması, DTD-nin işləmə prinsipini dəyişir.

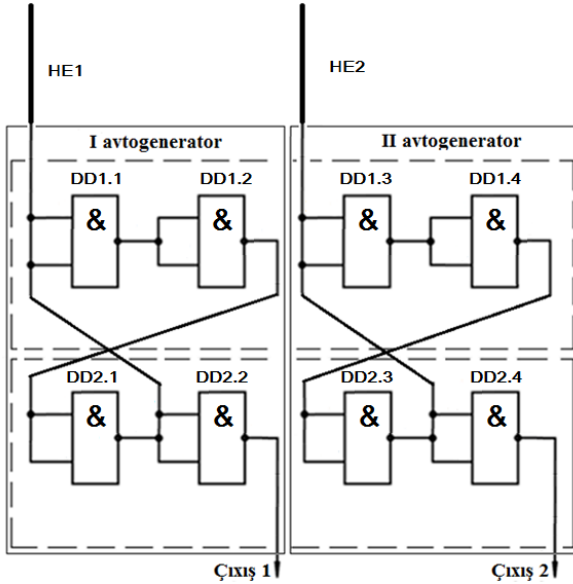
Enerji mənbəyinin gərginliyinin, eləcə də ətraf mühitin dəyişməsindən asılı olaraq, hər iki avto-generatorun tezlikləri dəyişir. Bu zaman, HE-lərə yaxınlaşma olmadıqda yanlış işədüsmələri əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq və ya qarşısını almaq üçün avto-generatorların tezliklərinin fərqi mümkün qədər sabit qalmalı və ya verilmiş müəyyən hədd qiymətindən kənara çıxmamalıdır. Tezlik fərqi qoyulan bu tələbi ödəmək üçün HE-lərin həndəsi ölçüləri bərabər götürülmüş, bir mikrosxem daxilində yerləşən məntiq elementləri avto-generatorların sxemində simmetrik çarpaz paylanmışdır.

Məntiq elementlərinin avto-generatorların sxemində simmetrik çarpaz paylanması aşağıdakı şəkildə yerinə yetirilmişdir:

-birinci rəqəmsal mikrosxem daxilində yerləşən dörd “VƏ-YOX” məntiq elementindən DD1.1 və DD1.2 birinci, DD1.3 və DD1.4 ikinci;

-ikinci rəqəmsal mikrosxem daxilində yerləşən dörd “VƏ-YOX” məntiq elementindən DD2.1 və DD2.2 birinci,

DD2.3 və DD2.4 ikinci avtogenetörün sxeminə qoşulmuşdur (şəkil 4.25). Əks əlaqə yaratmaq üçün avtogenetörün girişləri və çıxışları birbaşa: I avtogenetördə DD2.1-in çıxışı DD1.1-in girişinə, II avtogenetördə DD2.3-ün çıxışı DD1.3-ün girişinə birləşdirilir.



Şəkil 4.25. Həssas elementlər qoşulmuş iki avtogenetör sxemi

Belə birləşmədə, əks əlaqə dövrəsində RLC elementlərindən istifadə edilmir və mikrosxemlər yuxarı sərhəd tezliyində işləyir. Avtogenetörün çıxışlarına qoruyucu (bufer) kaskad qismində DD2.2 və DD2.4 məntiq elementləri qoşulmuşdur. Qoruyucu kaskad çıxışına qoşulmuş yükün avtogenetörün işinə təsirini aradan qaldırır.

**Tezlikölçən.** DTD-də, yarımfabrikat halında Çin istehsalı olan, ticarət təyinatlı tezlikölçən iki cihazdan istifadə

edilmişdir. Model nömrəsi “SKU00653” olan rəqəmsal cihazların texniki parametrləri və işləmə prinsipi haqqında məlumatı internetdən tapmaq mümkündür.

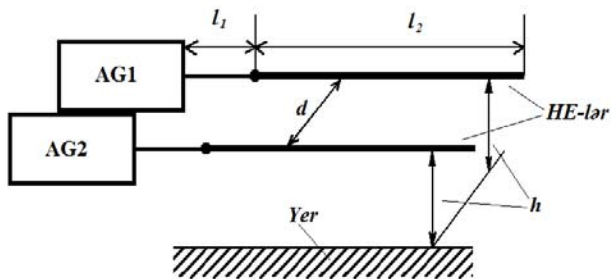
Tezlikölçən cihazın ölçü traktı iki hissədən təşkil olunmuşdur. Birinci hissədə tezlik bölücüsündən, ikincidə mikrokontrollerdən istifadə edilmişdir. Tezlik bölücüsü girişə verilən siqnalın tezliyini 64-ə bölür, sonra bu qiymətə əsasən mikrokontroller tezliyin həqiqi qiymətinin hesablanmasını yerinə yetirir.

Yüksək tezlikli siqnalın 64-ə bölünmüş nisbətən aşağı tezlikli qiyməti tezlik bölücüsünün çıxışından kontrollerə verilir. Beləliklə, kontroller qismində tətbiq edilən Arduino Uno modulu vasitəsilə yüksək tezlikli siqnalın emalının yerinə yetirilməsi çətinliyi aradan qaldırılır. Məsələn, tezlik bölücüsünün girişinə verilən siqnalın tezliyi 20 MHz-dən onun çıxışında 300 kHz tərtibinə qədər azalır. Arduino Uno modulu vasitəsilə 300 kHz tezlikli siqnalı ölçmək, rəqəmsal formaya çevirmək və noutbuka ötürmək çətinlik yaratmır.

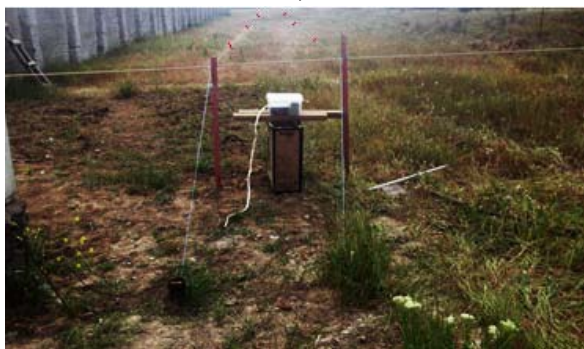
**Konstruksiya.** Avtogeneratorlar bir çap lövhəsində yığılmış və metal gövdənin içərisində yerləşdirilmişdir. Gövdə 1 mm qalınlıqlı maqnit xassəli metaldan hazırlanmışdır. Bu halda gövdə, həm də ekran qismində tətbiq edilir və DTD-nin elektromaqnit maneələrinə qarşı dayanıqlığını artırır.

Metal gövdə daşıyıcı altlıqdan və qapaqdan təşkil olunmuşdur. Daşıyıcı altlığa səkkizrəqəmli tezlikölçən cihazlar və birləşdiricilər bərkidilmişdir. Birləşdiricilər tezlikölçən cihazlara və DTD-yə akkumulyator batareyasını və HE-ləri qoşmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Tezlikölçən cihazlar metal gövdənin ön, birləşdiricilər arxa hissəsində yerləşdirilmişdir.

**Mühafizə səddinin qurulması.** DTD-nin iş prinsipi, yaxınlaşma zamanı mühafizə səddini təşkil edən iki HE-nin yerə nəzərən tutumlarının dəyişməsinə əsaslanır. Mühafizə səddinin xətlərini təşkil edən HE-lər bir-birinə və Yer səthinə nəzərən paralel yerləşdirilir (şəkil 4.26).



a)



b)

Şəkil 4.26. DTD-nin HE-lərinin:

a) quraşdırılması sxemi, b) ərazidə quraşdırılmış görünüşü

Şəkil 4.26 a-da  $l_1$  - HE-ni avtogeneratora qoşmaq üçün istifadə edilən birləşdirici naqilin uzunluğu,  $l_2$  - HE-nin uzunluğu,  $d$  - HE-lər arasındakı məsafə,  $h$  - HE-lərin Yer səthindən hündürlüyüdür. Birləşdirici naqil qismində həm telefon sahə kabelindən, həm də ində dalğa müqaviməti 75 Om

olan PK 75-4-11 markalı koaksial kabledən istifadə edilmiş və hər ikisinin uzunluğu  $l_1 = 1$  m seçilmişdir. Bu bölmədə təsvir edilmiş təcrübələrdə HE-ləri avtogeneratorlara qoşmaq üçün koaksial kabledən istifadə edilmişdir.

**Kontroller.** Avtogeneratorların çıxış siqnallarını noutbuka ötürmək üçün iki Arduino Uno modulundan istifadə edilmişdir. Avtogeneratorların çıxış siqnalları - tezlik qiymətləri noutbukda yazılmış Unity proqram təminatı vasitəsilə qeydə alınır, müqayisə edilir və aralarındakı fərq monitorda göstərilir. Fərqi qiymətindən asılı olaraq həyəcan siqnalı yaradılır. Arduino modullarında və noutbukda yazılmış proqramların alqoritmlərinin blok-sxemləri və başlanğıc kodları 3.5 bölməsində verilmişdir.

**Pozucunun aşkarlanması ehtimalı.** MRL obyektinin perimetrinin dörd zonasının ( $N_z = 4$ ) hər birində baş verməsi mümkün olan qanunsuz müdaxilələrin DTD-li mühafizə qurğusu vasitəsilə aşkarlanması ehtimalı hesablanmışdır. Bu zaman, mühafizə qurğusunun aşkarlama qabiliyyətinin havanın aydınlıq dərəcəsindən asılılığı nəzərə alınmayacaq qədər olduğu ( $\lambda = 1$ ) üçün hesablamalarda yalnız illik iqlim şəraitindən ( $w = 0,7$ ) asılılıq nəzərə alınmışdır. Buna görə obyektin perimetrinin uzunluğu:  $l_{\text{per}} = 200$  m; dayanıqlı və etibarlı identifikasiya zonasının uzunluğu:  $l_{z,\text{tex}} = 500$  m; müşahidə zonasında pozucunun aşkar edilmə ehtimalı:  $p_{z,\text{per}} = 0,950$ ; zonada texniki vasitələrin sıxlığının artma əmsalı:  $\alpha_{\text{tex},z} = 2,57$ ; ərazinin daxilində yerləşən təhlükəli obyektlərin sayı:  $v = 2$  (elektrik xətti və naviqasiya obyektini) olduğu nəzərə alınmış və perimetrin hər zonasına düşən texniki vasitələrin sayı - ( $N_{z,1,\text{tex}}$ ), eləcə də mühafizə qurğusunun texniki xüsusiyyətindən asılı olan əmsal -  $\gamma_{\text{tex}}$  hesablanmışdır:



$$N_{z.1.tex} = N_z \cdot \frac{N_{per.tex}}{\left(\frac{l_{per}}{l_{z.1.tex}} - (1 - \alpha_{tex.z})v\right)} =$$

$$= 4 \cdot \frac{1}{\left(\frac{200}{500} - (1 - 2,57) \cdot 2\right)} \approx 1,13$$

$$\gamma_{tex} = \frac{P_{z.per}}{(l_{z.1.tex})^2} = 237500$$

$N_{z.1.tex} \approx 1,13$  və  $\gamma_{tex} = 237500$  qiymətləri müəyyən ediləndən sonra, təhlükəli ərazilərdə ideal ( $\lambda = 1$ ,  $w = 1$ ) və illik iqlim ( $\lambda = 1$ ,  $w = 0,7$ ) şəraitində pozucunun aşkarlanması ehtimalları ( $P_{id.aş}$  və  $P_{iq.aş}$ ) hesablanmışdır.

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

$$P_{id.aş} = 1 - \left(1 - \frac{\gamma_{tex} \cdot \lambda \cdot w}{1 + (l_{z.1.tex})^2}\right)^{\alpha_{tex.z} \cdot N_{z.1.tex}} \approx 0,999$$

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

$$P_{iq.aş} = 1 - \left(1 - \frac{\gamma_{tex} \cdot \lambda \cdot w}{1 + (l_{z.1.tex})^2}\right)^{\alpha_{tex.z} \cdot N_{z.1.tex}} \approx 0,958$$

Göründüyü kimi, təhlükəsizlik zonasında yerləşən obyektlərin ərazisində baş verməsi mümkün olan qanunsuz müdaxilələrin ideal və illik iqlim şəraitində (yağış, qar, toz, duman və s.) aşkarlanması ehtimalları uyğun olaraq,  $P_{id.aş} \approx 0,999$  və  $P_{iq.aş} \approx 0,958$ -ə bərabərdir.

**DTD-nin funksional imkanları və texniki parametrləri.** Kənar şəxslər müəyyən məsafəyə qədər HE-nin birinə yaxınlaşanda və ya ona toxunanda, HE kəsildə və ya onun izolyasiyadan açıq hissəsi yerə toxunanda həyəcan signalı işə düşür. Bir nəfərin yaxınlaşması zamanı həyəcan signalının etibarlı işə düşməsi üçün həssaslıq məsafəsi 3 m-dən azdır.

Cədvəl 4.13-də iki avtogeneratorlu DTD-nin texniki parametrləri verilmişdir.

Cədvəl 4.13

İki avtogeneratorlu DTD-nin ümumi texniki parametrləri

Parametr	Vahidi	Qiyməti
Mənbənin gərginliyi	V	9-12
HE-siz avtogeneratorların işçi tezlik diapazonu (mikrosxemin markasından və nümunəsindən asılı olaraq dəyişir)	MHz	16-17
Mühafizə səddinin maksimal uzunluğu	m	500
Etibarlı həssaslıq məsafəsi	m	2,5-3
Cərəyan sərfi	mA	≤ 100
Mənbənin gərginliyi verildəndən sonra cihazın işə hazırlıq vaxtı	san	60
İşə düşəndən sonra qurğunun hazırlıq müddəti	san	≤ 30
Aşkarlama ehtimalı:		
- ideal iqlim şəraitində	-	0,999
- illik iqlim şəraitində	-	0,958
İş rejimi		gecə-gündüz

Ümumiyyətlə, MXS üçün işlənmiş iki avtogeneratorlu DTD-nin avtogenerator sxemlərində tezlikmüəyyənedicisi qismində toplu parametrlə aktiv və ya reaktiv RLC elementlərindən, eləcə də tezliyin köklənməsi zamanı digər yarımkeçirici cihazlardan istifadə edilmir. Bu zaman növbəti üstünlüklər əldə edilir:

- sistem maksimal həssaslıqla işləyir;

- toplu parametrli RLC elementlərinin və yarımkeçirici cihazların parametrlərinə qoyulan yüksək tələblər və tezliyin kondensatorlara aid olan köhnəlmə effektindən asılılığı aradan qalxır, sxem sadələşir, etibarlığı artır.

Beləliklə, diferensial tutum duyğacında iki avtogeneratorun siqnal və etalon qismində istifadəsi, etalon avtogeneratorunda kvarts rezonatorundan istifadə etmədən mühafizə qurğusunun ətraf mühitin dəyişməsinə avtomatik adaptasiyasına imkan verir. Tezlikməyyənedicisi qismində toplu parametrli elementlərdən istifadə etmədən sxemlərini sadələşdirmək məqsədi ilə avtogeneratorları rəqəmsal mikrosxemlərdə qurmaq məqsədəuyğundur. Bir mikrosxem daxilində yerləşən cüt sayda məntiq elementlərini hər iki avtogeneratorun sxemində simmetrik çarpaz paylanması onların xarakteristikalarının eyni dəyişməsinə təmin edir. Bu halda, tərkibində yerləşən məntiq elementlərinin sayından asılı olaraq bir, iki və ya üç rəqəmsal mikrosxemdən, eləcə də analoq mikrosxemlərdən istifadə etmək mümkündür. Müxtəlif növ mikrosxemlərdən istifadə edəndə diferensial tutum duyğacının çıxış tezliklərinin fərqli olması, tutum qurğusunun işləmə prinsipini dəyişmir.

Obyektlərdə baş verməsi mümkün olan qanunsuz müdaxilələrin aşkarlanması ehtimallarının kifayət qədər yüksək olması ( $P_{id.aş} \approx 0,999$  və  $P_{iq.aş} \approx 0,958$ ), iki avtogeneratorlu diferensial tutum duyğaclı mühafizə qurğusunun aviasiya təhlükəsizliyi sistemində istifadə edilməsinin effektivliyini müəyyənləşdirir.

## Ədəbiyyat siyahısı

1. “Aviasiya haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanunu // 24 iyun 2005-ci ildə təsdiq edilmişdir (24 aprel 2020-ci il tarixdə olan dəyişiklik və əlavələr) - Bakı: Qanun, - 2020, - 35 s.

2. Aviasiya təhlükəsizliyi üzrə Dövlət Proqramı və Aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi Qaydaları // 17 avqust 2020-ci ildə təsdiq edilmişdir - Bakı: Fərman, - 2020, № 1139, - 90 s.

3. Azərbaycan Respublikasında mühafizə olunmalı həyat təminatlı, mühüm əhəmiyyətli obyektlərin fiziki mühafizəsi və mühəndis təhlükəsizlik sistemləri ilə təchiz edilməsi üzrə Xüsusi Tikinti Normaları // 04 aprel 2016-cı ildə təsdiq edilmişdir (25 avqust 2022-ci il tarixdə olan dəyişiklik və əlavələr) - Bakı: Qərar, - 2022, - 40 s.

4. Azərbaycan Respublikasında mühafizə olunmalı həyat təminatlı, mühüm əhəmiyyətli obyektlərin Siyahısı // 31 mart 2014-cü ildə təsdiq edilmişdir (03 iyul 2021-ci il tarixdə olan dəyişiklik və əlavələr) - Bakı: Qərar, - 2021, - 27 s.

5. Dövlət orqanları tərəfindən mühafizə olunan obyektlərin Siyahısı // 7 fevral 2008-ci ildə təsdiq edilmişdir (25 avqust 2022-ci il tarixdə olan dəyişiklik və əlavələr) - Bakı: Qərar, - 2022, - 2 s.

6. Dövlət sirrinə aid edilən məlumatların Siyahısı // 3 iyun 2005-ci ildə təsdiq edilmişdir (2 avqust 2022-ci il tarixdə olan dəyişiklik və əlavələr) - Bakı: Fərman, - 2022, - 7 s.

7. Xüsusi mühafizə olunan təbiət əraziləri və obyektləri // 24 mart 2000-ci ildə təsdiq edilmişdir (5 mart 2019-cu il tarixdə olan dəyişiklik və əlavələr) - Bakı: Qanun, - 2019,-22 s.

8. Kazımov, N.M. Sensor sistemlərinin əsasları. Dərslik. / N.M. Kazımov, Ə.A. Yusifov, S.A. Xəlilov. [və b.] - Sumqayıt: SDU, - 2011. - 129 s.

9. Məlikov, T.Q. Müşahidə nəticələrinin riyazi araşdırılması. Kitab. - Bakı: "Elm", - 2006. - 308 s.

10. Məmmədova, Ş.İ. Bakı şəhərinin iqlim şəraiti və çirkləndiricilərin paylanması onun rolu // - Bakı: Bakı Universitetinin Xəbərləri, - 2011. №2, - s. 159-167.

11. Namazov, Q.M. Ali riyaziyyat. II hissə. Dərs vəsaiti / Q.M.Namazov.-Bakı: Bakı Biznes Universiteti, - 2012.-333s.

12. Nəbiyev, R.N. Avtomatlaşdırılmış distansion mühafizə kompleksinin layihələndirilməsi xüsusiyyətləri / R.N. Nəbiyev, N.T. Nağıyev, R.R. Rüstəmov. [və b.] // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri, - Bakı: - 2016. №2, - s. 76-95 və - 2017. №1, -s. 20-33.

13. Nəbiyev, R.N. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin effektivliyinin qiymətləndirilməsi / R.N. Nəbiyev, K.Ş. Ramazanov, R.R. Rüstəmov // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, - Bakı: - 2020. №1 (12), - s. 84-91.

14. Nəbiyev, R.N. Diferensial tutum duyğacının rezonans tezliklərinin pozucunun yaxınlaşmasından asılılığının tədqiqi / R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov // Mathematics and computer science. Journal of Baku Engineering University, - Bakı: - 2021. №1 (5). - s. 31-38.

15. Nəbiyev, R.N. İki avtogenetorlu diferensial tutum qurğusu / R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri, - Bakı: - 2021. №3 (21), - s. 1-7.

16. Nəbiyev, R.N. İki avtogenetorlu diferensial tutum qurğusunun proqram təminatının işlənilməsi / R.N. Nəbiyev,

Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov. [və b.] // Mathematics and computer science. Journal of Baku Engineering University, - Bakı: - 2020. №2 (4), - s. 137-142.

17. Nəbiyev, R.N. İnteqrasiya olunmuş distansion mühafizə sistemi və onun yaradılması xüsusiyyətləri / R.N. Nəbiyev, Q.C. Vəliyeva, R.R. Rüstəmov // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri, - Bakı: - 2015. №2 (19), - s. 87-108.

18. Nəbiyev, R.N. LC-avtogeneratorunun tezliyinin onun həssas elementinə yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı / R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov. [və b.] // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri, - Bakı: - 2018. №1, - s. 28-41.

19. Nəbiyev, R.N. Məntiq elementlərində qurulmuş həssas elementli iki avtogeneratorun rezonans tezliklərinin tədqiqi / R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri, - Bakı: - 2019. №3 (21), - s. 19-31.

20. Nəbiyev, R.N., Ramazanov, K.Ş., Rüstəmov, R.R. Avtomatik distansion idarə edilən MXS-nin iş fəaliyyətinin alqoritmi // Gənclərin yaradıcı potensialı aviakosmik məsələlərin həllində Beynəlxalq iştirakla III elmi-praktiki gənclər konfransının materialları. Fevral məruzələri, - Bakı: - 27-28 fevral, - 2019, - s. 177-179.

21. Nəbiyev, R.N., Rüstəmov, R.R. Aeroportların perimetrinin mühafizə sistemlərinin müqayisəli təhlili // - Bakı: Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, - 2017. №1 (20), - s. 41-46.

22. Nəbiyev, R.N. Təkmilləşdirilmiş MXS-nin riyazi modelinin qurulması / R.N. Nəbiyev, K.Ş. Ramazanov, R.R.

Rüstəmov // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri, - Bakı: - 2019. №1 (21), - s. 132-140.

23. Nəbiyev, R.N. Tutum duyğaları üçün avtogenetor sxemlərinin tədqiqi / R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri, - Bakı: - 2019. №2 (21), - s. 26-33.

24. Nəbiyev, R.N. Tutum vericilərinin elektrik sxemlərinin müqayisəli təhlili / R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri, - Bakı: - 2016. №3 (18), - s. 32-43.

25. Nəbiyev, R.N., Vəliyeva, Q.C. Strateji obyektlərin inteqrasiya olunmuş distansion avtomatlaşdırılmış təhlükəsizlik sistemi // - Bakı: Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri, - 2016. №1 (18), - s. 95-100.

26. Paşayev, A.M. Aeroportların radionaviqasiya avadanlığının texniki vəziyyətinin avtomatlaşdırılmış monitorinqi. Monoqrafiya. / A.M. Paşayev, A.Ş. Mehdiyev, R.N. Nəbiyev. [və b.] - Bakı: "APOSTROFF" nəşriyyatı, - 2015. - 236 s.

27. Paşayev, A.M. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin etibarlılığının qiymətləndirilməsi / A.M. Paşayev, R.N. Nəbiyev, R.R. Rüstəmov. [və b.] // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri, - Bakı: - 2018. №2, - s. 11-27.

28. Paşayev, A.M. Diferensial tutum duyğacı, Patent (İxtira) İ 2022 0033, Azərbaycan Respublikası / Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ., Rüstəmov R.R.

29. Ramazanov, K.Ş., Rüstəmov, R.R. Avtomatlaşdırılmış MXS-nin iqtisadi səmərəliliyinə risklərin təsiri // "Fevral məruzələri 2021: Aviakosmik məsələlərin həllində gənclərin yaradıcı potensialı" VI Beynəlxalq elmi-praktiki

gənclər konfransının materialları, - Bakı: - 2-4 fevral, - 2021, - s. 186-188.

30. Rəhimova, E.H. Elektrotexnikanın əsasları. Dərs vəsaiti. - Bakı: -2013. -184 s.

31. Rüstəmov, R.R. İnteqrasiya olunmuş MXS-nin tətbiqi perspektivləri // - Bakı: Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, - 2020. №3 (23), - s. 47-53.

32. Rüstəmov, R.R. Məsafədən idarə edilən inteqrasiya olunmuş MXS-nin tətbiqi imkanları // - Bakı: Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri, - 2019. №4 (21), - s. 31-39.

33. Rüstəmov, R.R. Mühafizə olunan obyektlərin xarakterik xüsusiyyətlərinə görə sinifləşdirilməsi // “Aviakosmik məsələlərin həllində gənclərin yaradıcı potensialı” III beynəlxalq elmi-praktiki gənclər konfransının materialları. Fevral məruzələri, - Bakı: - 12-14 fevral, - 2018, - s. 248-250.

34. Rüstəmov, R.R. Müxtəlif baza elementli tutum vericilərinin təhlükəsizlik sistemlərində tətbiqi imkanları // Gənclərin yaradıcı potensialı aviakosmik məsələlərin həllində Beynəlxalq iştirakla II elmi-praktiki gənclər konfransının materialları. Fevral məruzələri, - Bakı: - 21-23 fevral, - 2017, - s. 242-245.

35. Rüstəmov, R.R. Pilotsuz uçan aparatlardan terror məqsədilə istifadə // Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyinin yaradılmasınının 10 illiyinə həsr edilmiş “Fövqəladə hallar və təhlükəsiz həyat” mövzusunda beynəlxalq elmi-praktik konfrans, - Bakı: - 10 dekabr, - 2015, - s. 315-318.

36. Rüstəmov, R.R., Terroristlərin potensial hədəfləri və baş verə bilən itkilər // Ümummillə lider Heydər Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi-praktik konfrans. İnşaat kompleksində riskin qiymətləndirilməsi və



təhlükəsizlik problemləri, - Bakı: - 25-26 aprel, - 2013, -s. 339, 340.

37. Rüstəmov, R.R., Vəliyev, F.S. Bioloji terror aktlarına qarşı mübarizə problemləri // "Fevral məruzələri 2022: Aviakosmik məsələlərin həllində gənclərin yaradıcı potensialı" VII Beynəlxalq elmi-praktiki gənclər konfransının materialları, - Bakı: 2-4 fevral, - 2022, - s. 240-243.

38. Təhlükə potensialı və dövlət əhəmiyyətli tikinti obyektlərinin Siyahısı // 30 dekabr 2016-cı ildə təsdiq edilmişdir - Bakı: Qərar, - 2016, № 531 - 3 s.

39. Авиационная безопасность. Защита международной гражданской авиации от актов незаконного вмешательства // Приложение 17 к Конвенции о международной гражданской авиации. - Монреаль: ИКАО, - 2022. - Издание две-надцатое, - 74 с.

40. Алаухов, С.Ф., Коцербуба, В.Я. Концепция безопасности и принципы создания систем физической защиты важных промышленных объектов // - Санкт-Петербург: Системы безопасности, связи и телекоммуникаций, - 2002. №41, - с. 93-96.

41. Андреев, А.В. Теоретические основы надежности технических систем. Учебное пособие / А.В.Андреев, В.В.Яковлев, Т.Ю.Короткая - Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, - 2018. - 164 с.

42. Боровский, А.С., Тарасов, А.Д. Приближенная оценка защищенности потенциально-опасных объектов. Структурные параметры защищенности объектов // Программные продукты и системы, - Москва: - 2013. №3 (103), - с. 235-243.

43. Бояринцев, А.В., Шумилов, Н.И. Анализ уязвимости объектов // - Москва: Системы безопасности, - 2001. №6 (42), - с. 42-43.

44. Булгаков, О.М. Математическая модель воздействия нарушителя на компоненты интегрированной системы безопасности / О.М. Булгаков, В.П. Удалов, О.В. Чёткин // - Воронеж: Вестник Воронежского института МВД России, - 2015. №2, - с. 164-175.

45. Буковецкий, А.В., Никиенко А.В. Перспективы совершенствования методики проведения оценки эффективности системы физической защиты ядерных объектов // - Москва: Фундаментальные исследования, - 2015. № 9 (ч. 3). - с. 418-422.

46. Бурькова, Е.В. Системы охранно-пожарной сигнализации. Учебное пособие / Е.В. Бурькова. - Оренбург: ОГУ, - 2019. - 134 с.

47. Варнеев, Н., Никитин, В. Системы охраны периметра задачи и проблема выбора // - Санкт-Петербург: БДИ, - 2006. № 2 (65), - с. 40-47.

48. Васильев, В.И., Иванова, Т.А. Методика расчета экономической эффективности системы организационно-технического управления безопасностью // Экономическая безопасность: концепция, стандарты. Материалы международной научно-практической конференции, - Будва (Черногория): -27 апреля - 4 мая, - 2014, с. 29-37.

49. Введенский, Б.С. Интеллектуальные датчики для охраны периметров (часть первая) // - Москва: Системы безопасности. Охранная и охранно-пожарная сигнализация, периметральные системы, - 2011. №3, - с. 118-120.

50. Введенский, Б.С. Как выбрать систему охраны для периметра // - Москва: ОПС. Охранная и охранно-пожарная сигнализация. Периметральные системы. Проблемы и решения, - 2005. - с. 20-22.

51. Введенский, Б.С. Оборудование для охраны периметров на выставке IFSEC 2012 // - Москва: Системы безопасности. Охранная и охранно-пожарная сигнализация, периметральные системы, - 2012. №3, - с. 106-107.

52. Введенский, Б.С. Охрана периметра коттеджа – технологии и решения // - Санкт-Петербург: Алгоритм Безопасности, - 2009. № 4, - с. 24-28.

53. Введенский, Б.С. Подземные дискретные датчики для охраны периметров // - Санкт-Петербург: Алгоритм Безопасности, - 2012. № 5, с. 53, 54.

54. Введенский, Б.С. Системы охраны периметра - новинки выставки IFSEC'2009 // - Москва: Системы безопасности, - 2009. №4, - с. 80-83.

55. Введенский, Б.С. Системы охраны периметров на выставке IFSEC'2007 // - Москва: Системы безопасности, - 2007. №4, - с. 160-164.

56. Введенский, Б.С. Тенденции развития систем охраны периметра // - Москва: ОПС. Охранная и охранно-пожарная сигнализация. Периметральные системы, - 2004. - с. 28-30.

57. Введенский, Б.С. Техника охраны периметров на выставке IFSEC'2010 // - Москва: Системы безопасности. Пожарная безопасность, - 2010. №4, - с. 100-104.

58. Власюк, Н.П. Пассивный инфракрасный датчик движения // - Киев: Радиоаматор, - 2006. №5, - с. 31-34.

59. Волхонский, В.В. Системы физической защиты. Основы теории: Учебное пособие / В.В. Волхонский. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, - 2017. - 102 с.

60. Ворона, В.А. Комплексные (интегрированные) системы обеспечения безопасности. Книга 7 / В.А. Ворона, В.А. Тихонов. - Москва: Горячая линия - Телеком, - 2013. - 160 с.

61. Дровникова, И.Г., Буцынская, Т.А. Модель нарушителя в системе безопасности // - Москва: Системы безопасности, - 2008. №5, - с. 144-147.

62. Галков, А., Емкостная адаптивная охранная система, Патент на полезную модель № 2297671 (С2), Российская Федерация / Хомутов О., Якунин А. - 2007, № 11.

63. Груба, И.И. Системы охранной сигнализации: Технические средства обнаружения. Книга. - Москва: Солон-Пресс, Серия «Библиотека инженера» - 2012. - 220 с.

64. Гуменюк, В.И. Принципы и методы повышения защищенности систем управления критически важных объектов / В.И.Гуменюк, М.Е .Федосовский, А.А. Сыров. [и др.] // Научно-технические ведомости СПбГПУ, - Санкт-Петербург: - 2012. №147 (2), - с. 209-225.

65. Евдокимов, Д.Е. Классификация интегрированных систем безопасности // - Москва: Системы безопасности, - 2007. №6, - с. 34-36.

66. Елимов, С. Генераторы прямоугольных импульсов на микросхемах КМОП // - Москва: Радио, - 2000. №1, - с. 44, 45.

67. Елсаков, С.М., Корсаков, В.М. Математическая модель системы безопасности охраняемого объекта // -

Москва: Евразийский союз ученых (ЕСУ), - 2016. №4-2 (25), - с. 66-68.

68. Ершов, М. Емкостной датчик // - Москва: Радио, - 2004. №3, - с. 40-42.

69. Звездинский, С.С. Моделирование функциональной эффективности системы охраны периметра территориально распределенного объекта / С.С.Звездинский, В.А. Иванов, И.В. Парфенцев // Спецтехника и связь, - Москва: - 2010. №1, - с. 15-19.

70. Исаев, А. СВЧ датчик движения для охранной сигнализация // - Москва: Радио, - 2002. №12, - с. 41, 42.

71. Исаев, В.С. Методика оценки эффективности мероприятий по повышению устойчивости функционирования критически важных объектов и объектов жизнеобеспечения в условиях угроз террористического характера / В.С. Исаев, Ю.Д. Макиев, В.П. Малышев. [и др.] // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования, - Москва: - 2014. №2 (4), - с. 454-463.

72. Карабак, Ю.В. Расчет надежности радиоэлектронной аппаратуры. Методические указания / Ю.В Карабак. - Невинномысск: - 2015. - 53 с.

73. Коняхин, И.А. Типовые расчеты по определению характеристик надежности оптико-электронных приборов. Учебное пособие / И.А. Коняхин, Е.Н. Зверева - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, - 2016. - 65 с.

74. Криворученко, А. Емкостные промышленные датчики уровня. Проблемы выбора и практика применения // -Москва: Компоненты и технологии, - 2008. №1, -с. 30-32.

75. Куликов, А. В. Волоконно-оптическая система охраны периметра на брэгговских решетках, как перспек-

тивный метод мониторинга безопасности объекта // - Барнаул: Ползуновский альманах, - 2010. №2, - с. 274-278.

76. Люкшонков, Р.Г., Моисеев, Н.В. Дифференциальный емкостной датчик перемещений с дополнительной информацией о зазоре // - Санкт-Петербург: Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, - 2011. №4 (74), - с. 67-72.

77. Магомедов, Ш.Г. Математическое моделирование охранных действий на объекте защиты // - Астрахань: Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. - 2016. № 1, - с. 70-80.

78. Мальцев, А. Методика оценки состояния инженерно-технической защищенности объектов // - Москва: Технология защиты, - 2010. №4, - с. 25-29.

79. Мамедов, Р.Г. Повышение потенциала специальных видов материально-технического обеспечения при внедрении современных интегрированных систем безопасности / Р.Г. Мамедов, О.В. Сабуров, В.В. Кожин // Проблемные вопросы материально-технического обеспечения, - Санкт-Петербург: - 2021. №4 (22), - с. 34-39.

80. Мелех, О.В., Ткаченко, В.В. Методика комплексной оценки надежности системы ограничения доступа // - Минск: Доклады БГУИР: электроника, материалы, технологии, информатика, экономика и управление, - 2008. №8 (38), - с. 124-128.

81. Москвин, А. Бесконтактные емкостные датчики // - Москва: Радио, - 2002. №10, - с. 38, 39.

82. Набиев, Р.Н., Гараев, Г.И., Рустамов, Р.Р. Исследование схем автогенераторов для емкостных датчиков // Международная Объединенная Академия Наук, Наука России: цели и задачи, Сборник научных трудов по материалам XV международной научной конференции, - Екатеринбург: - 10 июня, - 2019, Часть 1, - с. 51-53.

83. Набиев, Р.Н. Дифференциально-емкостное устройство с двумя автогенераторами / Р.Н.Набиев, Г.И.Гараев, Р.Р.Рустамов // Известия ЮФУ. Технические науки, - Таганрог: - 2022. №2 (226), - с. 145-153.

84. Набиев, Р.Н. Интегрированная дистанционная система охраны и особенности её создания / Р.Н.Набиев, Г.Дж. Велиева, Р.Р. Рустамов // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məstuiələri, - Bakı: - 2017. №1 (19), - с. 22-31.

85. Набиев, Р.Н., Рамазанов, К.Ш., Рустамов, Р.Р. Оценка эффективности применения автоматизированной охранно-оповестительной системы // Международная Объединенная Академия Наук, Тенденции развития науки и образования, - Самара: - июнь, - 2019. №51 (7), - с. 21-24.

86. Набиев, Р.Н. Сравнительный анализ электрических схем ёмкостных датчиков / Р.Н. Набиев, Г.И. Гараев, Р.Р. Рустамов // Известия ЮФУ. Технические науки, - Таганрог: - 2017. №3 (188), - с. 51-64.

87. Олейник А.С. Охрана критически важных объектов с применением математического моделирования // - Москва: Каталог "Системы безопасности", - 2017. - с. 14-16.

88. Омельченко, Е.Я. Краткий обзор и перспективы применения микропроцессорной платформы Arduino / Е.Я. Омельченко, В.О. Танич, А.С. Маклаков. [и др.] //

Электротехнические системы и комплексы, - Магнитогорск: - 2013. №21, - с. 28-33.

89. Осциллограф GW Instek GOS-620.

<https://www.geo-ndt.ru/pribor-11745-oscillograf-gw-instek-gos-620.htm>;

[https://mipt.ru/upload/medialibrary/d83/esr\\_instructions\\_2016-2.pdf](https://mipt.ru/upload/medialibrary/d83/esr_instructions_2016-2.pdf). [daxil olma 27.11.2022]

90. Пашаев, А.М. Дистанционная система безопасности взлетно-посадочной полосы Международного Нахичеванского Аэропорта / А.М. Пашаев, Р.Н. Набиев, Г.Д. Велиева // Известия ЮФУ. Технические науки, - Таганрог: - 2011, №2, - с. 249-255.

91. Пашаев, А.М. Особенности проектирования автоматизированного дистанционного охранного комплекса / А.М. Пашаев, Р.Н. Набиев, Р.Р. Рустамов. [и др.] // Вопросы безопасности, - Москва: - 2018. №1, - с. 32-51.

92. Полянский, И.С. Математическая модель комплекса инженерно-технических средств системы физической защиты объекта охраны / И.С. Полянский, И.И. Беседин, Б.Л. Панин // Фундаментальные исследования, - Москва: - 2013. № 6 (ч. 6), - с. 1359-1365.

93. Пономаренко, В.И., Караваев, А.С. Использование платформы Arduino в измерениях и физическом эксперименте // - Краснодар: Известия Вузов. ПНД, - 2014. № 4, - с. 77-90.

94. Разинков, О.Г., Сидоров-Бирюков, Д.Д., Townsend, В., Parker, Т., Vainbridge, G., Greiss, R. Преимущества и области применения сейсмических приборов для прямой установки в грунт // VI научно-техническая конференция "Проблемы комплексного геофизического



мониторинга Дальнего Востока России", - Петропавловск-Камчатский: - 1-7 октября, - 2017, - с. 371-375.

95. Рогожин, А.А. Математическая модель системы безопасности объекта, охраняемого подразделением вневедомственной охраны // - Воронеж: Вестник Воронежского института МВД России, - 2009. №2, - с. 166-170.

96. Руководство по авиационной безопасности // Doc. 8973. - Монреаль: ИКАО, - 2019. - Издание одиннадцатое, - 950 с.

97. Рыжова, В.А. Проектирование и исследование комплексных систем безопасности. Учебное пособие. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, - 2013. - 157 с.

98. Савченко, В., Грибова, Л. Бесконтактный емкостный датчик с кварцевым резонатором // - Москва: Радио, - 2010. №11, - с. 27, 28.

99. Савченко, В., Грибова, Л. Кварцевый резонатор преобразует неэлектрические величины в электрические // - Москва: Радио, - 2004. №2, - с. 34-36.

100. Севрюков, Д.В. О периметровых средствах и системах / Д.В. Севрюков, В.А. Коновалов, В.Н. Петров // ОПС. Охранная и охранно-пожарная сигнализация. Периметральные системы, - Москва: - 2005. с. 18-19.

101. Селищев, В.А., Чечуга, О.В. Выбор системы охраны периметра // - Тула: Известия ТулГУ. Технические науки, - 2010. №2 (2), - с. 227-234.

102. Соломеин, В.П. Емкостное реле // - Москва: Радио, - 2010. № 5, - с. 38.

103. Соломеин, В.П. Емкостные датчики приближения // - Москва: Радиомир, - 2012, №6. с. 28-29; № 7. с. 20-22.

104. Статистические данные о результатах деятельности воздушного транспорта в 2020 году. [https://www.icao.int/annual-report-2020/Documents/ARC\\_2020\\_Air%20Transport%20Statistics\\_final\\_sched\\_ru.pdf](https://www.icao.int/annual-report-2020/Documents/ARC_2020_Air%20Transport%20Statistics_final_sched_ru.pdf).

105. Тарасов, А.Д. Разработка и исследование математических методов обработки нечеткой информации в задаче оценки защищенности потенциально опасных объектов // Труды ИСА РАН, - Москва: - 2014. №2 (64) с. 27-41.

106. Тарасов, Ю. Моделирование системы охраны периметра // - Санкт-Петербург: Алгоритм безопасности, - 2012. №1, с. 60-62.

107. Тхань, Б.Ч. Сравнение ослабления электромагнитных волн миллиметрового и инфракрасного диапазонов в гидрометеорах и пыли / Б.Ч. Тхань, Д. В. Марин, В. В. Расторгуев // Электронный журнал «Труды МАИ», - Москва. - 2015. №84, - с. 1-20.

108. Хофрейтер, Л. Критическая инфраструктура - содержание, структура и проблемы ее защиты // - Cracow: Securitologia, -2014. № 1 (19), - с. 141-152.

109. Членов, А.Н., Климов, А.В. Методика оценки эффективности системы безопасности объектов дистанционного банковского обслуживания // - Москва: Технологии техносферной безопасности, - 2015. №2 (60), - с. 205-211.

110. Щербакова, И.В. Анализ эффективности систем охраны периметра объектов // - Уфа: Символ Науки, - 2016. №11-3 (23), - с. 185-187.

111. Энциклопедия безопасности авиации / Под ред. Н.С. Кулика. - Киев: Техника, - 2008. - 1000 с.

112. Яцков, В.И. Емкостные устройства для технических средств охраны // - Москва: Системы безопасности, - 2007. №6, - с. 157.

113. АКТАКОМ АСН-2500 - частотомер.  
<https://www.elizpribor.ru/catalog/radioizmeritelnye-pribory/chastotomery-standarty-chastoty-i-komparatory/chastotomery-komparatory-aktakom/asn-2500.htm>.

114. Fujifilm FinePix AV200 Manual User Guide and Product Specification. <https://camerausermanual.net/fujifilm-finepix-av200-manual/>.

115. Gillen, D., Morrison, W.G. Aviation security: Costing, pricing, finance and performance // - Canada: Journal of Air Transport Management, - 2015. №48, - p. 1-12.

116. Global aviation security plan // The 39th Session of the International Civil Aviation Organization Assembly. - Montreal: ICAO, - 2017. - 32 p.

117. Kolesar, J., Petruf, M. Safety management system protection against acts of unlawfull interference of civil airport // - Sweden: Journal of Logistics Management, - 2012. №1 (2), - p. 6-12.

118. Nabiyev, R.N., Garaev, G.I., Rustamov, R.R. Determination of high sensitive auto-avtogenerated scheme for capacity sensors // International Gobeklitepe Applied Sciences Congress-II. Harran University, - Sanliurfa, Turkey: - 6-8 may, - 2021, - p. 126-133.

119. Nabiyev, R.N., Garaev, G.I., Rustamov, R.R., Guluzade, H.S. Software development differential capacitance device with two auto avtogenerated // International Gobeklitepe Applied Sciences Congress-II. Harran University, - Sanliurfa, Turkey: - 6-8 may, - 2021. - p. 134-140.

120. Nabiyev, R.N., Garaev, G.I., Rustamov, R.R. The study of dependence of the resonance frequencies of differential sensor on the intruder's approaching // Proceedings of the XXVIII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology, - Warsaw, Poland: - 30 april, - 2021, - p. 3-8.

121. Ovseník, L. Video Surveillance Systems / L. Ovseník, A.Kažimírová (Kolesárová), J.Turán // Technical University. Acta Electrotechnica et Informatica, - Košice: - 2010. №4 (10), - p. 46-53.

122. Tamasi, G., Demichela, M. Risk Assessment Techniques for Civil Aviation Security // - Champaign: University of Illinois Urbana-Champaign. Reliability Engineering and System Safety, - 2011. №8 (96), - p. 892-899.

## Əlavələr

Əlavə 1

“AKTAKOM ACH-2500” tezlikölçən cihazın ümumi görünüşü



Əlavə 1 (ardı)

“AKTAKOM ACH-2500” tezlikölçən cihazın texniki  
xarakteristikası

<b>Parametrlər</b>	<b>Qiymət</b>
Ekran	LCD 13 mm-li, 8 rəqəmli
Tezlik diapazonu	50 MHz÷2500 MHz (maks. 2600 MHz) 10 MHz÷500 MHz 10 Hz÷10 MHz
Tezlik ölçmə xətası	± (4 impuls/dəq.+1 rəqəmli) 23°C ± 5°C- də, kalibrilmədən sonra
Dayaq avtogeneratorunun tezliyi	4,194 MHz (kvars avtogeneratoru)
Dayaq avtogeneratorunun temperatur əmsalı	Dəqiqədə 0,1 impuls / 1°C (standart şərait 23°C ± 5°C)
Cihazın girişində yol verilən maksimal gərginlik amplitudasının qiyməti	5 V (500÷2500 MHz olduqda)
Gövdə	Möhkəm plastik
İşçi temperatur diapazonu	0÷50 °C
İşlədildiyi yerdə nisbi rütubət	≤90% (0÷35 °C)
Cihazın enerji təchizatı	4x1,5 V-luq batareyalar
Qabarit ölçüləri	173×80×35 mm
Çəkisi	0,34 kq

Fujifilm FinePix AV200 markalı yığcam kameranın öndən (a) və  
arxadan (b) görünüşü



a)



b)

Əlavə 2 (ardı)

Fujifilm FinePix AV200 markalı 14 meqapiksellik yığcam  
kameranın texniki xarakteristikası

<b>Parametrlər</b>	<b>Qiymət</b>
Şəkil stabilizatoru	rəqəmsal
Fokus məsafəsi	32-96 mm
Minimum çəkiliş məsafəsi	0,1 m
Optik elementlərin sayı	7
Optik elementlərin qruplarının sayı	6
Matrisin effektiv meqapiksellərinin sayı	14 MP
Sensorun formatı	1/2.3"
Sensorun ölçüsü	6,16×4,62 mm
Rəqəmsal böyütmə	6,7 Nx
Dayanıqlı çəkiliş sürəti	1,2 kadr/san
Maksimal şəklın ölçüsü	4288×3216
Minimal çəkiliş sürəti	1/1400 san
Maksimal çəkiliş sürəti	8 san
Avtomatik işəsalma	10/2 san
Maksimal çəkiliş məsafəsi	3,5 m
Ekranın ölçüsü	2,7"
LCD nöqtələrin sayı	230000
Səviyyələrin sayı	2 JPEG
Boş kameranın çəkisi	119 q
Qabarit ölçüləri	93,0×60,2×28,0 mm



“Azərbaycan Hava Yolları”  
Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti  
Hava Limanlarının İstismarı Baş İdarəsinin  
Poliqrafiya Mərkəzində çap olunmuşdur.

Tiraj 50 ədəd.