

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL  
NAZİRLİYİ  
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

“Radiotexnika və telekommunikasiya” kafedrası

*Əlyazması hüququnda*

**Ağayev Murad Ülvi oğlu**

**Kərimov Turan Həsərət oğlu**

**Mamedov Zahid Ənvər oğlu**

**İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika  
mühəndisliyi”**

**İxtisaslaşma: “Hərəkət edən obyektə olan rabitə vasitələri”**

**Mövzu: İnformasiya sızmasından müdafiənin texniki vasitələri və metodları**

**MAGİSTRİK DİSSERTASIYASI**

**Elmi rəhbər:**

**t.e.d., dos. İ.C. İslamov**

**BAKİ-2023**

## MÜNDƏRİCAT

|  |    |
|--|----|
| GİRİŞ .....  | 3  |
| I FƏSİL. İNFORMASIYA SIZMASININ TEXNİKİ KANALLARININ<br>İNFORMASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİ (M.Ağayev)..... | 7  |
| 1.1. Texniki kanallar vasitəsilə informasiya sızmasının xüsusiyyətləri .....                       | 7  |
| 1.2. Nitqi informasiyanın sızma kanallarının təsnifatı .....                                       | 13 |
| 1.3. Nitq signalının yayılmasının fiziki xassələri və əsas parametrləri .....                      | 15 |
| II FƏSİL. NİTQ SİQNALLARI VƏ SPEKTRAL XARAKTERİSTİKALARI<br>(M.Ağayev).....                        | 23 |
| 2.1. Nitq siqnallarının spektral xarakteristikaları və təhlili üsulları .....                      | 23 |
| 2.2. İnformasiyanın sızma kanallarının mühafizəsinin əsas meyarları .....                          | 29 |
| 2.3. İnformasiya sızmasından müdafiənin texniki vasitələri və üsulları .....                       | 33 |
| 2.4. Daxili məkanda məxfi məlumatların və akustik nitqin qorunması .....                           | 36 |
| III FƏSİL. STRUKTUR SXEMİN TƏRTİBİ VƏ HESABLANMASI(T.Kərimov)<br>.....                             | 48 |
| 3.1. Struktur sxemin tərtib edilməsi .....   | 48 |
| 3.2. Struktur sxemin hesablanması .....  | 53 |
| IV FƏSİL. PRİNSİPİAL ELEKTRİK SXEMİNİN İŞLƏNMƏSİ (T.Kərimov)...                                    | 57 |
| 4.1. Səs səviyyəsi tənzimlənən güc gücləndiricisi və oktava ekvalayzeri .....                      | 57 |
| 4.2. İlk gücləndiricili küy generatoru.....  | 64 |
| V FƏSİL. EKSPERİMENTAL HİSSƏ (Z.Mamedov).....  | 67 |
| 5.1. Kanalların təhlükəsizliyinin əsas qiymətləndirmə prinsipləri .....                            | 67 |
| 5.2. Hava kanalının eksperimental tədqiqi üçün qurğu .....   | 69 |
| 5.3. Ekranlanmış səs uducu kameranın elektrik və akustik parametrləri .....                        | 70 |
| 5.4. Nitq informasiyalarının sızması üçün akustoelektrik kanalların tədqiqi .....                  | 71 |
| 5.5. Hava kanalının xarici küy mənbəyindən istifadə etmədən tədqiqi .....                          | 77 |
| 5.6. Hava kanalının xarici küy mənbəyindən istifadə etməklə tədqiqi .....                          | 79 |
| NƏTİCƏLƏR .....  | 82 |
| İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYATIN SİYAHISI .....  | 83 |

## GİRİŞ

İnformasiya (latınca informatio - izahat, şərh) - bunlar bir şey haqqında xəbərlər verən, yəni toplanma, saxlama, transformasiya, ötürülmə və birbaşa istifadə obyektinə olan informasiyadır. İnsanlar arasında informasiya mübadiləsi ona gətirib çıxarmışdır ki, informasiya əmtəyə və strateji resursa çevrilmişdir, çünki onun işlənməsi əsasında insan maddi və mənəvi dəyərlərə yiyələnir. Hər hansı bir məhsul kimi, informasiya da saxlanıla, oğurlana, itirilə və məhv edilə bilər. Bundan əlavə, sahibini aldatmaq üçün informasiyanı əvəz etmək və ya qəsdən təhrif etmək mümkündür. Odur ki, informasiyanın mühafizəsi ilə bağlı problemlər kompleksinin öyrənilməsi xüsusilə bazar iqtisadiyyatı şəraitində aktual məsələdir.

Bazar iqtisadiyyatında rəqabətin gedişində müasir texniki kəşfiyyat vasitələrindən istifadə olunma və məxfi informasiyanın əldə edilməsinə yönəlmiş müxtəlif sənaye casusluğu üsullarından istifadə olunma bilər. “Konfidensial” (latınca confidentia – etibar edilən) tərifinin təfsiri, kənar şəxslər üçün məxfi olan, açıqlanmayan informasiyanın məxfiliyini vurğulayır. Təhdid mövcud məxfi informasiyaya müdaxilənin potensial təhlükə ehtimalı və təhdidi praktikada yerinə yetirməyə cəhd edən şəxs müdaxiləçidir (intruder).

Məxfi informasiya 1 daşıyan fiziki sahə və bu sahənin qeydiyyatı üçün müdaxilənin texniki vasitələrinin birləşməsi informasiya sızması üçün texniki kanal kimi müəyyən edilir. Bu sahədə toplanmış təcrübə göstərir ki, iqtisadiyyatın qeyri-dövlət sektorunda qorunan informasiyanın həcmi təxminən yarısı qanun pozucuları tərəfindən sənaye casusluğunun texniki vasitələrindən istifadə etməklə informasiya sızmasının texniki kanalları vasitəsilə əldə edilir.

Bu şəraitdə məxfi informasiyanın sızmasının texniki kanallardan istifadə etməklə onun qanunsuz əldə edilməsindən qorunmasına mühüm yer verilir. Informasiyanın texniki kanallar vasitəsilə sızmasının qarşısının alınması məxfi informasiyanın obyektin nəzarət olunan ərazisindən kənara nəzarətsiz çıxmasını (sızmasını) istisna edən və ya zəiflədən təşkilati, təşkilati-texniki və texniki tədbirlərin

məcmusudur. Bundan əlavə, bu cür qorunma xidmət zamanı informasiyanın etibar etdikləri və ya iş zamanı məlum olan şəxslərin dairəsindən kənara nəzarətsiz buraxılaraq sızmasının qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulmuşdur.

İnformasiya təhlükəsizliyi kifayət qədər geniş və çox şaxəli bir problemdir və bu, məxfi informasiyanın akustik kanallar vasitəsilə sızmasına qarşı mübarizə aparmaqla məşğul olan inteqrasiya olunmuş mühafizə sisteminin yaradılmasını tələb edir.

Akustika (yunan dilindən akustikos - eşitmə) fizikanın, ən alçaq tezlikdən (şerti olaraq 0 Hz-dən) son dərəcə yüksək ( $10^{12}$ - $10^{13}$  Hz) tezliyə qədər elastik rəqslərin və dalğaların, onların hasil edilməsi və yayılması prosesləri, onların maddə ilə qarşılıqlı təsiri və müxtəlif tətbiqlərinin öyrənilməsi bir sahədir.

Akustika eramızdan bir neçə əsr əvvəl səs, yəni insan qulağı tərəfindən qəbul edilən elastik dalğalar haqqında təlim kimi yaranmışdır. Akustikanın fizika elmi kimi formalaşmasının başlanğıcı 17-ci əsrə təsadüf edir və musiqi tonları sisteminin, onların mənbələrinin (simlər, borular) öyrənilməsi, səsin yayılma sürətinin ölçülməsi ilə bağlıdır. 20-ci əsrin əvvəllərinə qədər akustika mexanikanın bir qolu kimi inkişaf etmişdir. Mexaniki titrəyişlərin, səs dalğalarının mühitdə yaranması və yayılmasının ümumi nəzəriyyəsi yaradılmış, səs dalğalarının parametrlərinin - səs təzyiqinin, enerji axınının, yayılma sürətinin ölçülməsi üsulları işlənmişdir. Tədqiq olunan elastik dalğaların diapazonu genişlənərək eşidilən tezliklər oblastından aşağı (infrasəs) və yuxarıda (ultrasəs) olan oblastları əhatə etmişdir. Mürəkkəb rəqsi prosesin sadə mürəkkəbələrə ayrılması (Furye çevirmələri) üsullarının yaranması səs analizinin və sadə mürəkkəbələrdən mürəkkəb səsin sintezinin əsasını qoydu.

Akustikanın inkişafında yeni mərhələ elektromaqnit enerjisinin akustik enerjiyə və əksinə çevrilməsi üsul və vasitələrinin işlənilməsi və hazırlanmasını zəruri edən radiotexnika və yayımın sürətli inkişafı ilə əlaqədar olaraq ötən əsrin 1920-ci illərdə başladı. Müasir akustikada elastik rəqslərin və dalğaların yaranması, yayılması və qəbulunun ümumi qanunları səs nəzəriyyəsi öyrənir ki, bunun üçün ümumi rəqslər və dalğalar nəzəriyyəsində işlənmiş riyazi üsullardan geniş istifadə edilir. Dalğaların yayılması mühitin müxtəlif xarakterik modelləri və akustik sahələrin nəzərə alınması

üçün adekvat üsullarla əlaqədar olaraq, ayrı-ayrı daha dar sahələr formalaşmışdır: akusto-optika, hərəkət edən mühitin akustikası, kristal akustika, hidroakustika (buraya geniş inkişaf etmiş mühüm tətbiqi sahəsi olan hidrolokasiya daxildir) və s. Akustika sahələrinə memarlıq və tikinti akustikası, həmçinin küy, vibrasiya və onlarla mübarizə üsullarını öyrənən küy akustikası daxildir. Nitqin yaradılması və səs qavranılması orqanlarının və proseslərinin, habelə nitqin ötürülməsi problemlərinin öyrənilməsi ilə fizioloji və psixoloji akustika məşğul olur.

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL  
NAZİRLİYİ  
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

“Radiotexnika və telekommunikasiya” kafedrası

*Əlyazması hüququnda*

**Ağayev Murad Ülvi oğlu**

**İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika  
mühəndisliyi”**

**İxtisaslaşma: “Hərəkət edən obyektə olan rabitə vasitələri”**

**Mövzu: İnformasiya sızmasından müdafiənin texniki vasitələri və metodları**

**MAGİSTRLIK DISSERTASIYASI**

**Elmi rəhbər:**

**t.e.d. dos. İ.C. İslamov**

**Bakı-2023**

# I FƏSİL. İNFORMASIYA SIZMASININ TEXNİKİ KANALLARININ İNFORMASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİ

## 1.1. Texniki kanallar vasitəsilə informasiya sızmasının xüsusiyyətləri

Məlumdur ki, informasiya daha çox səs və ya elektromaqnit sahəsi, yaxud maddə vasitəsilə ötürülür. Buna əsaslanaraq iddia etmək olar ki, fiziki-texniki mahiyyətinə görə aşağıdakı informasiya daşıyıcıları istifadə olunur [6]:

- səs dalğaları;
- elektromaqnit (işıq daxil olmaqla) dalğaları;
- materiallar və maddələr.

Məxfi informasiyanın işıq, akustik (səs) və elektromaqnit sahələri və maddi informasiya obyektləri vasitəsilə nəzarətsiz ötürülməsinə əsaslanan informasiya sızması texniki kanalları üçün eyni fiziki təbiət xarakterikdir. Cədvəl 1.1.1-də verilmiş informasiya lar informasiya sızması proseslərinə nəyin səbəb olduğu və müəyyən bir sızmanın hansı texniki kanallar vasitəsilə baş verdiyini nəzərdən keçirməyə imkan verir.

Göründüyü kimi, məxfi informasiyanın icazəsiz götürülməsinin müasir texniki vasitələrinin inkişafının əsasını təşkil edən əsas fiziki anlayışlar və deməli, bu cür müdaxiləyə qarşı mübarizə üsulları akustik, elektromaqnit (o cümlədən optik) hadisələr və sahələrlə əlaqədardır. Başqa sözlə, informasiya fiziki sahələrdən biri ilə və ya maddə ilə ötürülür. Bu, ya akustik dalğa (səs), ya da elektromaqnit şüalanması, ya da mətni olan bir vərəq, ya da geniş yayılmış informasiya saxlama cihazları (maqnit, optik, maqnit-optik və bərk cisimli), ya da sənaye materiallarıdır. Bu zaman informasiya sızma kanallarını onların əmələ gəlməsinin fiziki xarakterini nəzərə alaraq aşağıdakı qruplara bölmək məqsədəuyğun görünür [4]:

- akustik (o cümlədən akustik-çevirici);
- elektromaqnit (maqnit və elektrik daxil olmaqla);
- vizual-optik və televiziya-optik; maddi əşya.

Texniki kanallar vasitəsilə məxfi informasiyanın icazəsiz əldə edilməsi  
 üsullarının ümumi xarakteristikaları və bu zaman istifadə olunan vasitələrin siyahısı

| Sıra №-si | Hərəkət                  | Fiziki hadisə və ya onun nəticəsi  | İnformasiyanın icazəsiz götürülməsi üsulu və ya vasitəsi   |
|-----------|--------------------------|--|--|
| 1         | Bir neçə nəfərin söhbəti | Akustik siqnal   | 1. Təsadüfi daxil olmaqla, dinləmə<br>2. Diktofonlar və xüsusi mikrofonlar<br>3. Informasiya ötürülməsi üçün quraşdırılmış qurğular*:<br>– mövcud kommunikasiyalara görə (elektrik şəbəkələri, siqnalizasiya sistemləri, TFL**, borular və s.)<br>- xüsusi çəkilmiş naqillər üzərində<br>- radio və ya infraqırmızı kanalla<br>4. İstiqamətləndirici mikrofonlar |
|           |                          | Vibro-akustik siqnal   | 1. Elektron stetoskop<br>2. Informasiya ötürülməsi ilə vibrasiya sensoru:<br>- radio ilə<br>- simli<br>- rabitə<br>- infraqırmızı şüa vasitəsilə<br>3. Lazer və mikrodalğalı dinləmə sistemləri  |
|           |                          | Hidro-akustik siqnal   | Hidro-akustik sensor   |
|           |                          | Akusto-elektrik siqnal   | Xüsusi radio qəbuledicisi təyinat  |
|           |                          | Dodaq hərəkəti   | 1. Vizual, o cümlədən optik cihazlar<br>2. Televiziya kamerası, o cümlədən tel və radio kanalı ilə ötürülmə  |
| 2         | Telefon danışıqı         | Akustik siqnal   | 1 bəndinə uyğun  |
|           |                          | Xətdə elektrik siqnalı   | Paralel telefon, birbaşa əlaqə, elektromaqnit sensoru vasitəsilə əlaqə, telefon radio vericisi   |
|           |                          |  | Xüsusi radiotexniki qurğular   |
| 3         | Radio telefonla danışıq  | Akustik siqnal, elektromaqnit dalğaları və əlavə elektromaqnit dalğaları | 1. 1 bəndinə uyğun avadanlıq.<br>2. Xüsusi radioqəbuledici qurğular  |

\*\*\* əksər elektron cihazların (o cümlədən müxtəlif modifikasiyalı kompüterlərin) və bəzi ofis avadanlıqları (telefonlar, fakslar və s.) işləyərkən əlavə elektromaqnit dalğaları və əngəllər şüalanır və bundan istifadə edərək müəyyən informasiyanı əldə etmək olar.

Məxfi informasiyanın sızmasının səbəbləri və şərtlərinin ümumi cəhətləri çoxdur. Sızmanın səbəbləri, bir qayda olaraq, müəssisədə informasiyanın saxlanması standartlarının qüsursuzluğu, habelə bu standartların pozulması və sənədlərin, texniki



vasitələrin, məhsul-məmulat nümunələrinin və məxfi informasiyanı ehtiva edən digər materialların işlənməsi qaydalarının pozulması ilə əlaqədardır. İnformasiya sızması şəraitinə müəssisədə elmi, istehsalat, hesabat, informasiya və məxfi informasiyanın sızması üçün ilkin şərait yaradan digər fəaliyyət prosesində təzahür edən müxtəlif amillər və təfərrüatlar daxildir.

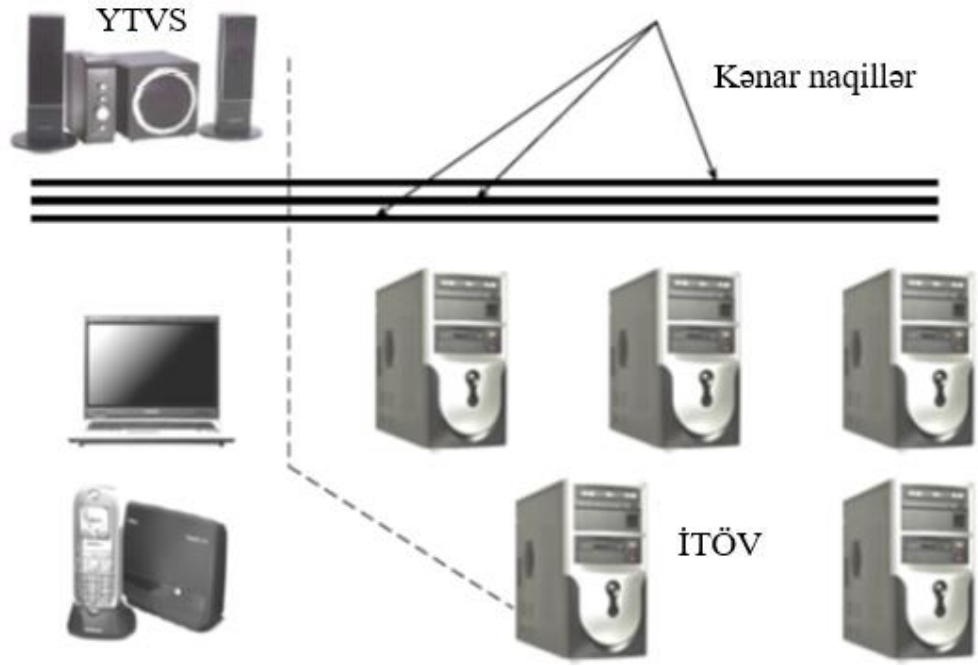
İnformasiya sızması kanallarının hər bir növü özünəməxsus xüsusiyyətlərə malikdir. Belə ki, insanlarda eşitmə informativlik baxımından ən mühüm hiss orqanlarından biridir [10]. Buna görə də, informasiya sızmasının akustik kanalları geniş yayılmışdır ki, bu kanallarda informasiya daşıyıcısı kimi səsdən istifadə edilir. Bu, xüsusilə insan nitqidir ki, bu da insanlar arasında informasiya mübadiləsinin təbii və ən çox yayılmış üsulu kimi istifadə olunur. Hazırda informasiya mübadiləsinin müxtəlif vasitə və üsullarının inkişafına baxmayaraq, nitqi informasiyanın payı təxminən 80% təşkil edir. Bu baxımdan, mühafizə olunan obyekt üçün integrasiya olunmuş təhlükəsizlik sistemi qurarkən həll edilməli olan ən vacib vəzifələrdən birinin nitqi (akustik) informasiyanın qorunması olduğu aydın olur.

İnformasiya sızması kanallarının formalaşması nöqtəyi-nəzərindən ən çox maraq doğuran İnformasiyanın texniki ötürmə vasitələri (İTÖV) və yardımçı texniki vasitələr və sistemlərdir (YTVS) ki, onların nəzarət zonasından (NZ), yəni buraxılış sistemli zonadan kənara çıxışı vardır. İTÖV və YTVS birləşdirici xətlərə əlavə olaraq, binalardan keçən, İTÖV və YTVS-ə qoşulmayan və ona aid olmayan kənar naqillərin də nəzarət olunan ərazidən çıxışı ola bilər (şəkil 1.1.1).

Məxfi məlumatları ehtiva edən yan elektromaqnit şüalanmasının kəşfiyyat avadanlığı ilə tutulma ehtimalı olan zona təhlükə zonası adlanır. Təsadüfi antenalarda icazə verilən səviyyədə yuxarı olan məlumat signalının induksiya edildiyi İTÖV ətrafındakı fəza 1-ci təhlükə zonası adlanır [12].

Təsadüfi antenalar İTÖV qurğularından yan elektromaqnit radiasiyasını qəbul edən YTVS sxemləri və ya kənar naqillər ola bilər. Təsadüfi antenalar yığılmış və paylanmış olur. Toplanmış təsadüfi antena toplanmış parametrlərə (telefon, radio yayımı şəbəkəsi dinamik və s.) malik texniki vasitədir. Paylanmış təsadüfi antenaları paylanmış parametrlə naqillər: kabellər, birləşdirən məftillər, metal

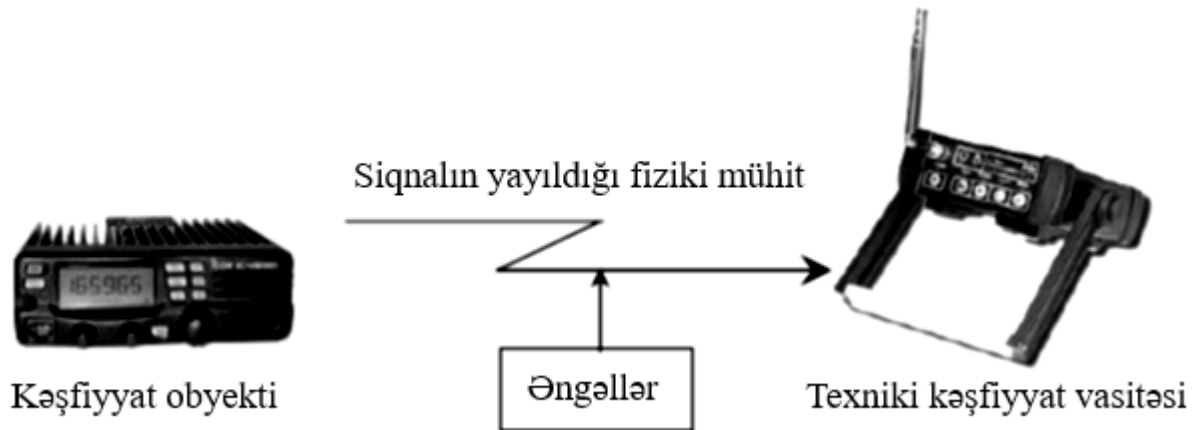
borular təşkil edir.



**Şəkil 1.1.1.** İnformasiya sızmasının mümkün kanallarının formalaşma mənbələri

İnformasiya siqnalları elektrik, elektromaqnit, akustik və s. şəkildə ola bilər. Əksər hallarda onlar rəqsi xarakteri daşıyır və onların informasiya parametrləri amplituda, faza, tezlik və müddətdir.

İnformasiya sızmasının texniki kanalı (İSTK) dedikdə, kəşfiyyat obyektinin, texniki kəşfiyyat vasitələrinin (TKV) və informasiya siqnalının yayıldığı fiziki mühitin məcmusu başa düşülür (şəkil 1.1.2).



**Şəkil 1.1.2.** İnformasiya sızmasının texniki kanalı

Əslində, İSTK TKV-dən istifadə edərək obyekt haqqında kəşfiyyat məlumatı əldə etmək üsulu anlamına gəlir [13].

Fiziki təbiətindən asılı olaraq siqnallar müəyyən fiziki mühitlərdə yayılır. Yayılma mühiti qaz (hava), maye (su) və bərk mühit ola bilər. Belə daşıyıcılara hava məkanı, tikinti konstruksiyaları, birləşdirici xətlər və keçirici elementlər, torpaq və s. aiddir.

Sənaye və iqtisadi casusluğa qarşı mübarizə yeni təhdid növlərinə adekvat olan məlumatların qorunması üsullarının, vasitələrinin və yollarının işlənilməsinin davamlı prosesidir.

İnformasiya sızması kanallarının təsnifatı şəkil 1.1.3-də göstərilmişdir. İnformasiya sızmasının texniki kanallarının xüsusiyyətləri informasiya siqnallarının fiziki təbiəti və sızan informasiyanın siqnalın yayılma mühitinin xarakteristikaları ilə müəyyən edilir. Aşağıda informasiya sızmasının texniki kanallarının bəzi xüsusiyyətləri verilmişdir.

İTÖV-də işlənən informasiyanın sızmasının texniki kanalları

1. Elektromaqnit:

- İTÖV elementlərində elektromaqnit şüalanması;
- İTÖV-nin YT-generatorlarının tezliklərində elektromaqnit şüalanması;
- aşağı tezlikli gücləndiricilərin öz-özünə həyəcanlanma tezliklərində şüalanma.

2. Elektrik:

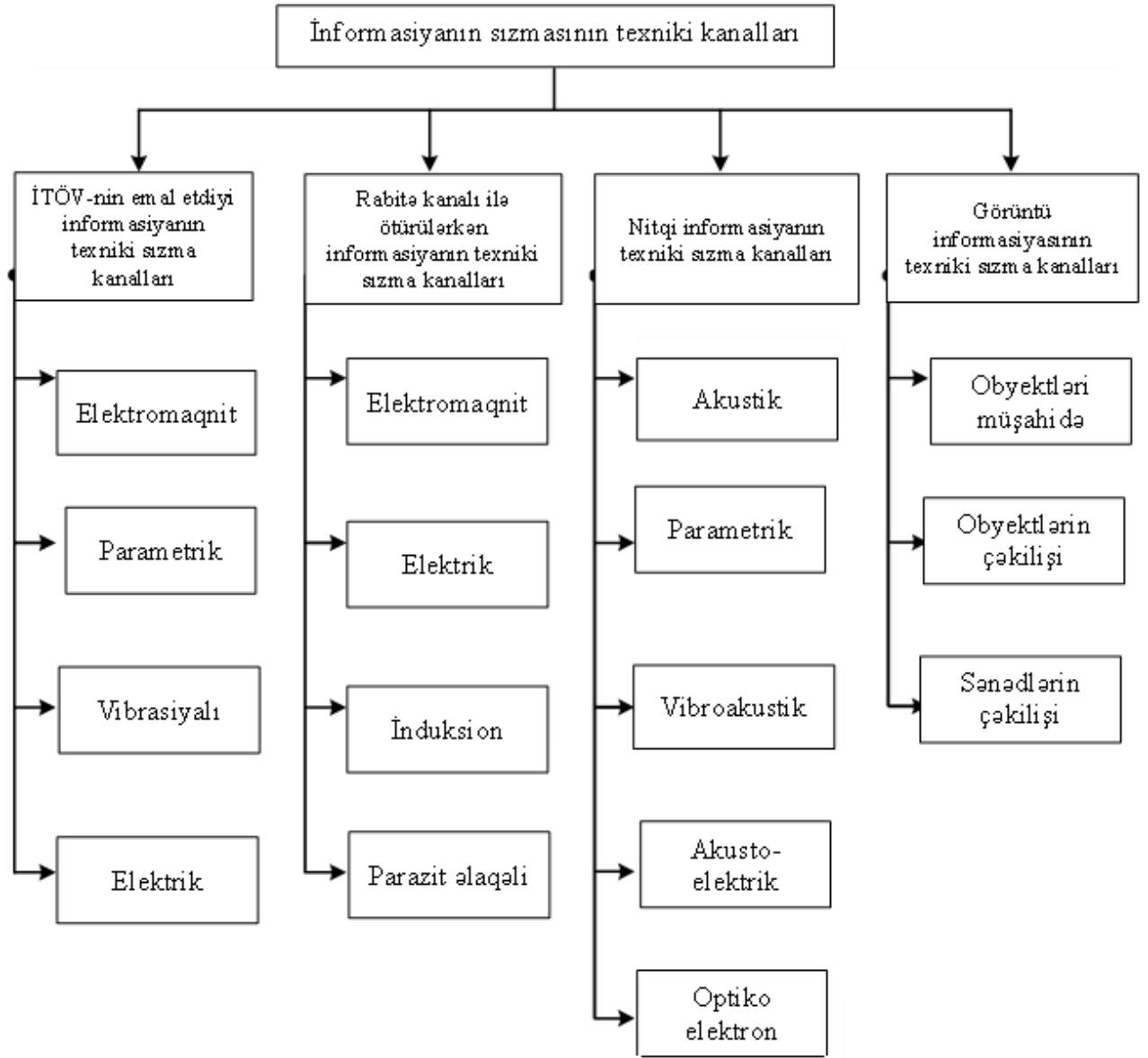
- İTÖV elementlərindəki elektromaqnit şüalanmasının kənar naqillərdə induksiyası;
- informasiya siqnallarının elektrik xətlərinə sızması;
- informasiya siqnallarının torpaqlama dövrəsində sızması;
- məlumatın quraşdırılmış qurğulardan istifadə etməklə götürülməsi.

3. Parametrik:

- İTÖV-nin “yüksək tezlikli şüalanma” vasitəsi ilə informasiyanın ələ keçirilməsi.

4. Rəqslərin:

•çap edilən simvol ilə onun akustik təsviri arasında uyğunluq.



**Şəkil 1.1.3.** İnformasiyanın sızmasının texniki kanalları

2. Elektrik kanalları:

- rabitə xətlərinə qoşulma.

3. İnduksiya kanalı:

- informasiya siqnallarının keçidi zamanı yüksək tezlikli kabel ətrafında elektromaqnit sahəsinin yaranmasının təsiri.

4. Parazit əlaqələr:

- bir-birindən yaxın məsafədə yerləşən informasiya ötürmə xətlərinin parazit tutumu, induktivliyi və rezistiv əlaqələri və induksiyları.

## 1.2. Nitqi informasiyanın sızma kanallarının təsnifatı

Nitqi informasiyanı ələ keçirmək (qulaq asmaq) cəhdləri qədim zamanlardan bu günə qədər baş verir ki, bu da belə informasiyaya xas olan bir sıra əsas spesifik xüsusiyyətlərlə izah olunur: məxfilik (çünki belə xəbərlər çox vaxt şifahi şəkildə verilir və ələ əmrlər verilir ki, heç bir daşıyıcıya etibar edilə bilməz); operativlik (informasiya səsləndirilmə zamanı ələ keçirilə bildiyi üçün); sənədlilik (tutulmuş təhrif edilməmiş nitqi informasiya ı mahiyyətə xəbəri və ya əmri səsləndirən şəxsin şəxsi imzası olan sənəddir, bu, insan şəxsiyyətini unikal şəkildə müəyyən etməyə imkan verən müasir nitqi təhlili üsulları ilə əlaqədardır); virtuallıq (insanın nitqi onun emosional vəziyyəti, xəbərə şəxsi münasibəti və s. haqqında nəticə çıxarmaq üçün istifadə edilə bilər).

Akustik informasiyanın qorunması bahalı və mürəkkəb bir tədbirdir [22]. Buna görə də, praktikada müəssisə və şirkətlərdə akustik qorunan xüsusi olaraq ayrılmış otaqların olması məqsədəuyğundur. Belə binaların imkanlarını qiymətləndirərkən, ilk növbədə, yükdaşıyan konstruksiyaları, döşəmələri, tavanları, qapıları, pəncərələri, istilik borularını, havalandırma kanallarını və s. Bundan əlavə, onun daxilində hər hansı bir qanun pozucusunun (müdaxiləçinin) cihazları quraşdırmaq, habelə akustik çeviricilik xüsusiyyətinə malik avadanlıq elementlərindən, məsələn, telefon aparatlarının zəng dövrləri, divar saatları, yayım şəbəkəsi dinamikləri, təhlükəsizlik və yanğın siqnalizasiya sistemlərinin bəzi detektorları və s.-dən istifadə etmək cəhdlərinin qarşısını almaq mümkün olmalıdır.

Eyni zamanda, mühafizə olunan otaqda (və ya obyektin idarə olunan ərazisində) binalarda (obyektin nəzarət olunan zonasında) yerləşən müxtəlif texniki cihazların dövrlərində akustik (səs) çevirici elementlərinin olması səbəbindən yaranan informasiya sızma kanalları bu cihazların normal iş rejimlərini müşayiət etdikləri üçün təhlükəlidir, çünki müdaxiləçi qorunan əraziyə daxil olmağa cəhd etmədən belə onlardan istifadə edə bilər. İnformasiya sızmasının aşağıdakı elektromaqnit kanallarına etibarlı müdafiə qoyulmalıdır [24]:

- elektron sxemlərin bəzi elementlərində yaranan və mexaniki təsirlərlə (səs, silkələnmə, vibrasiya və s.) şərtlənən mikrofon effektinə;

- aşağı və yüksək tezlikli elektromaqnit şüalanması; müxtəlif təyinatlı gücləndiricilərin parazitər nəslinin yaranmasına;

- naqillərin və rabitə xətlərinin qarşılıqlı təsiri, habelə rabitə xətlərinə və kanallarına icazəsiz qoşulma;

- yüksək tezlikli əlaqənin tətbiqinə;

- qida mənbəyi dövrlərində və elektron sxemlərin yerə qoşulma dövrlərində sızmaya;

- fiber-optik sistemlərin elementləri vasitəsilə sızmaya.

Texniki kanallar vasitəsilə hər hansı informasiya sızmasının qarşısını alan mühafizə tədbirləri məxfi informasiyanın bu cür informasiyanın etibar edildiyi obyekt və ya şəxslərin dairəsindən kənara nəzarətsiz çıxmasını istisna etməyə imkan verir.

Nitq məlumatının sızmasının texniki kanalları bunlardır [30]:

1. Akustik kanallar:

- yayılma mühiti - hava.

2. Vibroakustik kanallar:

- yayılma mühiti - əhatə edən bina konstruksiyaları.

3. Parametrik kanallar:

- yüksək tezlikli siqnalın informasiya siqnalı ilə modulyasiyasına səbəb olan akustik sahənin sxemlərin elementlərinə təsirinin nəticəsi.

4. Akustoelektrik kanallar:

- akustik siqnalların elektrik siqnallarına çevrilməsi.

5. Optoelektron (lazer) kanal:

- rəqslərin edən səthlərin lazer şüası ilə şüalanması.

Görüntü informasiyasının sızmasının texniki kanalları

1. Obyektlərin müşahidə edilməsi.

Gündüz müşahidəsi üçün optik cihazlar və televiziya kameralarından istifadə olunur. Gecə müşahidəsi üçün - gecə görmə cihazları, termal gözlüklər, televiziya kameraları.

2. Obyektlərin çəkilişi.

Obyektlərin çəkilişi üçün televiziya və fotoqrafik vasitələrdən istifadə olunur. Gündüz obyektləri yaxın məsafədən çəkmək üçün portativ kamuflyaj kameraları və video-çəkiliş cihazları ilə uzlaşdırılmış televiziya kameraları istifadə olunur.

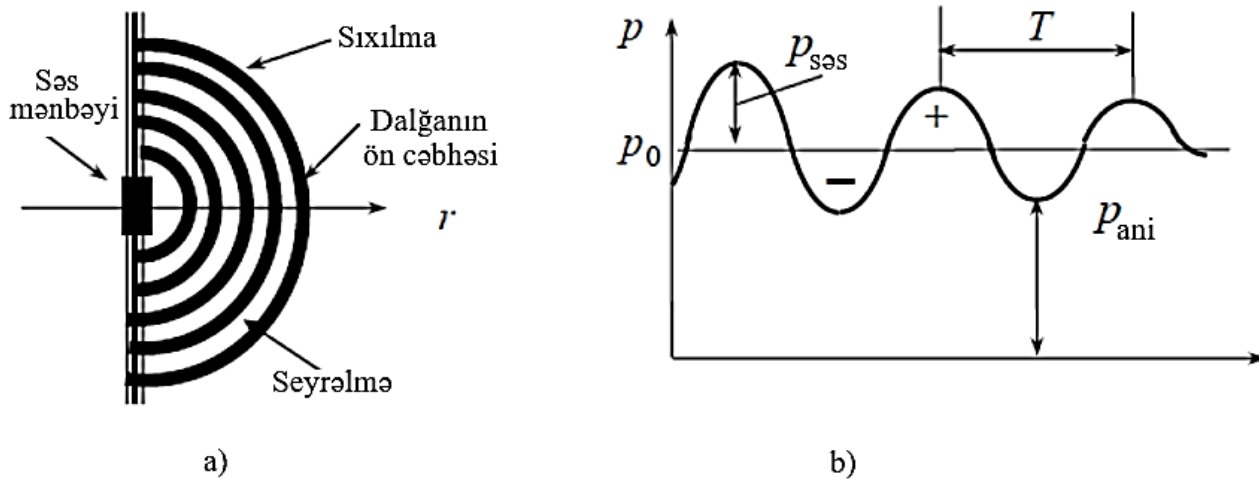
### 3. Sənədlərin çəkilişi.

Sənədlərin qeydə alınması portativ kameralar vasitəsilə yerinə yetirilir.

## 1.3. Nitq signalının yayılmasının fiziki xassələri və əsas parametrləri

Səs sahəsi səs rəqslərinin yayıldığı məkandır. Qaz halında və maye mühidə səs rəqsləri uzununa dalğalardır, çünki mühit maddəsinin hissəcikləri səsin  $r$  yayılma xətti boyunca rəqs edir (şəkil 1.3.1, a). Səs mənbəyinin, məsələn, harmonik təbiətli mənbəyin təsiri altında, mənbədən mühitin səs sürəti ilə hərəkət edən sıxılma və seyrəlməsi meydana gəlir. Normal atmosfer təzyiqində və  $20^{\circ}\text{S}$  temperaturda havada səsin sürəti təxminən  $c_s \approx 340 \text{ m/s}$ -ə bərabərdir [23].

Səs rəqsləri səbəbindən mühitin  $p$  sıxlığının dalğavarı dəyişməsi (şəkil 1.3.1, b) səs şüası və rəqslərin eyni fazalı səthi isə dalğa cəbhəsi adlanır. Dalğa cəbhəsi səs şüasına perpendikulyardır.



**Şəkil 1.3.1.** Səs rəqsləri (a) və səs sahəsinin dəyişməz nöqtəsində səs təzyiqinin dəyişməsi (b)

Rəqslərin tezliyi  $f = 1/T$  rəqsin periodu, səs dalğasının uzunluğu isə  $\lambda = cT$  ilə müəyyən edilir. Səs rəqslərinin tezliyi 20-20 000 Hs tezlik diapazonundadır. Qulağın qəbul etmədiyi 20 Hs-dən aşağı tezliklər infrasəs, 20 000 Hs-dən yuxarı isə ultrasəs adlanır. Rabitə sistemlərində səs dalğalarının dalğa uzunluqları 17–11,3 m ilə 2,27–1,7 sm arasında dəyişir.

Rəqs tezlikləri aşağı, orta və yüksək səs tezliklərinə bölünür. Aşağı tezliklərə 20-dən 500 Hs-ə qədər, orta - 500-dən 2000 Hs-ə və yüksək - 2000-dən 20000 Hs-ə qədər olan tezliklər daxildir.

Səs sahəsi bəzi xətti və enerji kəmiyyətləri ilə xarakterizə olunur. Bunlardan biri səs sahəsinin xətti xarakteristikalarıdır. Səs rəqsləri olmadıqda mühitin  $p_0$  təzyiqi statik adlanır (şəkil 1.3.1, b). Səs dalğası yayıldıqda, mühitin müəyyən bir nöqtəsində təzyiq fasiləsiz olaraq dəyişir: hissəciklər sıxıldıqda o, statik təzyiqi aşan səviyyəyə qədər yüksəlir, nadir hallarda isə statik təzyiq səviyyəsindən aşağı olur. Səs təzyiqi məkanın müəyyən bir nöqtəsində ani təzyiqin qiyməti ilə statik təzyiq arasındakı fərkdir.

Səs təzyiqi işarəsini dəyişən kəmiyyətdir və vahid sahəyə təsir edən qüvvə kimi müəyyən edilir:

$$p_{səs} = \frac{F}{S}$$

Rəqslərin sürəti. Mühitin yaxın qonşu nöqtələrində qeyri-bərabər təzyiqlərdə onun hissəcikləri daha kiçik təzyiqə doğru hərəkət edir. İşarəsi dəyişən təzyiqlər fərqiində hissəciklərin statik mövqeyə nisbətən rəqsi hərəkəti baş verir. Əgər hissəciklərin yerdəyişməsini  $u$  ilə işarə etsək, onda rəqslərin sürəti, yəni yerdəyişmənin birinci törəməsi  $v = du/dt$  [m/s] belə təyin olunur. Rəqslərin sürəti, səs sürətindən fərqli olaraq, dəyişəndir. Əgər mühitin hissəcikləri yerini dalğaların yayılma istiqamətində dəyişirsə, sürət müsbət hesab olunur.

Mühit hissəciklərinin yerdəyişməsi  $\omega = 2\pi f$  bucaq sürəti ilə harmonik qanuna tabe olarsa, onda rəqslərin sürəti

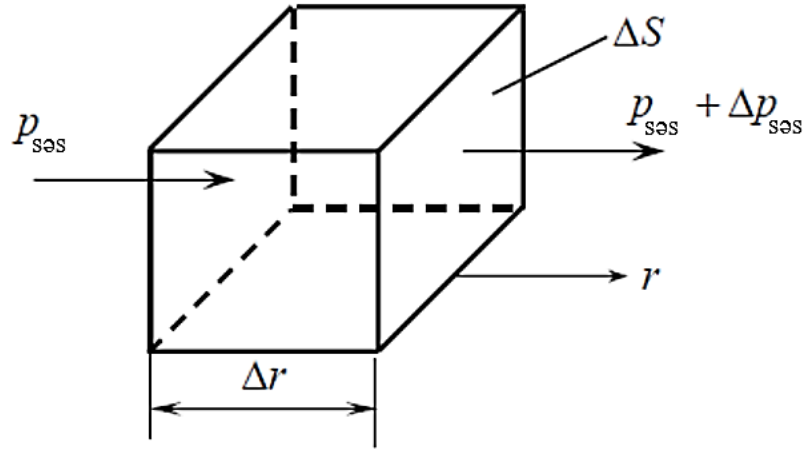
$$p_{səs}(t) = p_{ani}(t) - p_0$$

kompleks şəkildə belə yazılacaqdır

$$p_{səs}(t) = \frac{F}{S} \text{ [N/m}^2\text{]}$$



Rəqslərin bir periodu ərzində səs dalğasının ön cəbhəsi dalğa uzunluğuna ( $\lambda$ ) bərabər məsafəyə hərəkət edir [18]. Səs təzyiqi ilə rəqslərin sürəti arasındakı əlaqəni müəyyən etmək üçün dalğaların cəbhələri arasında yerləşən və qalınlığı  $\Delta r$  olan elementar hava təbəqəsini nəzərdən keçirək (şəkil 1.3.2).



**Şəkil 1.3.2.** Səs təzyiqinin elementar hava təbəqəsinə təsiri

Səs şüalarına perpendikulyar olan  $r$  ön (frontal) səthləri  $\Delta S$  sahəsinə malikdir. Ayrılmış həcmdə mühit  $p_{səs}$  və  $p_{səs} + \Delta p_{səs}$  təzyiqlər fərqi təsiri altındadır, bunun nəticəsində mühitə  $\Delta F = [p_{səs} - (p_{səs} + \Delta p_{səs})]\Delta S = -\Delta p_{səs} \Delta S$  qüvvəsi təsir edir. Digər tərəfdən, ətalət qüvvəsi

$$\Delta F = \Delta m \frac{dv}{dt} = \rho \Delta r \Delta S \frac{dv}{dt}$$

Burada  $\Delta m$  – elementar həcmli mühitin kütləsi,  $\rho$  – orta sıxlıqdır. Son iki tənlikdən qüvvələri bərabərləşdirib alırıq

$$\Delta p_{səs} = -\Delta r \rho \frac{dv}{dt}$$

$p_{səs}$  və  $v$  həm koordinatlardan, həm də zamandan asılı olduğuna görə xüsusi törəmələrə keçərkən mühitin hərəkət tənliyini alırıq

$$-\frac{\partial p_{səs}}{\partial r} = \rho \frac{\partial v}{\partial t} \quad (1.3.1)$$

Səs sahəsinin enerji xarakteristikaları. Səsin gücü  $A$  səs dalğasının işinin səs dalğalarının dalğa cəbhəsinin bütün sahəsi üzrə yayılması istiqamətində dəyişmə sürətidir. Fiziki olaraq iş mühitin səs dalğalarının yayılmasına müqaviməti ilə bağlıdır. Səsin gücü aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$P = \frac{dA}{dt} = F \frac{dr}{dt} = Fv = p_{s\acute{s}s} S_v [Vt] \quad (1.3.2)$$

Səsin intensivliyi (gücü) dalğa cəbhəsinin vahid səthindən vahid vaxtda keçən səs enerjisinin axınıdır. Tərifə görə, akustik gücün ani qiyməti  $F$  qüvvəsinin və rəqslərin  $v$  sürətinin ani qiymətlərinin hasilinə bərabərdir:  $P = Fv$ .

Səs rəqslərinin xüsusi gücü. Rəqslərin xüsusi gücü belə təyin edilir:

$$P = p_{s\acute{s}s} S_v = \frac{Fv}{S} = \frac{P}{S} = I [Vt] \quad (1.3.3)$$

və səs gücü adlanır. Səs enerjisinin  $\varepsilon$  sıxlığı mühitin vahid həcmində səs enerjisinin orta qiymətidir. Səsin intensivliyi və enerjinin sıxlığı anlayışlarını birləşdirək. Bunun üçün mühitin həcmi dalğanın yayılması istiqamətində seçirik (şəkil 1.5).

Mühitin  $\Delta V$  həcmində baxılan zaman anında  $\Delta W = \varepsilon \Delta V = \varepsilon \Delta r \Delta S$  enerjisi  $\Delta t = \Delta r / c_{s\acute{s}s}$  müddəti ərzində ondan çıxacaqdır, burada  $c_{s\acute{s}s}$  – səs sürətidir. Enerji axını  $\Delta W / \Delta t = c_{s\acute{s}s} \varepsilon \Delta r \Delta S / \Delta r = c_{s\acute{s}s} \varepsilon \Delta S$  olduğunu nəzərə alaraq, onu  $I = \Delta W / \Delta S \Delta t$  düsturunda yerinə yazıb uyğun çevrilmələri yerinə yetirərək səs enerjisinin sıxlığını təyin edirik

$$\varepsilon = \frac{I}{c_{s\acute{s}s}} \quad (1.3.4)$$

Müstəvi dalğa, səs şüalarının mənbədən bir-birinə paralel və yayılma istiqamətinə perpendikulyar olan istiqamətli şüalanması halıdır. Şüaların paralelliyi enerjinin fəzada dağılan təbiətli olmamasını göstərir. Bu zaman səs rəqslərinin fazaları səs dalğalarının yayılma istiqamətinə perpendikulyar olan en kəsiklərdə eyni olacaq. Müstəvi dalğa zaman səs şüalandırıcıların ölçüləri dalğa uzunluğundan böyük olduqda yaranır. İdeal halda (mühitin özlülüyü olmadıqda), səs intensivliyi azalmamalıdır, lakin real olaraq itkilər vardır. Qısa məsafələr üçün hesablamalarda bu itkilər adətən nəzərə alınmır.

Tutaq ki, mənbə sıfır ilkin faza ilə  $p_{s\acute{s}s} = p_{s\acute{s}sm} e^{j\omega t}$  harmonik müstəvi dalğa şüalandırır. Müəyyən  $r$  məsafəsində mühitin ətalətinə görə mənbədən gələn təzyiqlik fazaca  $\tau = r / c_{s\acute{s}s}$  zamanı qədər gecikəcək və aşağıdakı qiyməti alacaq

$$p_{s\acute{s}s} = p_{s\acute{s}sm} e^{-j\omega(t-\tau)} \quad (1.3.5)$$

Vahid məsafədə fazanın dəyişməsi əmsalını müəyyən edən  $k = \omega / c = 2\pi / \lambda$  dalğa ədədi anlayışını istifadə edib, (1.3.5) ifadəsini aşağıdakı şəkildə təqdim göstərək

$p_{s\acute{s}s} = p_{s\acute{s}sm} e^{j\omega(t-\tau)}$ .  $c_{s\acute{s}s} = k/\omega$  və  $\omega\tau = \frac{\omega r}{c} = \frac{\omega r k}{\omega} = kr$  nəzərə almaqla, (1.55) ifadəsi daha əlverişli şəkəlü düşəcəkdir:

$$p_{s\acute{s}s} = p_{s\acute{s}sm} e^{-j(\omega t - kr)} \quad (1.3.6)$$

Əvvəldə əldə edilmiş (1.3.1) ifadədən  $-\frac{\partial p_{s\acute{s}s}}{\partial r} = \rho \frac{\partial v}{\partial t}$ , onda rəqslərin sürətinin zamana görə birinci tərtib törəməsi üçün alırıq:

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p_{s\acute{s}s}}{\partial r}$$

buradan (1.3.6)-nı nəzərə alaraq aşağıdakını təyin edirik

$$v = j \frac{kp_{s\acute{s}sm}}{\rho} \int e^{-j(\omega t - kr)} dt = \frac{kp_{s\acute{s}sm}}{\rho\omega} e^{-j(\omega t - kr)} \quad (1.3.7)$$

(1.3.6) və (1.3.7) ifadələrinin müqayisəsi göstərir ki, müstəvi dalğada səs təzyiqi və rəqslərin sürətinin faza sürüşməsi yoxdur.

$p_{s\acute{s}s} = p_{s\acute{s}sm} e^{-j(\omega t - kr)}$  və  $c_{s\acute{s}s} = \frac{\omega}{k}$  olduğunu nəzərə alsaq, onda (1.3.7) ifadəsini

$$v = \frac{p_{s\acute{s}s}}{\rho c_{s\acute{s}s}} = \frac{p_{s\acute{s}s}}{z_a} \quad (1.3.8)$$

kimi göstərmək olar, burada  $z_a = \rho c_{s\acute{s}s}$  xüsusi akustik müqavimət adlanır. Akustik şüalandırıcının bütün səthinin xüsusi akustik müqavimətə hasili mühitin tam müqavimətidir (şüalanma müqaviməti):

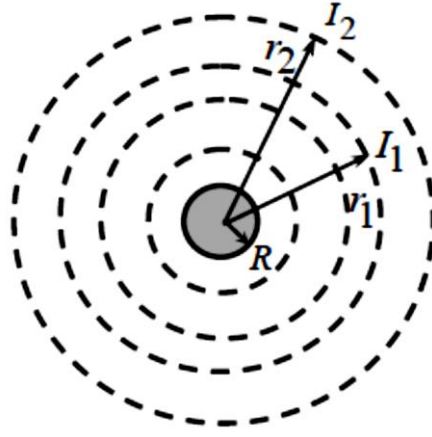
$$z_R = z_a S = \rho c_{s\acute{s}s} S = \frac{p_{s\acute{s}s} S}{v} = \frac{F}{v}$$

Səs təzyiqi ilə rəqslərin sürəti arasında faza sürüşməsi olmadığına görə şüalanma müqaviməti aktivdir. Xüsusi akustik müqavimət və şüalanma müqaviməti anlayışlarının tətbiqi ilə səs intensivliyi və şüalanan akustik güc üçün ifadələr aşağıdakı formanı alacaqdır:

$$I = p_{s\acute{s}s} v = v^2 z_a = \frac{p_{s\acute{s}sm}^2}{2z_a} \quad (1.3.9)$$

$$P = IS = v^2 z_a S = v^2 z_R \quad (1.3.10)$$

Sferik dalğa ideal olaraq səs enerjisi bütün istiqamətlərdə bərabər şəkildə yayılan R radiuslu döyünən kürə tərəfindən yaradılır (şəkil 1.3.3), və ya başqa sözlə - səs şüaları boyunca istiqaməti kürənin radiusları ilə üst-üstə düşür. Sferik dalğanın (şəkil 1.3.3) ön cəbhəsi səthində səs gücü aşağıdakı kimi müəyyən edilir.



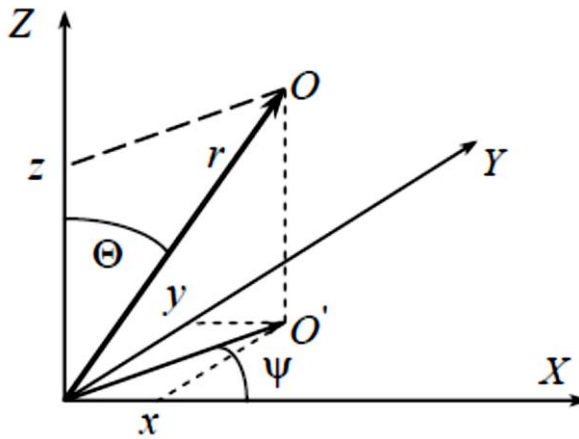
**Şəkil 1.3.3.** Sferik dalğanın şüalanması

$$I_1 = \frac{P}{S_1} = \frac{P}{4\pi r_1^2}$$

burada  $P$  - radiasiya gücü,  $S_1$  – dalğanın ön cəbhəsinin sahəsi,  $r_1$  – şüalandırıcının mərkəzindən məsafə;  $r_2$  - məsafəsində səs intensivliyidir.

Son iki ifadədən belə qənaətə gəlmək olar ki, sferik dalğada səs gücü şüalandırıcıdan olan məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasib olaraq azalır.

Fəzada nöqtənin mövqeyini XYZ Dekart koordinat sistemində və ya polyar koordinat sistemində təyin etmək olar (şəkil 1.3.4).



**Şəkil 1.3.4.** Müxtəlif koordinat sistemlərində nöqtənin vəziyyətinin təyin edilməsi

Sonuncu halda daha sadə ifadələr alınır, çünki fəzada ixtiyari  $O$  nöqtəsinin mövqeyi  $r$  radius vektoru,  $\Psi$  azimut və radius vektoru ilə  $Z$  oxu arasındakı  $\Theta$  bucağı ilə müəyyən edilir. Dalğanın ön cəbhəsi sferik səthdə olduğuna görə belə bir səthdə yerləşən mühitin

bütün nöqtələri eyni amplituda ilə sinfaz olaraq rəqs edəcək. Rəqslərin amplitud və fazasının qiymətləri yalnız səs mənbəyindən olan məsafədən asılı olacaq.  $r$ -in ixtiyari qiyməti üçün səs təzyiqi üçün aşağıdakı ifadələr yazıla bilər:

- səs intensivliyi üçün

$$p_{səs} = p_{səsm} e^{-j(\omega t - kr)} \quad (1.3.11)$$

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (1.3.12)$$

Digər tərəfdən (1.10)-a görə  $I = rv$ . a m  $2z$ . Səsin gücü üçün (1.60) və (1.62) ifadələrini bərabərləşdirib, aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$\frac{P}{4\pi r^2} = \frac{p_{səsm}^2}{2z_a}$$

buradan səs təzyiqinin amplitudunu təyin edirik

$$p_{səsm} = \sqrt{\frac{2Pz_a}{4\pi r^2}} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{Pz_a}{2\pi}} = \frac{A}{r} \quad (1.3.13)$$

burada  $A = \sqrt{\frac{Pz_a}{2\pi}}$

(1.3.13)-ü (1.3.11)-də yerinə yazıb, fəzanın ixtiyari bir nöqtəsində təzyiqi təyin edirik.

$$p_{səsm} = \frac{A}{r} e^{-j(\omega t - kr)} \quad (1.3.14)$$

Rəqslərin sürətini təyin etmək üçün hərəkət (1.1) və səs təzyiqi (1.14) tənliyi üçün ifadələri birlikdə təhlil edib, hərəkət tənliyini nəzərə alıb, sadələşdirmədən sonra yekun nəticəni alırıq:

$$v = \frac{p_{səs}}{z_a \cos \varphi} e^{-j\varphi} \quad (1.3.15)$$

Burada faza sürüşməsi

$$\varphi = \arctan \frac{1}{kr}$$

(1.3.14) və (1.3.15) ifadələrinin təhlili göstərir ki:

1. Səs təzyiqinin və rəqslərin sürətinin amplitudları şüalandırıcıdan olan məsafəyə tərs mütənasibdir. Bu, səs dalğasının ön cəbhəsinin sahəsinin şüalandırıcıdan

uzaqlaşdıqca artması və nəticədə vahid sahəyə düşən səs enerjisinin azalması ilə əlaqədardır.

2. Rəqslərin sürəti fazaya görə təzyiqdən geri qalır. Yaxın zonada ( $r \ll \lambda$  şərti yerinə yetirildikdə) faza sürüşməsi böyükdür və şüalandırıcının səthi üzərində  $\phi = 90^\circ$  təşkil edir. Uzaq zonada faza sürüşməsini nəzərə almamaq olar.

## II FƏSİL. NİTQ SİQNALLARI VƏ SPEKTRAL XARAKTERİSTİKALARI

### 2.1. Nitq siqnallarının spektral xarakteristikalarının xüsusiyyətləri və təhlili üsulları

Akustikada səsənin akustik parametrlərinin dəyişmələrin geniş diapazonuna və eşidilən səslərin qavranılmasının loqarifmik qanununa görə ölçmə nəticələri adətən nisbi loqarifmik vahidlərlə təqdim olunur. Eşitmə hissələrini ölçmək üçün 0,1 Bell (B) bərabər olan desibel (dB) vahidi istifadə edilir. Desibellə ölçülən parametrlərə səviyyələr deyilir. Nisbi, mütləq, akustik və elektrik səviyyələri vardır. k enerji parametrlərinin (səsin intensivliyi, elektrik gücü və s.) L səviyyəsi  $L = 10\lg\left(\frac{k}{k_0}\right)$  kimi qəbul edilir, burada k - ölçülən parametr,  $k_0$  - müəyyən parametrin sıfır səviyyəsi kimi qəbul edilən qiymətidir. Belə ki,  $L_I$  intensivlik səviyyəsini qiymətləndirərkən sıfır səviyyə olaraq normal eşitmə üçün 1000 Hz tezliyində hədd intensivliyinə yaxın intensivlik səviyyəsi  $I_0$  intensivliyi qəbul edilir.

$$L_I = 10\lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (2.1.1)$$

İntensivliyə düz mütənasib olan enerji sıxlığının səviyyəsi aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$L_\varepsilon = 10\lg\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right) \quad (2.1.2)$$

Xətti parametr səviyyəsində (səsin təzyiqi, gərginlik, cari və s.) qiyməti belə təyin olunur

$$L = 20\lg\left(\frac{k}{k_0}\right) \quad (2.1.3)$$

Səs təzyiqi səviyyəsi

$$L_p = 20\lg\left(\frac{p_{səs}}{p_{səs0}}\right) \quad (2.1.4)$$

Elektrik səviyyələri aşağıdakı güc səviyyələrinə bölünür

$$L_p = 10\lg\left(\frac{P}{P_0}\right) \quad (2.1.5)$$

Gərginlik səviyyələri

$$L_U = 20\lg\left(\frac{U}{U_0}\right) \quad (2.1.6)$$

Cərəyan səviyyələri

$$L_I = 20 \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (2.1.7)$$

burada  $P_0 = 1 \text{ mBt}$ ,  $600 \text{ Om}$  müqavimətdə ayrılan bu güc üçün  $U_0 = 0,775 \text{ B}$ ,  $I_0 = 1,29 \text{ mA}$  alırıq. Mütləq elektrik səviyyələrini hesablayarkən, desibelə müvafiq kəmiyyətin ilkin hərfini əlavə edilə bilər, məsələn,  $\text{dB}_{\text{gr}}$  mütləq gərginlik səviyyəsini göstərir və mütləq güc səviyyəsində  $\text{dBg}$ . Bundan əlavə,  $\text{dB/B}$ ,  $\text{dB/mV}$ ,  $\text{dB}/\mu\text{V}$ ,  $\text{dB}/\text{Vt}$  vahidləri gərginlik və gücün  $1 \text{ V}$ ,  $1 \text{ mV}$ ,  $1 \mu\text{V}$ ,  $1 \text{ Vt}$ -a nəzərən hesablanmış nisbi səviyyələri göstərir.

Bütün səslər bir neçə qrupa bölünür. Təmiz çalarlar. Səs təzyiqi sabit tezlik, amplituda və başlanğıc fazalı harmonik funksiya olduqda çalarlar təmiz meydana gəlir. Eşitmədə çalarlar tezlikdən və amplitudlarından asılı olaraq sakit və ya uca, yüksək və ya aşağı kimi qəbul edilir.

Ahəngdar səs. Ahəngdar səs bir neçə səs çalarından stasionarı ibarət səsdir. Əksər hallarda ahəngdar səs əsas səs çaları ilə çox qat tezlikli bir neçə obertonun birləşməsi kimi başa düşülür. Ahəngdar səs təzyiqi zamana görə qeyri-sinusoidal periodik funksiyası ilə təsvir olunur ki, bu da Furiye sırasının müəyyən harmonikalarının cəmi kimi qəbul edilə bilər. Amplitud modulyasiyalı (AM) tonlar amplitudu zamandan asılı olan qeyri-stasionar sabit (daşıyıcı) tezlikli siqnallardır. AM rəqslərinin spektri daşıyıcı tezliyə və iki yan mürəkkəbəyə malikdir. Modulyasiya edən siqnal həm harmonik, həm də hər hansı digər formalı ola bilər.

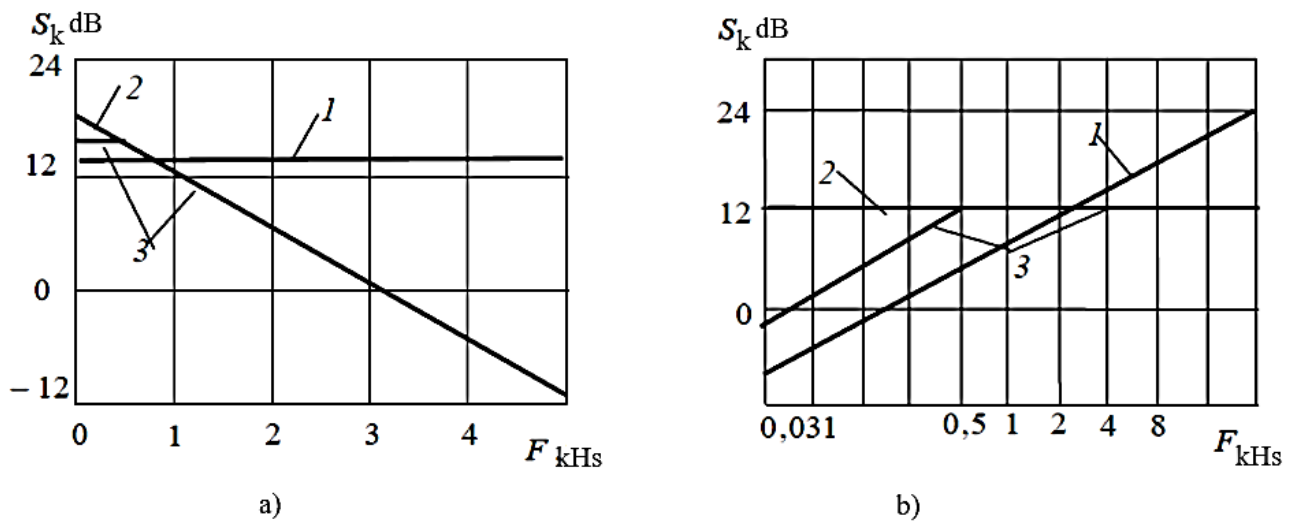
Tezlik modulyasiya edilmiş tonlar. Tezlik modulyasiyalı (FM) siqnalın xarakteristikaları modulyasiya tezliyi, daşıyıcı tezlik, daşıyıcı tezliyin deviasiyası (dəyişmə hədləri) və modulyasiya indeksi - deviasiyanın modulyasiya tezliyinə nisbətidir. Modulyasiya indeksi nə qədər böyükdürsə, tezlik spektrində daha çox yan mürəkkəbə olacaqdır. Kiçik indekslərdə, FM siqnallarının spektri AM siqnalları ilə eynidir. FM siqnallarının spektrinin mürəkkəbələri arasındakı tezlik intervalı modulyasiya tezliyinə bərabərdir. Döyünmə. İki ton eyni tezlik və amplituda malikdirsə, o zaman siqnalların faza fərqinin dəyişməsi, tonun yüksəkliyində dövrü dəyişmə qulaq tərəfindən döyünmə kimi qəbul edilir.

Küylər. Fasiləsiz spektrli səslər küy adlanır. Amplitud-tezlik spektrinin əhatəediciyinin növündən asılı olaraq küy ağ, çəhrayı və bərabər maskalayan küylərə



bölünür. Tezlik spektrinin enindən asılı olaraq küy geniş zolaqlı, dar zolaqlı, oktavalı, üçdə bir oktavalı və s. ola bilər. Ağ küy tezlikdən asılı olmayan spektral güc sıxlığı ilə xarakterizə olunur. Xətti tezlik şkalasında ağ küyə 1 xarakteristikası uyğun gəlir (şəkil 1.30, a). O, tezlik diapazonu boyunca üfüqi vəziyyətdə yerləşir. Oktava tezlik miqyasında bu xarakteristika daha yüksək tezliklərə doğru hər oktavada +3dB yüksəlməklə düz xətt şəklini alır.

Çəhrayı küy siqnalları spektral sıxlığa malikdir. xətti tezlik miqyasında güc yüksək tezlikli oblasta meyl edən düz xətt formasına malikdir (Şəkil 2.1.1, a da 2 düz xətti). Oktava miqyasında çəhrayı küyün spektral güc sıxlığı üfüqi bir xətdir.



**Şəkil 2.1.1.** Küylərin gücünün spektral sıxlığının tezlik xarakteristikaları

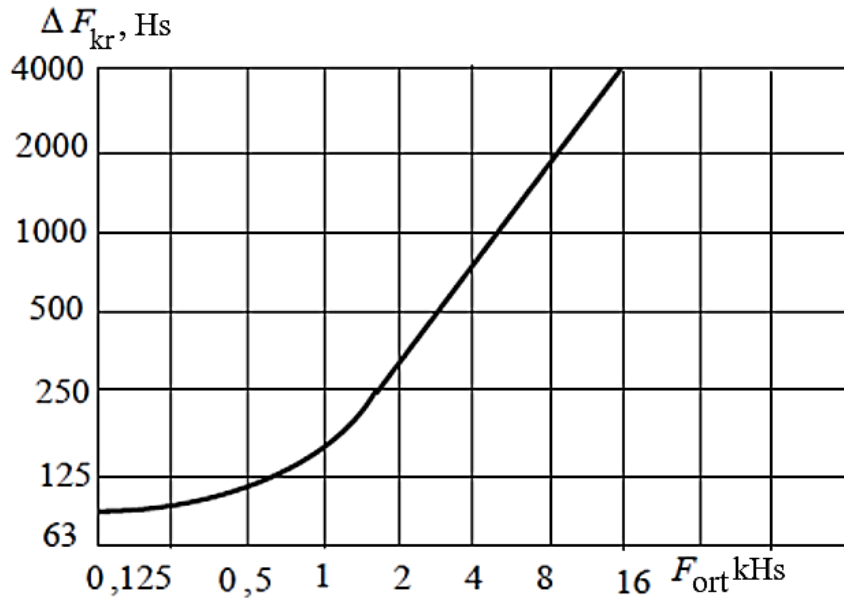
Bərabər maskalayıcı küy. 0-500 Hs tezlik diapazonunda ağ küyün xassələri ilə xarakterizə olunur və bu diapazondan sonra isə çəhrayı küyün xassələrinə uyğun gəlir (şəkil 2.1.1, a-da 3 xarakteristikası). Oktava tezlikləri miqyasında küyün gücünün spektral sıxlığının tezlik xarakteristikaları şəkil 2.1.1 b-də göstərilmişdir.

Bütün səs tezlik diapazonunda eyni maskalanma, kritik eşitmə zolaqları 500 Hs-ə qədər təxminən eynidir, sonra isə tezlik artdıqca onların zolağı xətti olaraq artır. İnsan eşitmə aparatı səsi qəbul edərkən onu kritik eşitmə zolaqları (və ya tezlik qruplarına) ayırır. 20-16000 Hs tezlik diapazonunda kritik zolaqların sayı 24-dür. Kritik eşitmə zolaqlarının eni siqnalın intensivlik səviyyəsi ilə əlaqəli deyildir. 500 Hs-ə qədər tezliklərdə  $\Delta F_{kr}$  tezlik qruplarının eni təxminən 100 Hs-dir. 500 Hs-dən yuxarı

tezliklərdə tezlik qruplarının eni  $\Delta F/F_{ort} = 0.2$  nisbətinin sabitliyini saxlamaqla orta tezlik  $F_{ort}$ -ya mütənasib olaraq artır.

Kritik eşitmə zolağının eninin onun orta tezlik səviyyəsindən asılılığının qrafiki şəkil 2.1.2-də göstərilmişdir.

Tezlik qruplarının intervallarında eşitmə aparatı tezliyə görə inteqrallayır və təsirlənmə strukturunun xüsusiyyətlərinə reaksiya vermir. Buna görə də eyni səbəbdən qulaq küyün ümumi gücünü deyil, yalnız kritik eşitmə zolaqlarında küy gücünü qəbul edir. Geniş zolaqlı küyə təsir etdikdə, eşitmə analizatoru bütöv spektrdən diskret spektri ayırır ki, burada olan mürəkkəbələrin sayı kritik eşitmə zolaqların sayına bərabərdir. Bərabər maskalanma küyünü ağ küy siqnalından xüsusi süzgəclə yaradıla bilər.



**Şəkil 2.1.2.** Kritik eşitmə zolağının eninin onun orta tezliyindən asılılığı

Səs vahidləri onların nəzərə alınmasının müxtəlif amillərdən asılı olaraq müxtəlif xassələrlə xarakterizə olunur. Səs vahidlərinin yaranmasına anatomik və fizioloji adlanan artikulyasiya amili uyğundur. Akustik amil tələffüz orqanlarının işi nəticəsində yaranan səs vahidlərinin xassələrinə aiddir və nitqin səsini müəyyən edir.

İnsanın səsləri qəbul edilməsi qavrayış amilinə aiddir. Nitq səsləri əsasən ona görə mürəkkəb səslərdir ki, nitqin formalaşması prosesi rezonans hadisələrlə müşayiət olunur, onların məxsusi tezlikləri hazırda hansı səs tələffüz olmasından asılı olaraq

dəyişir. Səs mənbəyi nitq əmələ gətirən rezonatorlar sistemində məxsusi rəqslərin yaranmasına səbəb olur.

Əgər nitqi küy və əngəllər şəraitində qəbul edilirsə, o daha az anlaşılıqlı olur. Bu, formantların müxtəlif intensivlik səviyyələrinə malik olması ilə əlaqədardır: daha cingiltili səslər karlardan daha yüksəkdir. Buna görə də, küy səviyyəsi artdıqda, ilk növbədə aşağı səviyyəli formantlar, sonra isə daha yüksək səviyyələr formantlar maskalanır [6]. Küy və əngəl səviyyəsinin artması ilə formantları qəbul etmə ehtimalı tədricən azalır. Bu azalmanı təyin edən əmsal qavrayış və ya başa düşülmə faktoru əmsalı adlanır. Hər zolaqda anlaşılıqlılıq bərabər olub, formantların qəbulu ehtimalı  $0,05 \Delta A = w$  olacaqdır.

Nitq səslərinin bütün enerjisi əsasən formantlarda cəmləşdiyindən formantların səviyyələri praktiki olaraq nitq səslərinin səviyyələri ilə üst-üstə düşür.

Küydə eşitmə həddi spektral küy səviyyələri ilə müəyyən edilir. Nitqin orta spektral səviyyəsi ilə küyün spektral səviyyəsi arasındakı fərq formantların küy səviyyəsindən yuxarı yaranma ehtimalını müəyyən edəcəkdir.

Anlaşılıqlı əmsalı  $w$  formantların hiss olunması səviyyəsi ilə müəyyən edilir

$$E = B_p - B_k \quad (2.1.8)$$

burada  $B_p$  - nitqin orta spektral səviyyəsi;  $B_k$  - küyün spektral səviyyəsidir.

0-18 dB arasında yerləşən hiss səviyyələri üçün ayırd edilmə əmsalı təxmini olaraq aşağıdakı düsturla təyin edilə bilər:

$$w = (E + 6)/30.$$

Hər bir bərabər ayırd edilmə zolağı üçün ayırd edilmə əmsalı ( $w_n$ ) fərqli olacaqdır. Onda formantların qəbul edilməsinin ümumi ehtimalı (formantın ayırd edilənliyi) aşağıdakı kimi müəyyən ediləcəkdir:

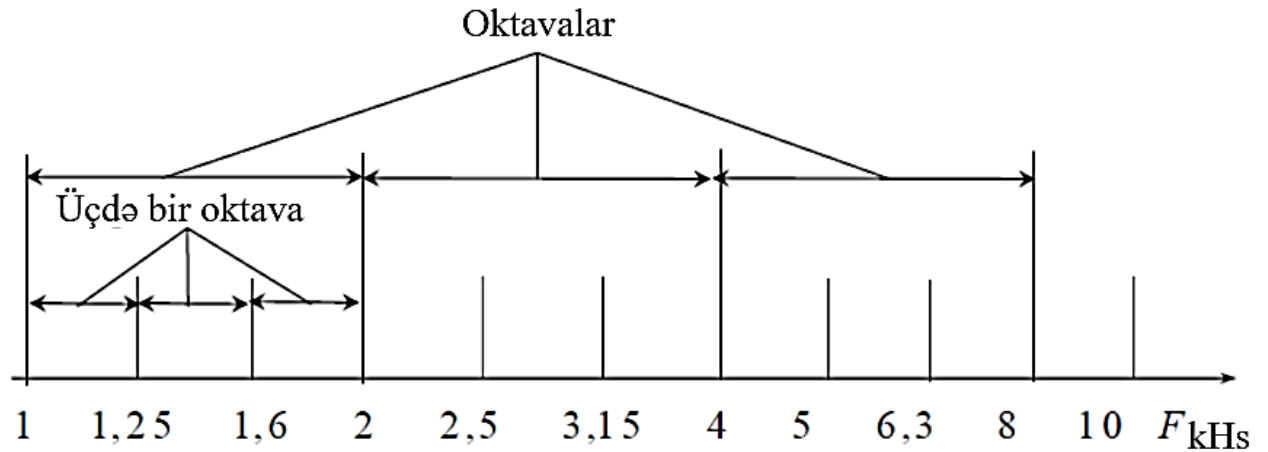
$$A_f = \sum_{n=1}^{20} 0,05 w_n \quad (2.1.9)$$

Tezlik diapazonu və spektrləri. Səs mənbələrindən gələn akustik siqnallar əksər hallarda fasiləsiz dəyişən forma və tezlik spektrinə malikdir. Spektrlər aşağı tezlikli, yüksək tezlikli, diskret və fasiləsiz ola bilər. Hətta eyni tipli səs mənbələri üçün də spektrlər səs çalarımı təyin edən fərdi xüsusiyyətlərə malikdir ki, onlar tembr adlanır.

Yüksəklik anlayışı səs tezlik diapazonu üzrə qəbulunun subyektiv qiymətləndirilməsini əks etdirir. Daha əvvəl qeyd edildiyi kimi, kritik eşitmə zolaqlarının eni orta və yüksək tezliklərdə tezliyə təxminən mütənasibdir, buna görə də səs qavrayışının tezlik üzrə subyektiv şkalası təxminən loqarifmik qanuna uyğundur. Bu səbəbdən səs ötürmə qurğularının bütün tezlik xarakteristikaları loqarifmik miqyasda təqdim olunur.

Səsin yüksəkliyinin obyektiv vahidi kimi oktava götürülür – başlanğıc və son tezlik qiymətləri iki dəfə fərqlənən bərabər şkala parçasıdır. Oktava hissələrə bölünür: yarım oktava və üçdə bir oktava (şəkil 2.1.3).

Üçdə bir oktava üçün bir sıra tezliklər standartlaşdırılır (kiloherslə) (şəkil 2.1.3): 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10.



Şəkil 2.1.3. Oktavanın hissələri

Səs mənbələri üçün orta spektr əsas maraq doğurur. Möhkəm ola bilər və kifayət qədər hamarlanmış bir forma malikdir. Fasiləsiz spektrlər spektral sıxlığın tezlikdən asılılığını xarakterizə edir. Bu asılılığa enerji spektri də deyilir. Spektral sıxlıq eni tezlik vahidinə bərabər olan tezliklər zolağında səs intensivliyidir. Akustika üçün bu zolaq 1 Hz-ə bərabər götürülür. Spektral sıxlıq,  $J = I_{\Delta f} / \Delta f$ , burada  $I_{\Delta f}$  - dar  $\Delta f$  zolağında darzolaqlı süzgəclərdən istifadə etməklə ölçülən səs intensivliyidir. Akustikada sıxlığın loqarifmik ölçüsü - spektr səviyyəsi tətbiq edilmişdir.

$$B = 10 \lg \left( \frac{J}{I_0} \right) \quad (2.1.10)$$

burada  $I_0 = 10^{-12} \text{Vt/m}^2$  - sifir səviyyəsinə uyğun gələn səs intensivliyidir.

Spektrin xarakteristikası olaraq, spektral sıxlıq əvəzinə, oktava, yarım oktava və üçdə bir oktava tezlik diapazonlarında ölçülmüş intensivlik və intensivlik səviyyələrindən istifadə edilə bilər.

Spektral səviyyə ilə oktava (yarım oktava və ya üçdə bir oktava) diapazonunda səviyyə arasında əlaqə (2.1.10) ifadəsi ilə müəyyən edilə bilər.

$$B = 10 \lg \left( \frac{J}{I_0} \right) = 10 \lg \left( \frac{I_{\Delta f_{okt}}}{\Delta f_{okt} I_0} \right) \quad (2.1.11)$$

Oktava zolağında səviyyə aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$L_{okt} = 10 \lg \left( \frac{I_{\Delta f_{okt}}}{I_0} \right) \quad (2.1.12)$$

(2.1.11) ifadəsini (2.1.12)-dən çıxaraq, bu fərqi təyin edirik

$$L_{okt} - B = 10 \lg \Delta f_{okt} \quad (2.1.13)$$

Siqnal spektri məlumdursa, onun ümumi intensivliyini təyin etmək olar. Spektr üçdə bir oktava zolaqları üçün intensivlik səviyyələrində verilmişdirsə, onda  $I_{okt} = I_0 10^{0.1 L_{okt}}$  intensivliyində olan zolaqların hər birində bu səviyyələri yenidən hesablamaq və sonra bütün intensivlikləri toplamaq lazımdır.

Bütün  $I_{okt}$  mürəkkəbələrinin cəmi bütün spektr üçün ümumi  $I_{cəm}$  intensivliyi verir. Ümumi səviyyə aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$L_{cəm} = 10 \lg \left( \frac{I_{cəm}}{I_0} \right) \quad (2.1.14)$$

Təxminən ümumi səviyyə tezlik diapazonunu  $B_k$  spektral səviyyəsinin təxminən sabit olduğu  $\Delta f_k$  enində  $n$  zolağa bölmək və aşağıdakı düsturla hesablamaqla müəyyən edilə bilər:

$$L_{cəm} = 10 \lg \sum_{k=1}^n 10^{0.1 B_k} \Delta f_k \quad (2.1.15)$$

## 2.2. İnformasiyanın sızma kanallarının mühafizəsinin əsas meyarları

İnformasiyanın mühafizəsi informasiya sahiblərinin (dövlətlər, dövlət və federal orqanlar, müəssisə, idarə və təşkilatlar, kommertiya firmaları, fiziki şəxslər və s.) qorunan və mühafizə olunan informasiyanın nəzarətsiz və icazəsiz yayılmasının

(sızmasının) aradan qaldırılmasına və ya xeyli dərəcədə məhdudlaşdırılmasına yönəlmiş məqsədyönlü fəaliyyəti, həmçinin informasiya sahibləri tərəfindən realizə edilən funksional informasiya proseslərinə müxtəlif növ təsirlərdir [11].

Məxfi informasiyanın mühafizəsi rejimi qanunvericiliyə uyğun olaraq informasiya ehtiyatlarının sahibi və ya səlahiyyətli şəxs tərəfindən müəyyən edilir. Konfidensial informasiyanın texniki mühafizəsi səviyyəsi, habelə zəruri mühafizə tədbirlərinin siyahısı informasiyanın mühafizəsinin təşkili xərclərinin nisbəti və informasiya ehtiyatlarının sahibinə dəyə biləcək zərərin məbləği nəzərə alınmaqla mühafizə obyektinin ekspertizasının nəticələrinə əsasən diferensial şəkildə müəyyən edilir.

İnformasiyanın mühafizəsi onun təhlükəsizliyini informasiya sızmasının texniki kanalları, habelə icazəsiz və qeyri-qanuni təsirlər vasitəsilə həyata keçirilən geniş spektrli müxtəlif təhdidlərdən təmin etməlidir.

Eyni zamanda, informasiyanın mühafizəsi onun sahibinin hüquqi fəaliyyət formalarının məcmusuna, mühafizə olunan informasiyanın və informasiya proseslərinin mühafizəsi tələblərinin yerinə yetirilməsi məqsədi ilə həyata keçirilən təşkilati, texniki və mühəndis-texniki tədbirlərə, habelə informasiyanın mühafizəsi üzrə həyata keçirilən tədbirlərin effektivliyinə nəzarət etmək informasiyanın mühafizəsinə dair tədbirlərə əsaslanır.

Ümumiyyətlə, məqsədlər, informasiyanın təhlükəsizliyinin təmin edilməsi yolları və onun mühafizə vasitələrinə dair baxışlar sistemi olan informasiya təhlükəsizliyinin əsas aspektləri üç əsas suala cavab verməlidir:

- 1) nəyi qorumaq?
- 2) nədən qorumaq?
- 3) necə qorumaq?

İlk "nəyi qorumaq?" sualı "informasiyanın mühafizə obyektini" anlayışı ilə bağlıdır. İkinci sual "nədən qorumaq?" məxfi informasiya lara münasibətdə "təhlükə" anlayışının genişləndirilməsi və dəqiqləşdirilməsi ilə və nəhayət, üçüncü sual "necə qorumaq?" informasiyanın "mühafizə sistemi" anlayışı ilə bağlıdır.

İnformasiyanın mühafizəsi obyekt məxfi informasiyanın toplanması, saxlanması, emalı və ötürülməsi üçün nəzərdə tutulmuş fiziki, texniki, program təminatı və sənədli vasitələrin məcmusudur.

İnformasiyanın mühafizəsi obyektini müəyyən etmək üçün aşağıdakılar lazımdır:

- qorunacaq ən vacib informasiya ehtiyatlarını müəyyənləşdirmək və onları qalan informasiyadan ayırmaq;
- hər hansı məxfi informasiyanın sızması nəticəsində mümkün zərəri qiymətləndirmək və informasiyanı vaciblik dərəcəsinə görə təsnif etmək;
- qorunacaq bütün növ informasiya daşıyıcılarını müəyyən etmək;
- qorunacaq informasiyanın həssaslığının mümkün amillərini müəyyən etmək.

Mühafizə sistemi informasiya mühafizə obyektlərinin təhlükəsizliyinə müxtəlif növ təhdidlərin müəyyən edilməsinə, dəf edilməsinə və aradan qaldırılmasına yönəlmiş tədbirlər və vasitələrin, habelə onlara əsaslanan fəaliyyətlərin məcmusu kimi müəyyən edilir.

Aşağıdakı əsas qoruyucu vasitələrin növlərini fərqləndirmək mümkündür:

- hüquqi müdafiə vasitələri - cəmiyyətdə informasiya münasibətlərini tənzimləyən qanunları və digər hüquqi aktları, habelə onların həyata keçirilməsi mexanizmlərini özündə ehtiva edən vasitələr;
- mənəvi və etik mühafizə vasitələri - informasiyanın təhlükəsizliyini təmin etməyə yönəlmiş, qanunvericilik və ya inzibati qaydada müəyyən edilməmiş, lakin ənənələr və ictimai rəy mexanizmi vasitəsilə komandalarda dəstəklənən norma və davranış qaydaları;
- təşkilati mühafizə vasitələri - informasiyanın əldə edilməsi, saxlanması, istifadəsi və ötürülməsi məsələlərini tənzimləyən, inzibati qaydada qüvvəyə minən qaydalar, tədbirlər və işlər;
- texniki mühafizə vasitələri - məxfi informasiyanın silinməsi üçün texniki metodlar, üsullar və qurğulardan istifadə etməklə işlənmiş və ya saxlanılan informasiyaya icazəsiz girişi aradan qaldırmaq yolu ilə onun sızmasının qarşısını almaq

üçün nəzərdə tutulmuş xüsusi fiziki, texniki, aparat, proqram və kriptografik təminatı kompleksləri. Burada vurğulamaq üçün altı əsas qrup var:

- dinləmənin "hücum edən" texniki vasitələrini axtarmaq, aşkar etmək və lokallaşdırmaq üçün nəzərdə tutulmuş texnika: səs yazıcıları və xüsusi mikrofonlar, mikro vericilər, telefon və televiziya retranslyatorları;

- radio, naqıl və fiber-optik rabitə kanalları ilə informasiyanın ötürülməsinin məxfiliyini təmin edən texniki vasitələr;

- xarici radiasiyadan mühafizə üzrə texniki vasitələri;

- radio, akustik və vibroakustik maskalanma üçün səs-küyün qarşısını alan texniki vasitələr;

- köməkçi texniki vasitələr (məsələn, elektrik təchizatı və torpaqlama xətləri və sxemləri boyunca "hücum"a qarşı mübarizə);

- PEMIN-dən mühafizə üçün texniki vasitələri.

İnformasiya təhlükəsizliyi prosesinin yuxarıdakı əsas komponentləri qısaca izah edək. Hər şeydən əvvəl, informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə inteqrasiya olunmuş yanaşma tətbiq edilməlidir, çünki təhlükəsizlik sisteminin hər hansı bir komponentində çatışmazlıqlar varsa, təcrübənin göstərdiyi kimi, görülən mühafizə tədbirləri xeyli gücləndirilsə belə, qalan komponentlər lazımi anda mövcud təhlükələrə davam gətirə bilməyəcək.

Real şəraitdə informasiyanın etibarlı mühafizəsini təmin etmək üçün məxfi informasiyanın yayıldığı mühafizə olunan obyektə və bu obyektə əhatə edən mühiti hərtərəfli öyrənmək lazımdır. Sonuncu hal onunla izah olunur ki, bir çox informasiya təhlükəsizliyi vasitələrinin fəaliyyətinə mühafizə olunan obyektin ərazisində radio mühiti, onun landşaft memarlığının xüsusiyyətləri, temperaturun dəyişməsi və s. təsir göstərə bilər.

Mühafizə olunan obyektə öyrənərkən nəzərə almaq lazımdır ki, hər bir obyektin özünəməxsus xüsusiyyətləri var. Bununla belə, informasiya təhlükəsizliyi problemlərini həll edərkən tez-tez kifayət qədər oxşar vəziyyətlərlə qarşılaşır. Bu, məsələn, kommərsiya firmalarının təşkilati strukturlarının, tipik bina dizaynlarının və



binaların tipik interyerlərinin və ən əsası, informasiya təhlükəsizliyi sisteminin inkişafı nəticəsində həll edilməli olan məsələlərin oxşarlığı səbəbindən baş verir.

### **2.3. Nitqi informasiyanın sızmasının akustik və vibroakustik kanalları**

Bütün akustik kəşfiyyat vasitələri əsasən müxtəlif növ və təyinatlı mikrofonlardan istifadə edir. Mikrofonların əsas xarakteristikalarına aşağıdakılar daxildir: həssaslıq, tezlik xarakteristikası, istiqamətlənmə xarakteristikası və məxsusi küy səviyyəsi [6, 7].

Həssaslıq nominal yükdə mikrofonun çıxışında  $U$  gərginliyinin onun girişindəki səs təzyiqinə  $p$  nisbəti ilə müəyyən edilir:  $E=U/p$ .

Mikrofonun həssaslığı akustik siqnalın tezliyi ilə müəyyən edilir, çünki daxili müqavimət tezlikdən asılıdır. Orta həssaslığı müəyyən etmək üçün nominal tezlik diapazonunda orta kvadratik qiymət anlayışı daxil edilir.  $1 \text{ V N/m}$ -ə nəzərən desibellə ifadə olunan həssaslıq səviyyəsi adlanır.

Həssaslığın stasionar səviyyəsi nominal  $R_n$  yükündə,  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ Nm}$  səs təzyiqində  $U_n$ -nin  $1 \text{ mW}$  gücə uyğun  $U$  gərginliyinə nisbəti olub, desibellə ifadə edilir.

Elektromexaniki çevrilmə prinsipinə görə mikrofonlar elektrodinamik, elektrostatik, elektromaqnitlərə və rele tipli ola bilər.

Mexanik sistemin konstruksiyasına görə elektrodinamik mikrofonlar sargaçlı (dinamik) və lentli olaraq iki növə bölünür [6]. Elektrostatiklər kondensatora, o cümlədən elektret və pyezomikrofonlara bölünür. Elektromaqnitlər birtərəfli və diferensial növlərə bölünür. Rele prinsipli mikrofonlar kömür və tranzistor tipli mikrofonlara bölünür.

Akustik xarakteristikalarına görə mikrofonlar təzyiq qəbulediciləri, təzyiq qradienti qəbulediciləri kombinə olunmuş qəbuledicilərə bölünür.

Əgər nəzarət olunan otağa daxil olmaq mümkün deyilsə, qonşu otağa daxil olmaq mümkündürsə, onda nitqi informasiyanı toplamaq üçün bərk cisimlərdə (divarlar, tavanlar, döşəmələr, borular) akustik rəqsləri elektrik siqnallarına çevirən elektron stetoskoplardan istifadə olunur. Elektron stetoskopların həssas elementləri gücləndiriciyə qoşulmuş kontakt mikrofondur (əksər hallarda piezoelektrik elementli).

Mikrofon tipli radio vericilərin iş prinsipi mikrofondan istifadə edərək akustik siqnalların elektrik siqnallarına çevrilməsinə və onların radiokanal vasitəsilə qəbuledici qurğuya ötürülməsinə əsaslanır. Realizə edilməsi asanlıqı və aşağı qiymətə görə bu dinləmə cihazları ən çox istifadə olunur. Qida mənbəyi kimi avtonom enerji mənbələri, elektrik və telefon şəbəkələri xidmət edə bilər.

- danışan insanların akustik rəqslərini götürən və onları elektrik siqnallarına çevirən mikrofon;
- mikrofondan elektrik siqnallarını qəbul edən və onları, danışığın məzmununu müdaxiləçinin dərk etməsinə imkan verən qəbulediciyə ötürən radio ötürücü;
- radio vericilərin fasiləsiz işləmə müddətini təyin edən radio ötürücünün qida mənbəyi.

Mikrofon akustik həssaslıq zonasını (20-30 m-ə qədər), radio ötürücü radio bağlantısının məsafəsini təyin edir. Konstruksiyasına görə, radio vericilər sadə ola bilər, amplituda və ya tezlik modulyasiyalı adi ötürücülər kimi işləyir. Eyni zamanda, radiovericilər çox mürəkkəb ola bilər: uzaqdan məsafədən idarəetmə qurğularından, müəyyən şəraitdə avtomatik işə salınması, məlumatın toplanması və yüksək sürətlə qısa seriyalarla ötürülməsi sistemlərindən və s.-dən ibarət ola bilər.

Telefon xəttində quraşdırılmış radio vericilər xətdən həm qida mənbəyi, həm də antena kimi istifadə edir. Bəziləri yalnız telefon danışığına, bəziləri isə telefonun quraşdırıldığı otaqda söhbətləri dinləməyə imkan verir. Danışanda akustik dalğalar telefon kapsuluna təsir edir və telefon qoşulmuş olsa belə, şəbəkəyə siqnalları ötürür. Telefonu götürəndə verici telefon danışığını dinləmək rejiminə keçir. Bu növ vericilər telefon xəttinə paralel qoşulur və xətdən qidalandığı üçün iş müddəti praktiki olaraq qeyri-məhduddur.

Nitq məlumatlarının ötürülməsinin məxfiliyini artırmaq üçün infraqırmızı kanaldan istifadə olunur. Mikrofondan səs ötürücüsü kimi yarımkeçirici lazer istifadə olunur. Belə bir sistemin çatışmazlıqları ötürücü və qəbuledici arasında birbaşa görünmənin olması və siqnal ötürülməsinin keyfiyyətinə əngəlin təsir etməsidir.

Akustik siqnalların vibroakustik texniki kanallarla aşağıdakı vasitələrlə ələ keçirilməsi

mümkündür:

- elektron stetoskoplə;
- məlumatın radio kanalı vasitəsilə ötürməklə stetoskoplə;
- informasiya ötürmə qurğularına qoşulmuş stetoskoplə;
- İŞ dalğa uzunluğu diapazonunda optik kanal vasitəsilə;
- informasiya ötürmə qurğularına qoşulmuş stetoskoplə;
- su təchizatı, istilik, metal konstruksiyalar boruları və s. vasitəsilə

Nitq məlumatının sızmasının akustoelektrik kanalları. Akustik rəqslərin ələ keçirilməsi aşağıdakı vasitələrlə mümkündür:

- “mikrofon effekti” olan YTVS vasitəsilə, onların birləşmə xətlərinə qoşulmaqlə;
- "yüksək tezlikli tətbiq" ilə YTVS vasitəsilə.

Nitqi informasiyanın sızmasının parametrik texniki kanalları. İnformasiya sızmasının parametrik texniki kanallarında akustik siqnalların ələ keçirilməsi mümkündür:

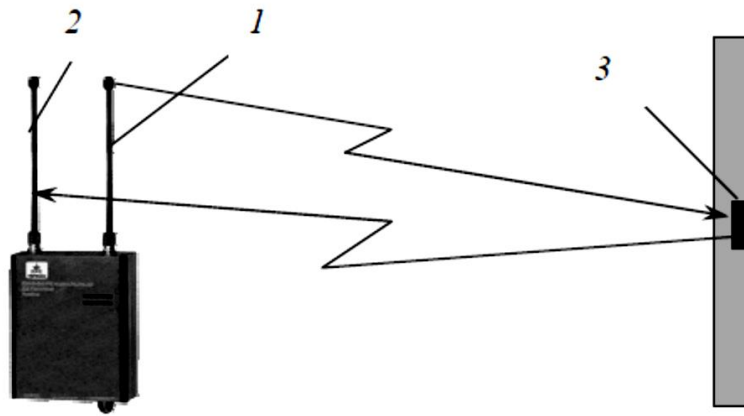
- informasiya siqnalı ilə modulyasiya edilən İTÖV və YTVS RT generatorlarının tezliklərində elektromaqnit dalğalarının (EMR) qəbulu və aşkarlanması ilə;

İnformasiya siqnalı ilə modulyasiya edilən yüksək tezlikli rəqslər ətrafdakı fəzaya yayılır, onların ələ keçirmək və xüsusi radio kəşfiyyat qəbulediciləri ilə detektə etmək olar.

Məlumat sızmasının parametrik kanalı həmçinin quraşdırılmış bəzi xarakteristikaları akustik siqnalın dəyişməsi qanununa uyğun olaraq modulyasiya edilən yarım aktiv qurğular quraşdırılmış otağın yüksək tezlikli şüalanması zamanı təşkil edilə bilər. Beləliklə, məsələn, belə bir verici qurğunun yerləşdiyi otağı güclü istiqamətlənmiş yüksək tezlikli siqnal ilə şüalandırarkən, ilə şüalanan elektromaqnit sahəsinin vericinin xüsusi elementləri (məsələn, dördə bir dalğalı vibrator və ya həcmi rezonatorlu) qarşılıqlı təsiri zamanı ikinci radio dalğaları yaradır, yəni elektromaqnit sahəsinin yenidən şüalanması baş verir. Bu tip yarı aktiv quraşdırılmış qurğular nitq

siqnalının dəyişməsi qanuna uyğun olaraq təkrar əks olunan siqnalın amplitud, faza və ya tezlik modulyasiyasını təmin edə bilər. Bu kanaldakı məlumatları ələ keçirmək üçün, quraşdırılmış qurğudan əlavə, istiqamətlənmiş antenalı xüsusi ötürücü və qəbuledici lazımdır.

Yarım aktiv verici qurğuya misal olaraq səs transponderini göstərmək olar (şəkil 2.3.1). O, yalnız yüksək tezlikli zondlama siqnalı ilə şüalandıqda işə başlayır. Transponderi aşkar etmək çətindir, çünki o, divara quraşdırıla bilər. Transponder qəbuledicisi zondlama siqnalını alır və onu dar zolaqlı tezlik modulyatoruna verir. Modulyasiya edən siqnal birbaşa mikrofondan və ya mikrofon gücləndiricisindən gələn siqnaldır. Modulyasiya edilmiş yüksək tezlikli siqnal dayaq siqnalına nəzərən tezlik sürüşməsi ilə yenidən şüalandırılır. Yenidən şüalanan siqnal qəbuledici tərəfindən qəbul və demodulyasiya edilir.



**Şəkil 2.3.1.** Səs transponder sxemi: 1 - şüalanma ötürücünün antenası; 2 - qəbuledici antena; 3 - divarda yarım aktiv radio vericisi

Xüsusi qida mənbəyi olmadığına görə səbəbindən transponderin iş müddəti məhdudlaşır.

#### **2.4. Daxili məkanda məxfi məlumatların və akustik nitqin qorunması**

Qapalı məkanlarda səs dalğaları divarlardan təkrar-təkrar əks olunur, nəticədə mürəkkəb səs sahəsi yaranır. Səs sahəsinin xarakteristikalarının paylanma qanunları verilmiş halda yalnız səs mənbəyinin xassələri ilə deyil, həm də və digər amillər - otağın həndəsəsinin; divarların, tavanların və döşəmələrin səs enerjisini udmaq və əks

etdirmək qabiliyyəti ilə müəyyən edilir. Buna görə qapalı otaqda və boş fəzada səs sahələri fərqli struktura malikdir. Boş fəzada səsin intensivliyi dalğanın yayılması istiqamətində enerji axını ilə müəyyən edilirsə, otaqda yaranan enerji axını iki mürəkkəbəyə malikdir - birbaşa və əks olunan (bəzən çoxlu sayda) axınlar. Əks olunan dalğaların enerji axınının istiqaməti otağın planlanması xüsusiyyətlərindən və qapalı konstruksiyaların səthləri tərəfindən səs enerjisinin udulma dərəcəsindən asılıdır. Bu vəziyyətdə klassik mənada səs intensivliyinin tərfi tətbiq edilmir. Otaqdakı səs sahəsinin məqbul enerji xarakteristikası səs enerjisinin sıxlığı  $\varepsilon$ -dir.

Otaqda fokuslanan səthlər və həndəsi simmetrik kəsiklər yoxdursa və otağın ölçüləri dalğa uzunluğundan çox böyükdürsə və qapalı strukturlar güclü şəkildə udulmursa, səs mənbəyi fasiləsiz təsiri etdiyi təqdirdə səs enerjisi, bir müddət sonra müxtəlif istiqamətlərdə yayılan çoxlu sayda ayrı-ayrı dalğalar şəklində hər bir zaman anında otağın bölməsinin ixtiyari elementindən keçəcəkdir. Nəticədə səs sahəsi aşağıdakı xassələrlə xarakterizə ediləcəkdir [36]:

- bu dalğaların bütün istiqamətlərdə enerji axınları eyni dərəcədə ehtimallıdır;
- otağın bütün həcmi boyunca səs sahəsinin səs enerjisinin sıxlığı  $\varepsilon$  sabitdir.

Dalğa enerjisi axınlarının bərabər ehtimalı səs sahəsinin izotropiyası, səs enerjisinin otağın həcmi üzərində sabitliyi isə bircinslik adlanır. Səs sahəsi izotrop və bircinsdirsə, onda o diffuziya olmuş sahə adlanır. Diffuziya olmuş sahə interferensiya hadisələrinin olmaması ilə xarakterizə olunur.

Otaqda səs enerjisinin sıxlığının artırılması prosesi qulağa çox tez və hiss olunmaz şəkildə gedir. Səs enerjisinin reverberasiya adlanan azalma (udulma) prosesi çox yavaş gedir və qulaq onu hiss edir. Reverberasiya eşitmə qavrayışına təsir göstərir. Səs enerjisinin udulması yalnız otağı əhatə edən konstruksiyaları ilə deyil, həm də hava ilə həyata keçirilir. Enerji itkisi havada havanın özlülüyü və istilik keçiriciliyi, həmçinin molekulyar udulma ilə əlaqədardır. Səs enerjisinin hava tərəfindən udulması səs dalğasının keçdiyi yoldan asılıdır və belə müəyyən edilir

$$\varepsilon = \varepsilon_0 e^{-\mu l}$$

burada  $l$  - səs dalğasının yolunun uzunluğu;  $\varepsilon_0$  - otaqda səs enerjisi qərarlaşmış sıxlığı;  $\mu$  - enerji sıxlığının  $e$  dəfə azaldığı yolun tərsinə bərabər olan zəifləmə əmsalındır.

Otaqdakı səs fonu müxtəlif kənar və daxili mənbələrdən otağa nüfuz edən küylərdən formalaşır. Tikilinin səs keçiriciliyi səbəbindən bitişik otaqlardan, onları əhatə edən konstruksiyalar səsə nüfuz edir. Vibrasiya mənşəli səsə binada işləyən maşın və mexanizmlərdən yaranır. Kondisioner və ventilyasiya sistemləri daxili küy yaradır, bunlara texnoloji avadanlıqların küyü (məsələn, kompüterlərin fən küyü və digər elektron qurğuların küyü) də aid edilə bilər.

Otaqdakı ümumi səs sahəsi "birbaşa" səs sahələrinin və binanın divarlarında əks olunan səsə cəmi ilə müəyyən edilir. Əksər hallarda əks olunan dalğaların sahəsi diffuziya səsə hesab oluna bilər. Əks olunan səsənin enerji sıxlığının keçən səsə enerjisinin sıxlığına nisbəti akustik nisbət adlanır. Akustik nisbət səs təzyiqləri ilə aşağıdakı kimi ifadə edilə bilər:

$$R = \frac{p_{dif}^2}{p_{keç}^2}$$

Səviyyələrlə ifadə olunan akustik nisbət aşağıdakı şəkildə olacaqdır

$$\Delta L_r = 10 \lg R = L_{dif} - L_{keç}$$

Əks olunan səs dalğaları əngəllərə aid edilə bilər, buna görə də akustik nisbət stasionar rejimlərdə otağın akustik xassələrinin mühüm xarakteristikasıdır. Akustik nisbət nadir hallarda vahiddən az olur, yəni əks olunan dalğaların səviyyəsi əksər hallarda birbaşa səs sahəsinin səviyyəsindən yüksəkdir.

Əgər otaqda akustik gücü olan  $P_a$  səs mənbəyi diffuziya səs sahəsi yaradırsa, səs enerjisinin sıxlığı aşağıdakı ifadə ilə müəyyən ediləcəkdir.

$$P_a = \frac{\epsilon_0 c_{səs} S \alpha}{4} \quad (2.4.1)$$

burada  $\alpha$  - səs udma əmsalının orta qiyməti;  $S$  - ümumi sahədir.

Otaqdan divar vasitəsilə nüfuz edən səsənin gücünün ( $P_a$ ) müəyyən hissəsini təyin etmək üçün aşağıdakı ifadədən istifadə etmək mümkündür. Burada  $\gamma_{ak}$  - səs keçirmə əmsalı,  $S_{ak}$  - arakəsmə sahəsidir.

$$P_a'' = \frac{\epsilon_0 c_{səs} S_{ak}}{4} \gamma_{ak} = \frac{I_{səs} S_{ak}}{4} \gamma_{ak} \quad (2.4.2)$$

burada  $I_{səs} = \epsilon_0 c_{səs}$  divara düşən səsənin intensivliyidir.

Səs dalğalarının əks olunması qonşu mühitin akustik dalğa müqavimətlərinin uyğunsuzluğu səbəbindən baş verir. Ümumi nəzəriyyəyə görə səs təzyiqinə əsasən əks olunma əmsalı:

$$\beta_{\text{əks}} = \frac{p_{\text{əks}}}{p_{\text{düş}}} = \frac{\delta_{\text{əks}} - \delta_{\text{hava}}}{\delta_{\text{əks}} + \delta_{\text{hava}}} \quad (2.4.3)$$

havanın akustik dalğa müqaviməti  $\delta_{\text{hava}}$  və əks edən mühitin akustik dalğa müqaviməti  $\delta_{\text{əks}}$  ilə müəyyən edilir. Mühitin əks etdirmə qabiliyyəti nə qədər böyükdürsə, onun dalğa müqaviməti də bir o qədər böyükdür. Udulma əmsalı  $\alpha = I/I_{\text{düş}}$  üçün difraksiya nəzərə alınmadıqda  $\alpha = 1 - \alpha_{\text{əks}}$  bərabərliyi doğrudur.

Səs uducu materiallar bütöv və məsaməli olur. Təyinatına görə onlar divar, üzlük və xüsusi (membran və rezonator konstruksiyalara) bölünür. Bütöv materiallar əsasən bərk materiallardır (beton, kərpic, mərmər və s.), havanın müqavimətindən xeyli böyük akustik müqavimətə malikdir. Onların udma əmsalları çox kiçikdir, ən çoxu 0,05. Yumşaq bütöv materiallardan, udma əmsalı 0,1 həddində olan sıx rezin üzlük kimi istifadə olunur.

Məsaməli materialların akustik müqaviməti havanın müqaviməti ilə mütənəzib olduğuna görə demək olar ki, onlardan səs əks olunmur. Səs dalğaları özlülük səbəbindən udma materialında böyük itkilərə məruz qalır, material və məsamələrdə hava hissəciklərinin sürtünməsi nəticəsində dalğalar divar səthinə çatmaqda xeyli dərəcədə zəifləyir. Materialda səs dalğasının əksinə hərəkəti zamanı da enerji udulacaq, bu da udma əmsalının artımını təyin edir. Müəyyən tezliklərdə udma əmsalı çox böyük ola bilər (Cədvəl 2.4.1).

Cədvəl 2.4.1

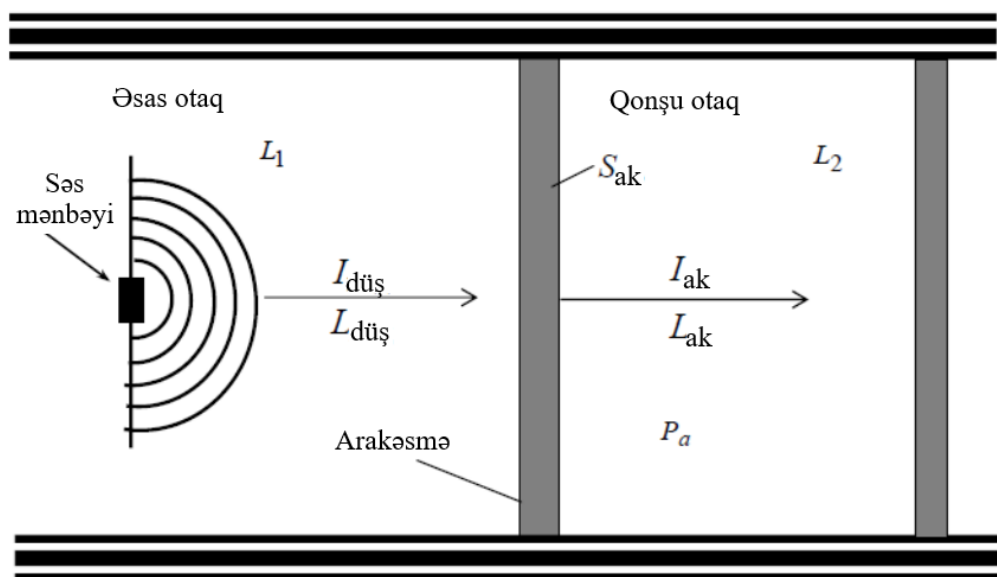
Materialların udma əmsalları

| Material                          | Müxtəlif tezliklərdə udma əmsalı, Hs |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   | 125                                  | 250   | 500   | 1000  | 2000  | 4000  |
| Gips mala çəkilmiş divar          | 0,013                                | 0,015 | 0,020 | 0,028 | 0,040 | 0,050 |
| Akustik mala                      | 0.99                                 | 0.78  | 0.73  | 0.76  | 0.60  | 0.59  |
| Beton üzərində xalı               | 0.09                                 | 0.08  | 0.21  | 0.27  | 0.27  | 0.37  |
| Qalınlığı 0.5 sm olan rezin xalça | 0.04                                 | 0.04  | 0.08  | 0.12  | 0.03  | 0.10  |

|                                 |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Linoleum                        | 0.02  | 0.025 | 0.03  | 0.035 | 0.04  | 0.01  |
| Şam ağacından hazırlanmış lövhə | 0.098 | 0.110 | 0.100 | 0.087 | 0.082 | 0.110 |
| Birqat şüşə                     | 0.035 | 0.030 | 0.027 | 0.024 | 0.020 | 0.020 |

Havanın müqavimətinə yaxın akustik müqavimətə malik çoxlu səs uducu materiallar var. Müəyyən tezliklərdə onların udma əmsalı vahidə yaxınlaşır. Çoxlaylı strukturlar səs udma baxımından daha effektivdir. Burada təbəqələr maksimum udma əmsalı nəzərə alınmaqla məsələli materiallardan seçilir.

Binaların və otaqların səs izolyasiyası xaricdən küyün nüfuz səviyyəsini və nitqi informasiyanın binalardan sızmasını xarakterizə edir. Ən xarakterik halı nəzərdən keçirək: səs signalının bitişik arakəsmə vasitəsilə bir otaqdan digərinə nüfuz etməsi. (şəkil 2.4.1).



**Şəkil 2.4.1.** Binaların səs izolyasiyası

$I_{düş}$  intensivliyi olan səs dalğaları dalğa uzunluğu ilə müqayisədə böyük ölçülü arakəsməyə təsir etdikdə, dalğaların intensivliyi arakəsmənin digər tərəfində səs əks olunmadığı halda otağın səs keçiriciliyi əmsalı ilə xarakterizə ediləcək.

$$\alpha_{düz} = \frac{I_{keç}}{I_{düş}} \quad (2.4.4)$$

və ya səs izolyasiyalı arakəsmələr



$$Q_{ak} = 10 \lg \frac{1}{\alpha_{düş}} = \frac{I_{keç}}{I_{düş}} = L_{düş} - L_{keç} \quad (2.4.5)$$

burada  $L_{düş}$  və  $L_{keç}$  arakəsmə üzərinə düşən və ondan keçən səs dalğalarının intensivlik səviyyələridir.

Otağa nüfuz edən səs dalğaları onun daxili səthlərindən əks olunur və orada səsənin intensivliyini artırır. Hesab etmək olar ki, arakəsmədən keçən p r I səsənin intensivliyi və arakəsmənin  $S_{pr}$  sahəsinə hasili gücü  $P_a = I_{keç} S_{keç}$  və otaqdakı enerji sıxlığı isə

$$\varepsilon_m = \frac{P_a}{c_{səs} \alpha_{ort} S} = \frac{I_{keç} S_{keç}}{c_{səs} \alpha_{ort} S} = \frac{I_{keç} S_{keç}}{c_{səs} A} \quad (2.4.6)$$

burada  $\alpha_{ort} S = A$  otağın məhdudlaşdırıcı səthlərinin ümumi udulmasıdır. Onda otaqdakı səs səviyyəsi belə təyin olunacaq.

$$L_2 = 10 \lg \frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_0} = 10 \lg \frac{I_{keç} S_{keç}}{\varepsilon_0 c_{səs} \alpha_{ort} S} \quad (2.4.7)$$

Otağın  $Q_{iz}$  səs izolyasiyası binanı əhatə edən divarların xaricində  $L_1$  və bitişik otağın içərisindəki  $L_2$  səs səviyyələri arasındakı fərkdir:

$$Q_{iz} = L_1 - L_2 = 10 \lg \frac{I_1}{I_0} - 10 \lg \frac{I_2}{I_0} = 10 \lg \frac{I_1}{I_2} \quad (2.4.8)$$

burada  $I_1$  və  $I_2$  -  $L_1$  və  $L_2$  səviyyələrinə uyğun gələn səs intensivliyidir.  $L_2$ -nin qiymətini nəzərə alaraq (2.4.8) ifadəsini aşağıdakı kimi yazacaq.

$$Q_{iz} = L_1 - L_2 = 10 \lg \frac{S_{keç}}{\alpha_{ort} S} \quad (2.4.9)$$

(2.4.9)-dən belə qənaətə gəlmək olar ki, otağın səs izolyasiyası  $10 \lg(S_{keç} / S \alpha_{ort})$  bitişik binaların daxili səthlərindən əks olunmaqla əlaqədar düzəlişi ilə əhatəedici konstruksiyaların səs izolyasiyası ilə müəyyən edilir. Düzəlişin qiyməti arakəsmənin sahəsinin  $S_{keç}$  otağın ümumi udması  $\alpha_{ort} S$ -yə nisbətindən asılıdır. Küylü bir otaqda səs izolyasiyası azalacaq və qapalı otaqlarda yalnız arakəsmənin səs izolyasiyası ilə müəyyən ediləcəkdir.

Əgər fərz etsək ki, səs dalğaları müxtəlif səs keçiriciliyinə malik bir neçə hissədən ibarət mürəkkəb arakəsmədən qarşılıqlı təsir olmadan keçir, o zaman ötürülən səs dalğalarının ümumi gücü arakəsmənin ayrı-ayrı hissələrinin güclərinin cəminə bərabər olacaqdır:

$$P_a = \sum_{(k)} I_{keç.k} S_{keç.k} \quad (2.4.10)$$

burada  $I_{keç.k}$  - sahəsi  $S_{keç.k}$  olan k-cı səthin vahid sahəsindən keçən enerji axınıdır. Səsin çəpərləyici konstruksiyalardan keçməsi müxtəlif yollarla, ilk növbədə yarıqlar və məsamələr (hava ilə ötürmə) vasitəsilə mümkündür. Səs arakəsmələrin materialından uzununa vibrasiya (maddi daşınması) membran rəqslərinə (membranla ötürməyə) oxşar eninə rəqslər səbəbindən nüfuz edir. Birinci yaxınlaşmada membran rəqsləri bütövlükdə arakəsmələrin ümumi kütləyə tərs mütənasib səs keçiricilik əmsalı və aşağı rezonans tezlikli rəqsləri kimi qəbul edilə bilər. Səsin tezliyinin artması ilə arakəsmənin səs keçiriciliyi mütənasib olaraq azalır. Maddi ötürmədə arakəsmənin səs keçiriciliyi havanın və arakəsmənin materialının tezlikdən asılı olmayan xüsusi akustik müqavimətlərinin nisbətindən asılıdır.

Hava ilə ötürmənin səmərəliliyi yarıqların, məsamələrin və s. ölçüsündən, yerləşdiyi yerdən və havanın məsamə divarlarının səthi ilə sürtünməsindən asılıdır.

Əgər bir-birindən səsin dalğa uzunluğundan daha böyük məsafə ilə ayrılmış ən azı iki məsamə varsa, o zaman difraksiya nəticəsində yarıqlardan dalğa uzunluğunun yarısından az məsafədə arakəsmə üzərinə düşən səs dalğaları yarıqlardan keçəcək. Yüksək tezliklərdə belə bir arakəsmənin keçiriciliyi aşağı tezliklərdə olduğundan daha az olacaqdır.

Havalandırma kanallarının keçiriciliyini azaltmaq üçün səs uducu materiallar və akustik süzgəclər tətbiq olunur. Otaqlardan nitqi informasiyanın sızması akustik kanallarının xassələri və xüsusiyyətləri akustikanın əvvəllər nəzərdən keçirilmiş əsas müddəalarından irəli gəlir. Akustik kanallar vasitəsilə məlumat mikrofonlar və ya birbaşa dinləmə yolu ilə əldə edilə bilər.

Ən təhlükəli olanlar texnoloji pəncərələr, rabitə kanalları və böyük en kəşik sahəsi olan ventilyasiya konstruksiyalarıdır. Müəyyən tezliklərdə olan bu cür konstruksiyalar səsin xeyli məsafələrə yayıldığı akustik dalğa ötürücülərin xassələrinə malikdir. Qutuların eninə ölçüləri səs dalğalarının uzunluğu ilə müqayisə olunandırısa, vəziyyət xüsusilə təhlükəli olur.

Həndəsi ölçüləri dalğa uzunluğundan az olan səs ötürücüləri də təhlükəlidir. Bunlara hər cür yarıqlar, deşiklər, pəncərə və qapılardakı boşluqlar daxildir. Belə səs

ötürücülərində səs dalğası çox söndüyünə baxmayaraq, (1-20 dB/m-ə qədər) onlar divarın ümumi səs izolyasiyasını bir neçə dəfə azaldır.

Seçilmiş bir otağın böyük səthli sahələrinin konstruksiyalarının səs dalğasının təsiri altında rəqs etməsi səs enerjisinin təkrar şüalanmasına səbəb olur. Təkrar şüalanan səs enerjisinin kifayət qiymətində, nitqi informasiya götürülə bilər.

Nitqi informasiyanın sızmasının yeganə səbəbi təkrar şüalanma deyildir. Tikinti konstruksiyalarının vibrasiyalı rəqsləri ən təhlükəli informasiya sızma kanallarından birini - vibroakustik kanalı yaradır. Kanalın təhlükəsi səsin zəifləməsi onunla müəyyən edilir ki, bərk mühitlərdə (bərk dəmir-beton, mühəndis kommunikasiyalarının metal konstruksiyaları, kərpic işləri və s.) rəqslərin səs tezliyi oblastında aşağı qiymətlə xarakterizə olunur. Bu hal nəzarət zonasını aşan rəqslərin xeyli məsafədə yayılmasının mümkünlüyünü müəyyən edir, burada onları qeydedici qurğu ilə ələ keçirmək olar. İnformasiyanı seçilmiş otağın daşıyıcı divar boyunca otaqdan iki mərtəbə məsafədə ələ keçirilməsi mümkündür.

Bəzi hallarda, mühəndis-kommunikasiya boruları siqnalları uzun məsafələrə yayan vibrasiya dalğaları yarada bilər. Vibrasiya rəqsləri dalğa ötürücülərinin formalaşması şərtləri boru materiallarının və ətraf mühitin akustik müqavimətinin qiymətlərində xeyli fərq və media, məsələn, isitmə radiatorları arasında uzlaşdırıcı elementlərin olması ilə müəyyən edilir.

Əgər binalar akustik və vibroakustik xarakteristikalarına görə nitqi informasiyanın qorunmasına dair normativ tələblərə cavab vermirsə, onda aktiv qorunma vasitələrindən istifadə olunur. Bunlar akustik, vibrasiya və pyezoşüalandırıcıları olan akustik və vibroakustik maskalayıcı küy hasil edən generatorlardır.

Həmin generatorlarının əsas xarakteristikalarının stabilliyi stabil küy generatorlarının tətbiq edilməsi ilə təmin edilə bilər. Düzgün quraşdırılmış və tənzimlənmiş sistem aşağıdakı dinləmə növlərini zərərsizləşdirməyə imkan verir:

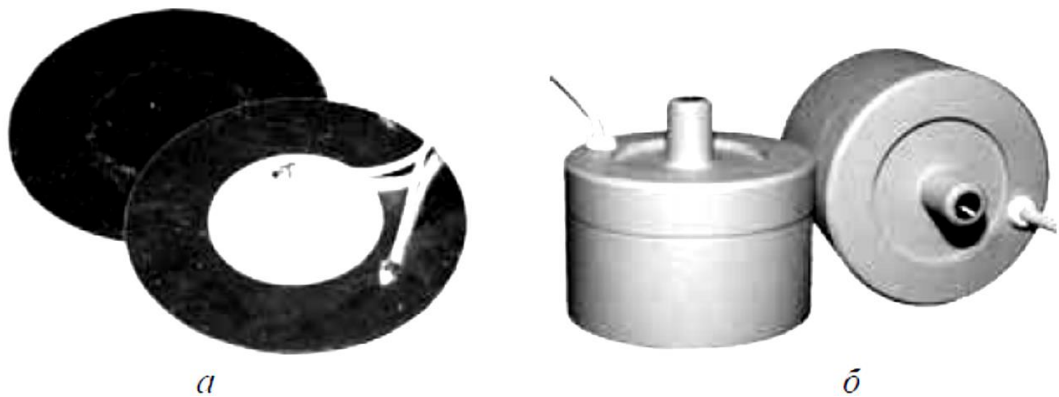
- otaqlarda səs izolyasiyası zəif olduğu şəraitində birbaşa dinləmə;
- divar yarıqlarında, tavan boşluqlarında, ventilyasiya kanallarında və s.-də quraşdırılmış radio və naqilli mikrofonlardan istifadə;

- divarlarda (tavanlarda, döşəmələrdə), su (istilik və qaz) təchizatı borularında və s.-də quraşdırılmış stetoskoplardan istifadə;

- səs məlumatlarının pəncərələrdən və daxili elementlərdən götürülməsi üçün lazer və mikrodalğalı sistemlərin tətbiqi.

Sistemdəki bütün generasiya qurğuları simsiz uzaqdan idarəetmə girişlərinə malik olması bu cür sistemlərin üstünlüyünü təmin edir.

Otaqda mühafizə sistemi qurmaq üçün vibrasiya və pyezo şüalandırıcılar tələb olunur. Şüalandırıcıların görünüşü şəkil 2.4.2-də göstərilmişdir.



**Şəkil 2.4.2.** Şüalandırıcılar: a – pyezoşüalandırıcıları, b - vibroşüalandırıcılar

Sazlama zamanı küy siqnalının, otaqda danışmaqların rahatlığına praktiki olaraq təsir etməyən minimum akustik siqnal əngəlləri ilə lazımi qorunma dərəcəsini səviyyəsi təyin olunur.

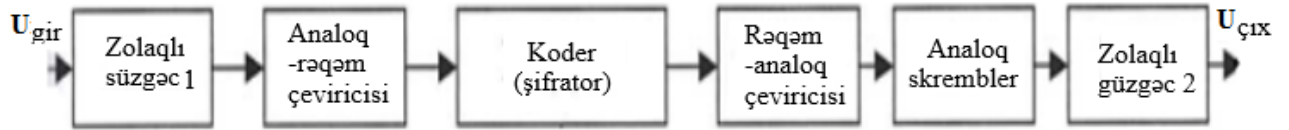
Telefon sistemlərində kriptografik metodlardan istifadə etməklə nitqi informasiyanın məlumatlarının gizlədilməsi

Telefon sistemlərində məlumatların mühafizəsi üçün kriptografik üsulların istifadəsi mühafizənin möhkəmliyini və etibarlılığını xeyli dərəcədə artırır. Aydın ki, yaxın gələcəkdə məlumatın kriptografik qorunma üsulları telefon sistemlərində vacib olacaq.

Telefon kanallarında kriptografik mühafizəni təmin edən bir sıra qurğuları nəzərdən keçirək.

Nitqi informasiyanın qorunması zaman-tezlik skremblinqi üsulu ilə yerinə yetirilir. Bunun üçün qurğu hər bir rabitə seansı üçün unikal açar və telefonda daxil edilən parol istifadə edərək autentifikasiya etməklə bir düymə ilə əməliyyat imkanı

təqdim edir. Nitqi informasiyanın qapanması (gizlədilməsi) aşağıdakı ardıcılıqla işləyən qurğu vasitəsi ilə realizə edilir:



**Şəkil 2.4.3.** Nitq siqnalının müdafiə qurğusunun funksional strukturu

Skrembler – analoq siqnalını stroblayaraq zamana görə yerdəyişmə edib, nitq siqnalının müdafiəsini artırır. Zamana görə yerdəyişmənin aparılması; siqnal spektrinin inversiya edilməsi; zaman miqyasının çevrilməsi, nitq siqnalının fasiləsizliyinin pozulması.

İnformasiyanın mühafizəsinin icazəsiz açılmasına müqaviməti üç səviyyəli açar sistem tərəfindən təmin edilir, o cümlədən: parol - əlaqəyə daxil olan abunəçiləri müəyyən etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur, əlavə qurğuya qoşulmuş telefon aparatının klaviaturasından daxil edilir, dörd rəqəmdən ibarətdir (lazım olduqda istifadə olunur); əsas açar 128 bit tutum – telefona əlavə qurğuların sifariş edilmiş partiyası üçün (daimi saxlama qurğusuna yerləşdirilir); seans açarı - fiziki təsadüfi ədədlər generatoru tərəfindən hasil edilib 128 bit tutuma malikdir.

Yaradılmış açar etibarlı qorunma yaratmaq üçün kifayətdir, lakin istifadəçi tərəfindən telefon klaviaturasından daxil edilə bilən paroldan istifadə edən audentifikasiya imkanı əlavə olaraq təmin edilir.

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL  
NAZİRLİYİ  
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

“Radiotexnika və telekommunikasiya” kafedrası

*Əlyazması hüququnda*

**Kərimov Turan Həsərət oğlu**

**İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika  
mühəndisliyi”**

**İxtisaslaşma: “Optik rabitə fizikası və texnikası”**

**Mövzu: İnformasiya sızmasından müdafiənin texniki vasitələri və metodları**

**MAGİSTR LİK DİSSERTASİYASI**

**Elmi rəhbər:**

**t.e.d. dos. İ.C. İslamov**

**Bakı-2023**

### III FƏSİL. STRUKTUR SXEMİN TƏRTİBİ VƏ HESABLANMASI

#### 3.1. Struktur sxemin tərtib edilməsi

Konfidensial” (latınca *confidentia* – etibar edilən, məxfi) tərifinin təfsiri, kənar şəxslər üçün məxfi olan, açıqlanmayan məlumatların məxfiliyini vurğulayır. Bazar iqtisadiyyatında rəqabətin gedişində müasir texniki kəşfiyyat vasitələrindən istifadə oluna və məxfi məlumatların əldə edilməsinə yönəlmiş müxtəlif sənaye casusluğu üsullarından istifadə oluna bilər. Məxfi məlumatı daşıyan fiziki sahə və bu sahəni qeyd edən texniki vasitələrin məcmusu informasiya sızması və icazəsiz istifadə üçün texniki kanal kimi müəyyən edilir.

Şirkət rəhbərinin ofisini mühafizə vasitələr ilə təchiz etmək zərurəti yarandıqda, informasiya təhlükəsizliyinə mümkün təhlükənin modelini qurmaq lazımdır. Eyni zamanda, hesab edilir ki, bu ofisdə mühəndis təhlili və instrumental sınaqlar nəticəsində tərkibi və təsviri Cədvəl 3.1.1-də verilmiş mümkün təbii informasiya sızma kanalları müəyyən edilmişdir.

Cədvəl 3.1.1

Şirkət rəhbərinin ofisində informasiya sızmasının təbii kanallarının tərkibi və təsviri

| İnformasiyanın sızması kanalı | İnformasiyanın sızması kanalının təsviri  |
|-------------------------------|---|
| Akustik                       | İnformativ akustik siqnalların siqnalı zəif söndürən kiçik kütləyə malik daxili arakəsmələr vasitəsilə membran effekti sayəsində ötürülməsi   |
| Akustik                       | Zəif akustik izolyasiya səbəbindən informasiya sızması (istilik sisteminin qaldırıcılarında və kəbellərin quraşdırılmış borularının yaxınlığında, qapı və qapı çərçivəsindəki sızmalar, havalandırma) |
| Vibrasiyalı (vibroakustik)    | Mərkəzi istilik sisteminin qapalı konstruksiyalarının və borularının uzununa vibrasiyası nəticəsində informasiya sızması  |
| Akustoelektrik                | Radio ötürücü xəttin qəbuledicisində akustoelektrik çevirmə nəticəsində informasiya sızması   |
| Simli                         | İnformasiyanın telefondan götürülməsi   |
| PEMİN                         | Kompüterdən kənara şüalanma səbəbindən kompüterdə işlənmiş informasiyanın sızması   |
| PEMİN                         | Məişət texnikasının istismarı zamanı yaranan elektromaqnit sahələrinin faydalı siqnal ilə modulyasiyası nəticəsində informasiyanın sızması  |

Cədvəl 3.1.1-də verilmiş nəticələrə əsasən şirkət rəhbərinin ofisindən məxfi informasiyanı ələ keçirmək üçün cinayətkarın texniki imkanlarını göstərən informasiya təhlükəsizliyinə təhdid modelini cədvəl 3.1.2 şəklində təsvir edək.

Cədvəl 3.1.2

İnformasiya təhlükəsizliyinə mümkün təhlükə modeli

| Avadanlığın növü                | İstifadə variantı   | Obyektə daxil olmaqla | Obyektədən kənarında | Tətbiq ehtimalı |
|---------------------------------|---|-----------------------|----------------------|-----------------|
| Xüsusi mikrofonlar              | Radio mikrofonlar, o cümlədən quraşdırılan                                      | Hə                    | Hə                   | Ehtimalı yuxarı |
|                                 | Yuxarı otaqlardan asma tavanın altına quraşdırılmış kabelli (simli) mikrofonlar | Hə                    | Yox                  | Ehtimalı aşağı  |
| Telefonu dinləmə avadanlığı     | Ötürücü kanal kimi telefondan istifadə edən xüsusi qurğular                     | Hə                    | Hə                   | Ehtimalı yuxarı |
|                                 | Ötürmə kanalı kimi radio kanaldan istifadə edən xüsusi qurğular                 | Hə                    | Hə                   | Ehtimalı yuxarı |
| Şəbəkə sistemləri               | 220 V-luq şəbəkə ilə ötürmə   | Hə                    | Hə                   | Ehtimalı yuxarı |
| Yığcam səsyzama avadanlığı      | İnformasiyanın danışq iştirakçılar tərəfindən qeydə alınması                    | Hə                    | Yox                  | Ehtimalı yuxarı |
| Elektron stetoskoplar           | Simli stetoskop vericiləri  | Hə                    | Yox                  | Ehtimalı yuxarı |
|                                 | Radio stetoskoplar  | Hə                    | Hə                   | Ehtimalı yuxarı |
| Optik kəşfiyyat avadanlığı      | Otaqdakı vəziyyətin foto və video çəkilişi                                      | Hə                    | Hə                   | Ehtimalı yuxarı |
| İstiqamətli mikrofonlar         | Yalnız pəncərələr, nəfəslilər açıq olduqda                                      | Yox                   | Hə                   | Ehtimalı aşağı  |
| Lazer və İYT dinləmə sistemləri | İnformasiyanın pəncərə şüşəsindən götürülməsi                                   | Yox                   | Hə                   | Ehtimalı aşağı  |
| PEMIN-i ələ keçirmə sistemləri  | İxtisaslaşmış komplekslər   | Hə                    | Hə                   | Ehtimalı aşağı  |

Dissertasiya işinin mövzusu əsasən nitqi informasiyanın sızmasının qarşısının alınmasına həsr edildiyindən ofisin müəyyən otaqlarında aparılan danışq və söhbətlərin məxfiliyini saxlamaq üçün müəyyən sızma kanallarında küy mənbəyindən



istifadə etməklə yaradılan siqnalları akustik şüalandırıcılar vasitəsilə yaymaqla həmin nitq siqnallarını qarışdırmaq və informasiyanın sızmasının qarşısını almaq mümkündür.

Otağın təyinatı: Direktorlar şurasının iclasının keçirilməsi, müştərilərlə xidməti danışıqların aparılması, qapalı işçi iclasların keçirilməsi;

İnformasiyanın elan edilmiş məxfilik dərəcəsi: ciddi məxfilik.

- divarları suvaqlanmış otağın ölçüləri 5x7x2.80 m;
- sahəsi (kv. m), tavanın hündürlüyü (m): ofis - 35 m<sup>2</sup>, h - 2.80 m;
- döşəmələr (tavan, döşəmə), qalınlıq: beton - 250 mm, DSP 30 mm.

Divar arakəsmələri:

- akustik gips lövhələri və kərpic;

Xarici divarlar:

- mişar daşı - 250 mm;

Pəncərə sayı: 3:

- ölçüsü: 200x80 sm;
- növü: ikiqat şüşə plastik paket (4-57-4) mm.

Qapılar: bir laylı 220x90 sm; hər iki tərəfdən məsaməli rezinli faner üzvlü panel qapı.

Qonşu otaqların təsviri: Üst mərtəbə: rabitə qovşağı; Aşağı mərtəbə: təşkilatın ticarət nümayəndəliyi; Şimal: xarici divar; Cənub: texniki otaq; Qərb: Hüquqşünas kabineti; Şərq: xidməti otaq; informasiyanın ötürülməsi və emalının texniki vasitələrinin mövcudluğu: yoxdur.

Otaqda nitq səviyyəsi: 77 dB.

Qida mənbəyi sistemi (işıqlandırma): - şəbəkə 220 V/50 Hz; - avtonom transformator yarımstansiyası;

Elektrik cihazlarının növü: - tavan işıqları (8 ədəd); - stolüstü lampa;

Havalandırma sistemi: 250x160 mm pəncərəli;

Ekranlı batareyaları olan mərkəzi istilik sistemi və kalorifer (elektrik);

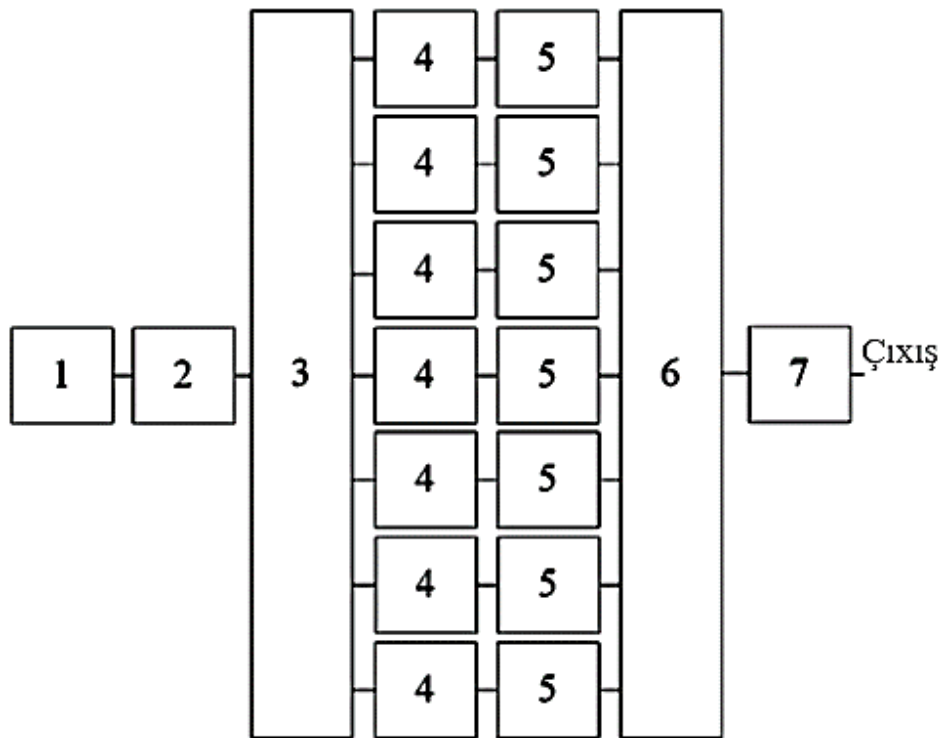
Rabitə vasitələri: iki simli xətlərə malik telefon xətləri şəbəkəsi (3 SLT):- telefon aparatı və simsiz şəbəkə.

- 4 və 5G rabitə şəbəkəsi üçün mobil telefon; GSM-1800/1900 standartlı mobil telefon;

Ofis avadanlığı: hərəsi 1 ədəd olmaqla tam konfigurasiyalı kompüter və sürətçixarma aparatı - 1 ədəd; Məişət texnikası: televizor, musiqi mərkəzi. Mebel: rəhbərin masası; iclaslar üçün 12 yerlik masa; telefon aparatları üçün masa.

Obyektin ətrafındakı mühitin təsviri. Obyekt şəhərin mərkəzində yerləşir, hər tərəfdən müxtəlif təyinatlı və idarə tabeliyində olan tikililərlə əhatə olunub. Binadan 25 m məsafədə cənub tərəfdə maşınlar üçün parking yeri var. Şimal tərəfdə müxtəlif dövlət qurumlarının yerləşdiyi hündür mərtəbəli inzibati bina yerləşir. Binalar arasındakı məsafə 20-30 m. Obyektin şərq tərəfində 30 m məsafədə 9 mərtəbəli yaşayış binası yerləşir. Binanın düz qarşısında 100 m məsafədə küçənin hərəkət hissəsindən orta hündürlükdə inzibati binalar yerləşir. Yoxlanılan otağın pəncərələri şimal tərəfə baxır.

Buna uyğun olaraq, informasiyanın sızmasının qarşısını almaq üçün nitq signalının akustik müdafiəsini təmin edən üsullardan biri nitq signalının keçə biləcəyi yollarda akustik küy-əngəl yaratmaqdan ibarətdir. Belə bir analoq generatorun struktur sxemi şəkil 3.1.1-də göstərilmişdir.



Şəkil 3.1.1. Analıq küy-əngəl generatorunun struktur sxemi.

Bu məqsədlə akustik küy-əngəl mənbəyindən (1), ilkin gücləndiricidən (2), bölücüdən (3), süzgəclərdən (4), aralıq gücləndiricilərdən cəmləyicidən (6) və çıxış gücləndiricisindən ibarət küy generatoru təklif olunur.

Bu qurğuda küy mənbəyi qismində ağ küy generatoru istifadə olunur. İlkin gücləndirici ağ küy generatorunun hasil etdiyi ağ küy signalını qurğu üçün zəruri olan gərginliyə qədər gücləndirilir, sonra gücləndirilmiş signal bölücü vasitəsilə 7 süzgəcdən ibarət süzgəclər blokuna verilir. Süzgəclərdən çıxan signal aralıq gücləndirici vasitəsilə tələb olunan gərginliyə qədər gücləndirildikdən sonra əməliyyat gücləndiricilərində yığılmış cəmləyiciyə, alınmış məcmu signal isə güc gücləndiricisinə verilir. Çıxış gücləndiricisi küy-əngəl signalını tələb olunan gücə qədər gücləndirir. Bu signal səsucaldana verilərək nitq signalının keçə biləcəyi yollarda əlavə küy yaratmaqla nitq signalının tezlik spektrini dəyişdirir. Beləliklə, informasiyanın sızmasının qarşısı alınır.

Burada çıxış küy signalının qiymətini bölücü vasitəsi ilə dəyişməklə müxtəlif süzgəclərə verilən signalın amplitudu və son nəticədə isə cəmləyicidən sonra onun tərkibini dəyişmək mümkündür. Bu, müxtəlif insanların nitqinin xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla, küyün spektrini müvafiq şəkildə sazlamaqla informasiyanın məxfiliyini təmin etməyə imkan verir.

İnformasiya və informasiyanın təhlükəsizliyi anlayışları araşdırılmış, informasiyanın sızması və oğurlanması, informasiyaya icazəsiz müdaxilə halları nəzərdən keçirilmişdir.

Məxfi informasiyanın mühafizəsi üçün zəruri olan texniki vasitələr və tədbirlər kompleksini realizə edilməsi məqsədilə nitq signalının akustik müdafiəsini təmin edən sistemin təklif olunan strukturuna əlavə küy-əngəlləri mənbəyi olan generator və səsucaldıcı qurğular daxildir. Bunlar nitq signalının keçə biləcəyi akustik yollarda zəruri amplituda və tezliyə malik əlavə küylər yaratmaqla əsas nitq signalındakı informasiya ilə qarışaraq onun qeyd olunmasının və beləliklə, əsas informasiyanın sızmasının qarşısının alınmasını təmin edir.

### 3.2. Struktur sxemin hesablanması

Akustik şüalandırıcının struktur və funksional sxeminin işlənməsi

Akustik şüalandırıcının struktur sxemini tərtib edərkən aşağıdakı texniki tapşırıqları yerinə yetirmək tələb olunur:

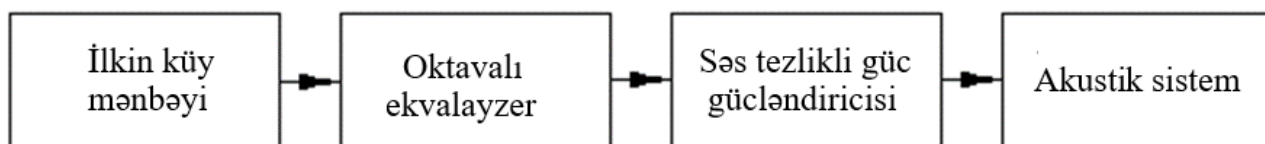
- qurğudan 1 m məsafədə səs təzyiqi ən azı 120 dB-dən (20 Pa) olmalıdır;
- yaradılan rəqslərin növü:
  - 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz həndəsi orta tezliklərdə oktava zolaqlarında səviyyənin ayrı-ayrılıqda tənzimlənməsi ilə ani qiymətləri normal qanuna uyğun olaraq paylanan küy; tənzimləmə diapazonu  $\pm 20$  dB.

- tezlikləri  $f_{\text{ort}\cdot\text{h}} \pm 15\%$  olan harmonik rəqslər, burada  $f_{\text{ort}\cdot\text{h}} = 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000$  Hz.  $\pm 20$  dB diapazonda səviyyələrin tezliklər üzrə ayrıca tənzimlənməsi.

Göründüyü kimi, akustik siqnalların əsas mənbəyi kimi ani qiymətləri normal paylanan küy generatoru hazırlamaq lazımdır. Harmonik rəqslər halında, biz alçaq tezlikli istifadə etmək mümkündür.

250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz həndəsi orta tezliklərdə oktava zolaqlarında müstəqil səviyyəni ayrıca tənzimləmək üçün oktava ekvalayzeri (süzgəclər qrupu) işləyib hazırlamaq zəruridir.

Nəhayət, tələb olunan səs təzyiqini əldə etmək üçün əsas siqnal səs tezlikli güc gücləndiricisi ilə gücləndirilməlidir. Akustik qurğunun çıxışında tələb olunan səs təzyiqini yaradan akustik sistem qoşulur (səsucaldan). Qurğunun sadə struktur sxemi şəkil 3.2.2-də göstərilmişdir.



Şəkil 3.2.1. Qurğunun sadə struktur sxemi

Beləliklə, dörd əsas bloktan ibarət olan akustik qurğunun strukturu aşağıdakı kimi olacaqdır:

- ilkin siqnal mənbəyi;
- oktava ekvalayzer (süzgəclər);

- səs tezliyi gücləndiricisi;
- akustik sistem (səsucaldan).

Akustik qurğunun funksional sxeminin işlənməsini akustik sistemin (AS) seçilməsindən ilə başlayaq. AS aşağıdakı şərtlərə cavab verməlidir:

- hasil edilən tezlik diapazonu 100-10000 Hz;
- çıxışda maksimum səs təzyiqi 20 Pa;
- ekranlanmış nöqtəvi şüalandırıcı;

Elektrodinamik dinamiklər sırasından aşağıdakı əsas parametrlərə malik 10GD-36 dinamikini (səsucaldanını) seçirik:

- hasil edilən tezlik diapazonu 63-20000 Hz;
- gücü - 15 Vt;
- nominal elektrik müqaviməti - 4 Om;
- standart səs təzyiqi - 0,2 Pa;

Xətti ölçüləri tədqiq olunan maneənin ölçülərinin 10%-indən çox olmayan şüalandırıcı nöqtəvi qəbul edilir. Bu dinamik həmin şərti ödəyir. Səs ucaldıcının maqnit sisteminin yaratdığı elektrik və maqnit sahələrini ekranlamaq üçün diffuzoru xırda torlu metal şəbəkə ilə örtürük.

Dinamik tərəfindən hasil edilən səs təzyiqi  $P_{səs}$  (Pa) ona verilən elektrik enerjisi  $W$  (Vt) ilə sərt şəkildə əlaqədardır (dinamikin nominal elektrik müqavimətinə bərabər olan bir müqavimətlə yayılan güc səsgücləndirici sıxaclarında gərginlik) və orta standart səs təzyiqi  $P_{ST}$  (Pa) (elektrik cərəyanına uyğun bir gərginlik olduqda işçi mərkəzindən 1 m məsafədə işçi oxda nominal tezlik diapazonunda səsucaldana 0,1 Vt güc tətbiq edildikdə hasil edilən orta səs təzyiqi) belə təyin olunur

$$P = 10P_{st} \sqrt{\frac{W}{W_{st}}} \quad (3.2.1)$$

Beləliklə, 20 Pa səs təzyiqi əldə etmək üçün dinamikə qiyməti aşağıdakı kimi təyin olunan elektrik enerjisi vermək lazımdır:

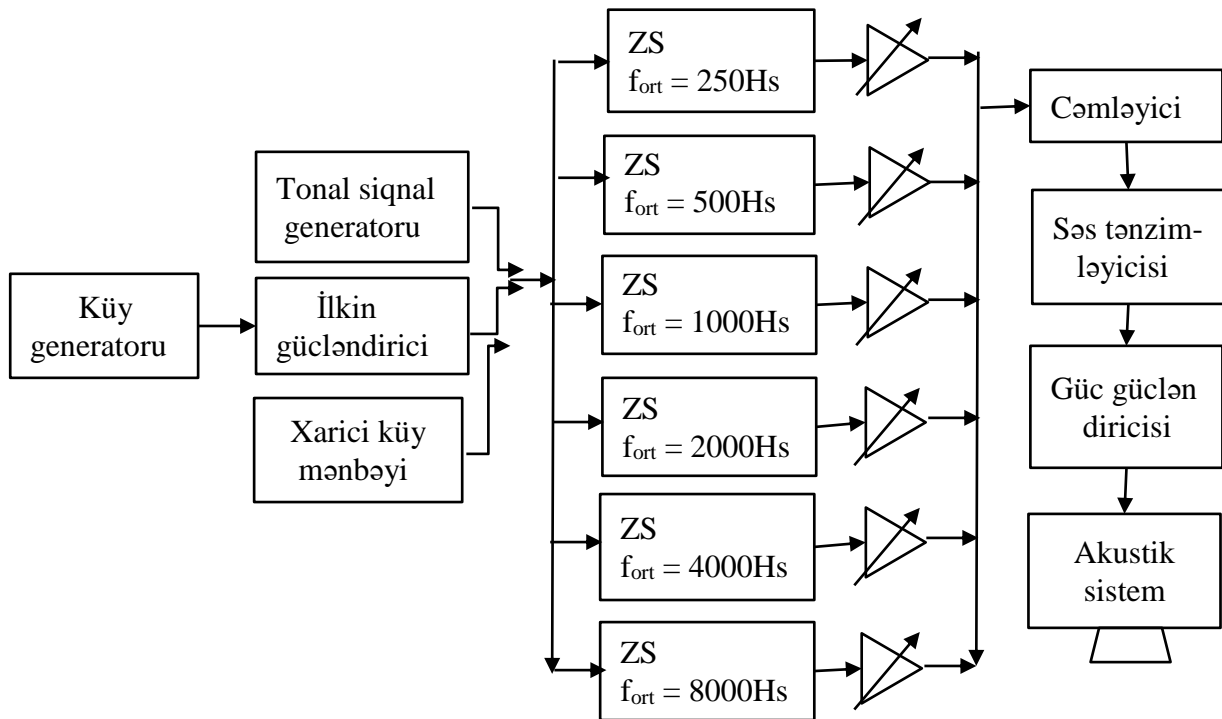
$$W = W_{st} \cdot \left(\frac{P}{10P_{st}}\right)^2 = 0,1 \cdot \left(\frac{20}{10 \cdot 0,2}\right)^2 = 10 \text{ Vt} \quad (3.2.2)$$

Təbii ki, verilən rəqəmlər təxminidir, çünki onlar müəyyən küy səviyyələrini, onun spektral xarakteristikalarını, həmçinin dinamikin verilmiş standart səs təzyiqi ilə müəyyən edilir.

Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, çıxış gücü ən azı 10 Vt və gücləndirmə əmsalı ən azı 50 dB olan bir gücləndirici hazırlamaq lazımdır. Gücləndiricinin böyük güc ehtiyatı nominal gücdə stabilliyi yaxşılaşdırmağa və cüzi qeyri-xətti təhrifi təmin edən böyük dinamik səs ucalığı diapazonunu əldə etməyə imkan verir. Yüke ötürülə bilən maksimum çıxış gücü gücləndiricinin çıxışında mövcud olan maksimum gərginlik və verilmiş yükə gücləndiricidən keçən maksimum cərəyanla müəyyən edilir. Gücləndiricinin girişinə verilən giriş gərginliyi səviyyəsini tənzimləmək üçün səs tənzimləyicisindən istifadə edilməlidir.

Həndəsi orta 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz tezlikli oktava zolaqlarında ayrıca tənzimləməyə nail olmaq üçün çıxış səviyyəsi tənzimlənən və sonra bütün zolaqların səviyyəsi cəmlənən zolaqlı süzgeçlər dəstindən ibarət oktava ekvalayzerin işlənilməsi zərurəti yaranır.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq, akustik qurğunun funksional sxemi şəkil 3.2.2-də göstərilən şəkildə olacaqdır.



Şəkil 3.2.2. Akustik qurğunun funksional sxemi

Küy generatoru kimi həm daxili, həm də xarici mənbədən istifadə etmək mümkündür. Xarici mənbələr standart küy generatoru, küylü lent yazısı və bir sıra digər qurğular ola bilər. Standart avadanlıqların istismarı və minimuma endirilməsi üçün daxili küy generatoru hazırlamaq məqsədəuyğundur. Daxili küy generatorundan istifadə edərkən, oktava ekvalayzerinin düzgün işləməsini və tələb olunan gücləndirmə əmsalını əldə etməsini təmin etmək üçün generatorun çıxış signalını gücləndirmək lazımdır.

## IV FƏSİL. QURĞUNUN PRİNSİPİAL SXEMİNİN İŞLƏNMƏSİ

### 4.1. Səs səviyyəsi tənzimlənən güc gücləndiricisi

Hal-hazırda səs tezliyi güc gücləndiriciləri üçün çoxlu müxtəlif sxemlər mövcuddur. Bu qurğu üçün sxemi seçərkən aşağıdakı meyarlara əməl edilməlidir:

- gücləndirmə əmsalı - ən azı 50 dB;
- çıxış gücü - ən azı 10 Vt;
- Yüklə müqaviməti - 4 Om;
- tezlik diapazonu - 100 Hz-dən 10 kHz-ə qədər;
- diskret elementlərin sayının minimum olması.

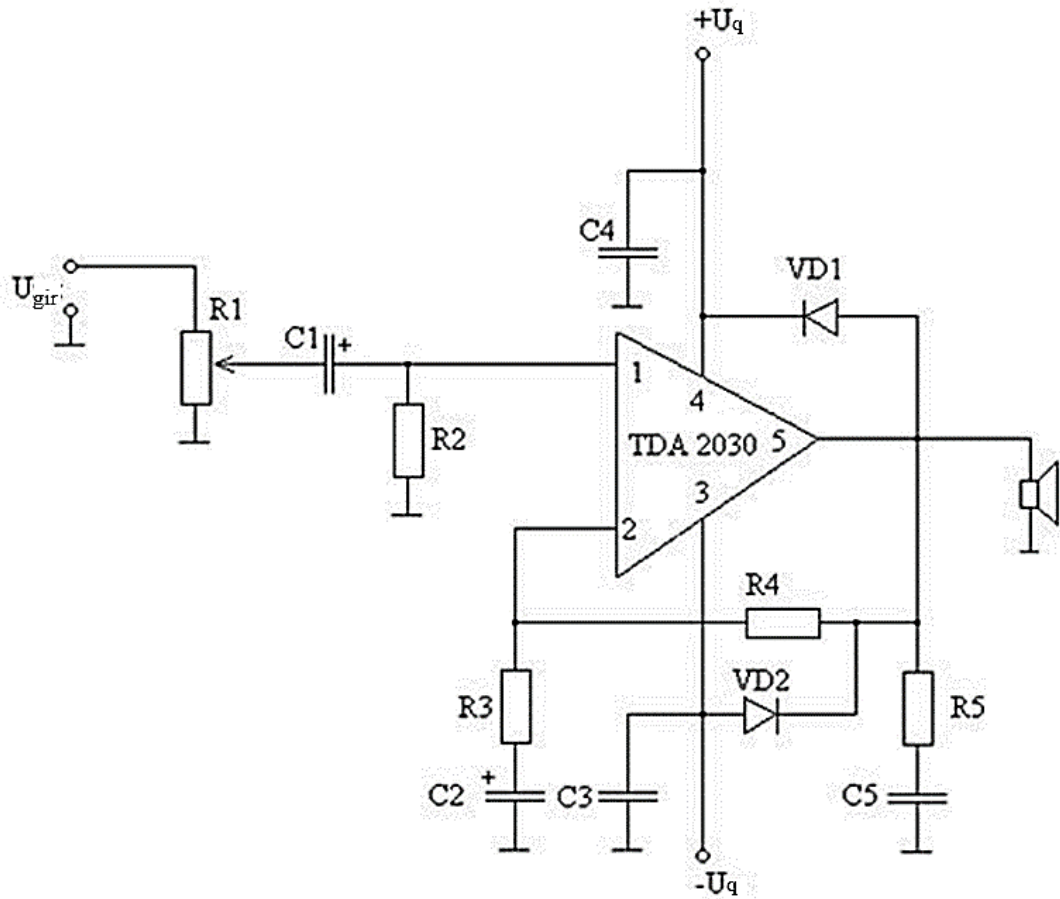
TDA 2030 üzərində qurulmuş və aşağıdakı əsas göstəricilərə malik alçaq tezlikli güc gücləndiricisini seçək. Bu gücləndirici üçün aşağıdakı göstəriciləri əldə etmək mümkündür [15]:

- gücləndirmə əmsalı - 84 dB;
- Çıxış gücü - 15 Vt;
- Yüklə müqaviməti - 4 Om;
- tezlik diapazonu 30 Hz-dən 20 kHz-ə qədər;
- qida gərginliyi  $\pm 6V$  -  $\pm 18V$ .

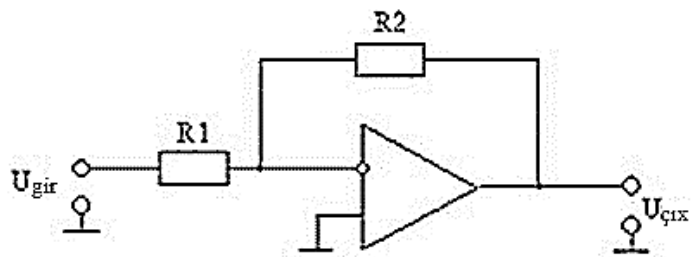
Əsas gücləndirici element TDA 2030 mikrosxemidir. Ən sadə səs tənzimləyicisi olaraq, gərginlik bölücü sxemi üzrə qoşulmuş adi dəyişən rezistor istifadə edilir. Səsin ucalığını idarə edən güc gücləndiricisinin prinsiplial sxemi şəkil 4.1.1-də təqdim edilmişdir.

Oktava ekvalayzeri orta tezlikləri 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz və oktava tezlikləri 177-354 Hz, 354-707 Hz, 707-1410 Hz, 1410 -2830 Hz, 2830-5660 Hz, 5660-11300 Hz olan zolaqlı süzgəclərdən ibarətdir. Çıxış siqnalının gərginlik səviyyəsi ayrıca olaraq tənzimlənir. Süzgəclərin çıxışında siqnalların qarışığı şəkil 3.3.2-də göstərilən standart sxemə uyğun olaraq qoşulmuş əməliyyat gücləndiricisindən ibarət bufer gücləndiricisindən istifadə etməklə cəmlənir.



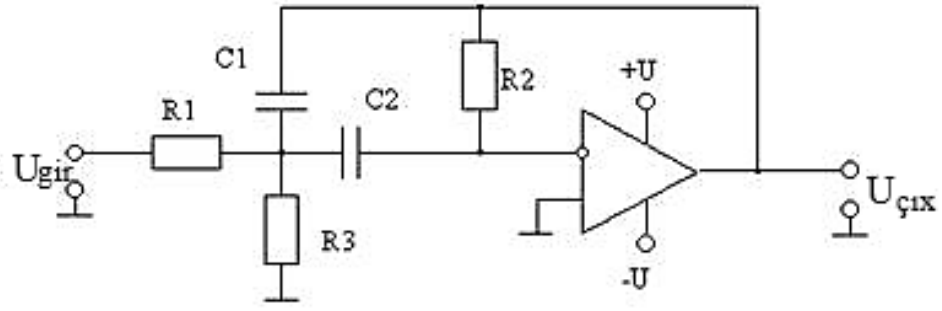


**Şəkil 4.1.1.** Güc gücləndiricisinin prinsipial sxemi



**Şəkil 4.1.2.** Gücləndirmə rejimində işləyən ƏG-nin qoşulma sxemi

Tələb olunan xarakteristikaları realizə edən qurğu kimi, asan qurulan və verilmiş tələbləri ödəyən mürəkkəb mənfi əlaqəli zolaqlı süzgəci seçirik. Süzgəcin müvafiq sxemi şəkil 4.1.3-də göstərilmişdir.



Şəkil 4.1.3. Mürəkkəb mənfi əlaqəli zolaqlı süzgəcin sxemi

$C1 = C2 = C$  götürək. Süzgəcin ötürmə funksiyası aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$A(p) = \frac{\frac{-R2 \cdot R3}{R1 + R3} \cdot c \cdot \omega_p \cdot p}{1 + \frac{2 \cdot R1 \cdot R3}{R1 + R3} \cdot c \cdot \omega_p \cdot p + \frac{R1 \cdot R2 \cdot R3}{R1 + R3} \cdot c^2 \cdot \omega_p^2 \cdot p^2} \quad (4.1.1)$$

Bu ifadənin ümumi halda zolaqlı süzgəcinin ötürmə funksiyası ilə müqayisəsindən:

$$A(p) = \frac{\frac{A_r}{Q} \cdot p}{1 + \frac{1}{Q} \cdot p + p^2}, \quad (4.1.2)$$

burada  $A_r$  – rezonans tezliyində ötürmə əmsalı;

$Q$  – keyfiyyət əmsalıdır.

Buradan,  $p^2$ -in əmsal 1-ə bərabər olması şərtindən rezonans tezliyini tapırıq  $f_r$

$$\frac{R1 \cdot R2 \cdot R3}{R1 + R3} \cdot c^2 \cdot \omega_p^2 = 1$$

$$\omega_p^2 = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{R1 + R3}{R1 \cdot R2 \cdot R3} \quad f_p = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot c} \cdot \sqrt{\frac{R1 + R3}{R1 \cdot R2 \cdot R3}} \quad (4.1.3)$$

Bu ifadəni rezonans tezliyi üçün ötürmə funksiyasına (4.1.1)-də yazıb, müvafiq əmsalları ifadə əmsallarına (4.1.2) bərabərləşdirərək, süzgəc xüsusiyyətlərini hesablamaq üçün qalan düsturları əldə edirik:

$$\frac{1}{Q} = \frac{2 \cdot R1 \cdot R3}{R1 + R3} \cdot 2 \cdot \pi \cdot c \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot c} \cdot \sqrt{\frac{R1 + R3}{R1 \cdot R2 \cdot R3}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{R1 \cdot R3}{R2 \cdot (R1 + R3)}}$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{R_2 \cdot (R_1 + R_3)}{R_1 \cdot R_3}} = \pi \cdot R_2 \cdot c \cdot f_p \quad (4.1.4)$$

$$\frac{-R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \cdot c \cdot 2 \cdot \pi \cdot f = \frac{A_r}{Q}$$

$$\frac{-R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \cdot c \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot c} \cdot \sqrt{\frac{R_1 + R_3}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}} = \frac{A_r}{\frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{R_2 \cdot (R_1 + R_3)}{R_1 \cdot R_3}}}$$

$$-A_r = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \cdot c \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot c} \cdot \sqrt{\frac{R_1 + R_3}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{R_2 \cdot (R_1 + R_3)}{R_1 \cdot R_3}} = \frac{R_2}{2 \cdot R_1} \quad (4.1.5)$$

Buradan göründüyü kimi, nəzərdən keçirilən zolaqlı süzgəcinin ötürmə əmsalı, keyfiyyət əmsalı və rezonans tezliyi ixtiyari seçilə bilər.

Süzgəc ötürmə zolağı üçün ifadə aşağıdakı düsturdan əldə edilir:

$$B = \frac{f_p}{Q} = \frac{1}{\pi \cdot R_2 \cdot c} \quad (4.1.6)$$

Sxemin R1, R2 və R3 parametrlərini tapmaq üçün c, B, f<sub>r</sub> sabit qəbul edib və A<sub>r</sub> = -1 qəbul edək.

$$B = \frac{1}{\pi \cdot R_2 \cdot c} \quad R_2 = \frac{1}{\pi \cdot B \cdot c} \quad (3.16)$$

$$-A_r = \frac{R_2}{2 \cdot R_1} \quad 1 = \frac{R_2}{2 \cdot R_1} \quad R_1 = \frac{R_2}{2} \quad (4.1.7)$$

$$f_p = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot c} \cdot \sqrt{\frac{R_1 + R_3}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}} \quad \frac{R_1 + R_3}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3} = (2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot c)^2$$

$$R_3 = \frac{-R_1}{1 - (2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot c)^2 \cdot R_1 \cdot R_2} = \frac{\frac{R_2}{2}}{1 - (2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot c)^2 \cdot \frac{R_2}{2} \cdot R_2} =$$

$$= \frac{-R_2}{2 - (2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot c \cdot R_2)^2} = \frac{-1}{\pi \cdot B \cdot c \cdot \left( 2 - \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot c}{\pi \cdot B \cdot c} \right)^2 \right)} = \frac{-1}{2 \cdot \pi \cdot B \cdot c \cdot \left( 1 - 2 \cdot \left( \frac{f_p}{B} \right)^2 \right)}$$

$$(3.3.8)$$

$$p = j \cdot \Omega = j \cdot \frac{\omega}{\omega_p}$$

Süzgəcin tezlik xarakteristikasını tapmaq üçün ifadəni (4.1.8) ilə əvəz edirik. Və onun modulunu götürürün.

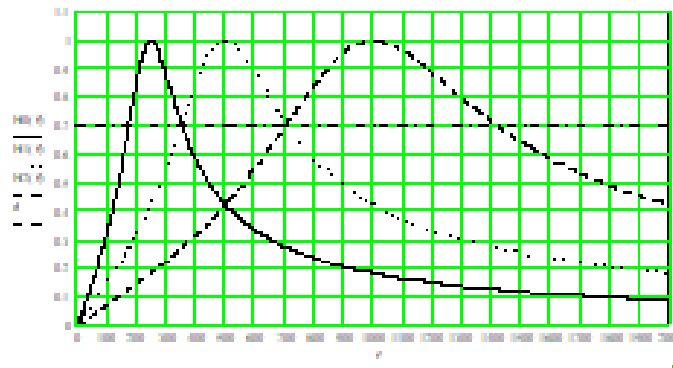
$$A(j \cdot \omega) = \frac{\frac{-R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \cdot c \cdot j \cdot \omega}{1 + \frac{2 \cdot R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \cdot c \cdot j \cdot \omega + \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \cdot c^2 \cdot (j \cdot \omega)^2}$$

$$H(j \cdot \omega) = |A(j \cdot \omega)|$$

(4.1.9)

- süzgəcin ATX-si

Süzgəclərin tezlik xarakteristikası şəkil 4.2.4a və 4.2.4b-də göstərilmişdir.



a)



b)

**Şəkil 4.1.4.** Zolaqlı süzgəclərin tezlik xarakteristikası

a)  $f_{ort} = 250$  Hz, 500 Hz, 1000 Hz üçün;

b)  $f_{ort} = 2000$  Hz, 4000 Hz, 8000 Hz üçün,

burada  $H_0(f) - f_{ort} = 250$  Hz olan süzgəcin tezlik xarakteristikası;

$H_1(f) - f_{ort} = 500$  Hz olan süzgəcin tezlik xarakteristikası;

H2(f) –  $f_{ort} = 1000$  Hz olan süzgecin tezlik xarakteristikası;

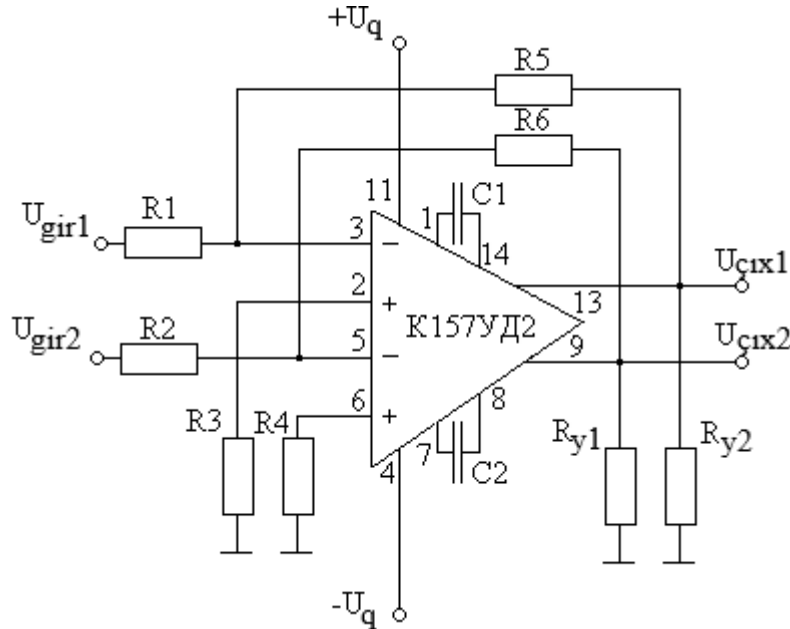
H3(f) –  $f_{ort} = 2000$  Hz olan süzgecin tezlik xarakteristikası;

H4(f) –  $f_{ort} = 4000$  Hz olan süzgecin tezlik xarakteristikası;

H5(f) –  $f_{ort} = 8000$  Hz olan süzgecin tezlik xarakteristikası.

Aktiv element olaraq, "standart" üç kaskadlı sxemə uyğun qurulmuş ümumi təyinatlı, çıxışı qısa qapanmadan mühafizə olunan iki kanallı əməliyyat gücləndiricisi (ƏG) olan K157UD2 mikrosxemini seçirik. Əməliyyat gücləndiricisini tipik qoşulma sxemi şəkil 3.3.5-də göstərilmişdir. Hər bir kaskadda ƏG sabit işləməsini təmin etmək üçün tutumu 0-30 pF arasında dəyişən C1, C2 korreksiya kondensatorlarının qoşmaq lazımdır.

ƏG-nin qida gərginliyi  $\pm 3V$ - $\pm 18V$  diapazonundadır.



**Şəkil 4.1.5.** K157UD2 əməliyyat gücləndiricisinin tipik qoşulma sxemi

Çıxışların nömrəsi və təyinatı:

- 1, 14 - 1 kanalı tezlik korreksiyası;
- 2 – 1-ci kanalı düz girişi;
- 3 – 1-ci kanalı invers girişi;
- 4 - qida mənbəyinin mənfəi qütübü;
- 5 – 2-ci kanalı invers girişi;
- 6 – 2-ci kanalı düz girişi;
- 7, 8 – 2-ci kanalı tezlik korreksiyası;

- 9 – 2-ci kanalın çıxışı;
- 10, 12 - boş çıxış;
- 11 - qida mənbəyinin müsbət qütbü;
- 13 - 1 kanalın çıxışı.

Bir əməliyyat gücləndiricili zolaqlı süzgəc elementlərinin sadələşdirilmiş şəkildə hesablanması

Giriş verilənləri (I süzgəc):

- Rezonans tezliyi  $f = 250\text{Hz}$ .
- Keyfiyyət faktoru  $Q = 10$ .
- Ötürmə əmsalı  $H_0 = 5$

$f_{\max} - f_{\min} = f / Q = 25\text{Hz}$  olduğuna görə buraxma zolağının eni  $f_{\max} = 275\text{ Hz}$ ,  $f_{\min} = 225\text{ Hz}$  olacaq.  $C_1 = C_2 = C = 10\text{ nF}$  qəbul edək.

Sonra rezistorların müqavimətini aşağıdakı düsturlarla hesablamaq olar:

$$R_1 = \frac{Q}{H_0 \omega_0 C}$$

$$R_2 = \frac{Q}{(2Q^2 - H_0) \omega_0 C}$$

$$R_3 = \frac{2Q}{\omega_0 C}$$

Burada  $\omega_0 = 2\pi f$ ,  $f$  - rezonans tezliyidir

Bu halda aşağıdakı qiymətlər alınır:

$$R_1 = 10 / (5 * 2 * 3,14 * 250 * 10^{-8}) = 0.001273885 (10^8) = 127\text{ kOm}$$

$$R_2 = 10 / ((2 * 10 * 10^{-5}) * 2 * 3,14 * 250 * 10^{-8}) = 3.266372693124285e-5(10^8) = 3,3\text{ kOm}$$

$$R_3 = 2 * 10 / (2 * 3,14 * 250 * 10^{-8}) = 0.01273885 (10^8) = 1273885 = 1.27\text{ MOm}$$

Yuxarıda təsvir edilən metodikadan istifadə edərək, bütün altı zolaq üçün dövrə parametrlərini hesablayıb süzgəclərin tezlik xarakteristikasını qururuq. Hesablamalar və xarakteristikaların qurulması MatLAB proqramında yerinə yetirilmişdir.

Hesablama nəticələri cədvəl 4.1.1-də verilmişdir.

Zolaqlı süzgəci sxeminin parametrləri

| $f_{ort}$ (Hs) | R1 (kOm) | R2 (kOm) | R3 (kOm)           | C (nF) |
|----------------|----------|----------|--------------------|--------|
| 250            | 127      | 3,3      | $1.27 \times 10^3$ | 10     |
| 500            | 63,5     | 1,6      | 635                | 10     |
| 1000           | 32       | 0,8      | 320                | 10     |
| 2000           | 16       | 0,4      | 160                | 10     |
| 4000           | 8        | 0,2      | 80                 | 10     |
| 8000           | 4        | 0,1      | 40                 | 10     |

Passiv elementlər olaraq MLT 0.125, SP3-04A tipli rezistorları, K10-17a tipli kondensatorları seçirik.

Bir əməliyyat gücləndiricili sxemdə, ötürmə (gücləndirmə) əmsalının 5-dən çox və keyfiyyət əmsalının 10-dan çox olmaması məqsədəuyğundur. Yüksək keyfiyyətli bir süzgəc əldə etmək üçün rezistorların və kondensatorların parametrləri hesablanmış qiymətlərə mümkün qədər yaxın olmalıdır.

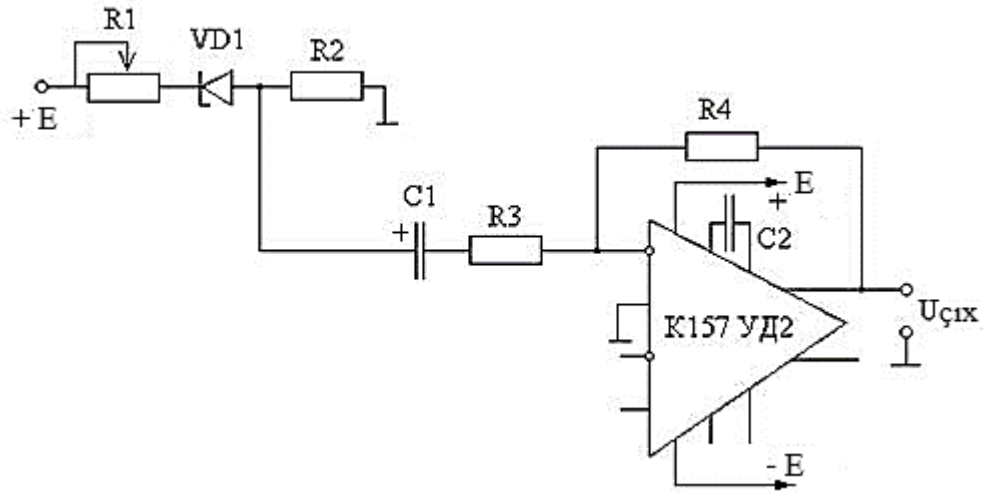
#### 4.2. İlkin gücləndiricili küy generatoru

Bu buraxılış layihəsində küyün əsas mənbəyi olaraq yarımkeçirici D814 stabiltronu (Zener diodu) seçilmişdir. İlkin küy mənbəyi üçün əsas tələb sonuncunun xarakteristikasının sabitliyidir.

Zener diod generatorlarının digər küy mənbələri ilə müqayisədə bir sıra çatışmazlıqları olsa da, aşağı yük müqavimətində bu çatışmazlıqlar aradan qalxır və belə generatorlarda kifayət qədər sabit qurğular yaratmaq mümkün olur [3].

İlkin gücləndirici olaraq, gücləndirmə sxeminə uyğun olaraq qurulmuş K157 UD2 əməliyyat gücləndiricisindən istifadə edirik.

İlkin gücləndiricili küy generatorunun prinsipial sxemi şəkil 4.2.1-də göstərilmişdir.



**Şəkil 4.2.1.** İlk gücləndiricili küy generatorunun sxematik diaqramı

Uzlaşdırıcı gücləndirici simmetrik xətdən qeyri-simmetrik xəttə keçidi realizə edən qurğudur. Bu simmetrik girişli və qeyri-simmetrik çıxışlı diferensial gücləndiricidir.

Bu gücləndirici aşağı küylü olmalıdır ki, onun öz küyü induksiya edilmiş  $U_s$  siqnalının səviyyəsindən çox olmasın. Gücləndirmə əmsalının mümkün qədər böyük olması məqsədəuyğundur, lakin gücləndirici öz-özünə təsirlənməməlidir. Gücləndirilmiş siqnal gücləndiricinin öz küy səviyyəsini xeyli dərəcədə aşmalıdır. Baxılan halda uzlaşdırıcının gücləndirmə əmsalı 100-ə bərabərdir.



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL  
NAZİRLİYİ  
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

“Radiotexnika və telekommunikasiya” kafedrası

*Əlyazması hüququnda*

**Mamedov Zahid Ənvər oğlu**

**İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika  
mühəndisliyi”**

**İxtisaslaşma: “İnformasiya texnologiyaları və telekommunikasiya”**

**Mövzu: İnformasiya sızmasından müdafiənin texniki vasitələri və metodları**

**MAGİSTR LİK DİSSERTASİYASI**

**Elmi rəhbər:**

**t.e.d. dos. İ.C. İslamov**

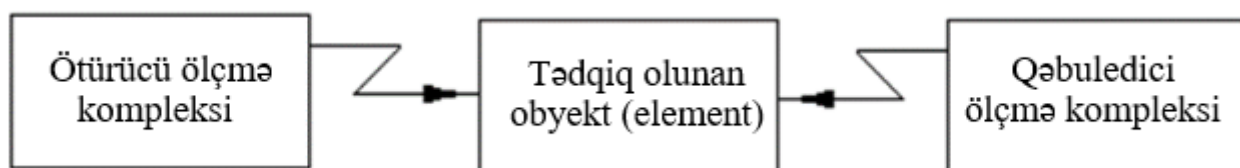
**Bakı-2023**

## V FƏSİL. EKSPERİMENTAL HİSSƏ

### 5.1. Kanalların təhlükəsizliyinin əsas qiymətləndirmə prinsipləri

Hava və vibrasiya kanalları. Hava və vibrasiya kanallarının mühafizəsinin qiymətləndirilməsi həndəsi orta tezliklərə malik oktava zolaqlarında nəzarət nöqtələrində "nitq signalı/akustik (vibrasiya) küy" (bundan sonra signal/küy) nisbətlərinin müəyyən edilməsi üçün instrumental-hesablama metoduna əsaslanır. 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hs, sonra əldə edilmiş "signal/küy" nisbətlərinin normativ qiymətlərlə müqayisəsi və ya sonradan əldə edilmiş "signal/küy" qiymətlərinin şifahi nitqin başa düşülməsinin ədədi qiymətinə yenidən hesablanması ilə və onu normativ qiymətlə müqayisə edilməsinə əsaslanır.

Ümumi təyinatlı avadanlıqdan istifadə edərək instrumental nəzarəti həyata keçirmək üçün ötürücü və qəbuledici ölçmə kompleksləri yaradılmalıdır. Ölçmə strukturu şəkil 5.1.1-də göstərilmişdir.



**Şəkil 5.1.1.** Nitqi informasiyanın sızması kanallarının parametrlərinin ölçülməsi strukturu

Ölçmə kompleksi aşağıdakılardan ibarətdir:

- küy generatoru;
- gücləndirici;
- akustik şüalandırıcı;
- ölçən mikrofonu;
- küyölçən cihaz;
- həndəsi orta tezlikləri 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hs olan zolaqlı oktava süzgəcləri.

Test (nəzarət) signalı olaraq, hər oktava tezlik diapazonu daxilində ani qiymətlərin ehtimal sıxlığının normal paylanmalı akustik küy signalından istifadə

etmək tövsiyə olunur. İstifadə olunan küy generatorlarının texniki imkanlarından asılı olaraq, idarəetmə signalı eyni vaxtda bütün oktava diapazonlarında (175-5600 Hs tezlik diapazonunda) və ya hər bir fərdi diapazonda ardıcıl olaraq verilə bilər. Sınaq müddətini azaltmaq üçün bütün oktava diapazonlarında eyni vaxtda buraxılan sınaq (nəzarət) signalından istifadə etmək tövsiyə olunur.

Oktava zolaqlarının orta həndəsi tezlikləri ilə harmonik (ton signalı) istifadə etməyə də icazə verilir. Bu halda,  $f_{orti}$  və  $f$  tezliklərində nəzarət nöqtəsində ən azı üç ölçmə aparılır. burada  $f_{orti}$  – i-ci oktava zolağının həndəsi orta tezliyi;

$f - f_{orti}$ -nin (10-15)%-ə bərabər tezlik korreksiyası (düzəlişi).

Tədqiq olunan elementlər müxtəlif maneə və arakəsmələr, hava kanalları, mühəndis kommunikasiyaları və s.-dir

Qəbuledici ölçmə kompleksində aşağıdakılar olmalıdır:

- ölçücü mikrofon;
- vibrasiya qəbuledicisi;
- küy səviyyəsini ölçən cihaz;
- həndəsi orta tezlikləri 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hs olan zolaqlı oktava süzgəcləri.

Ölçmə komplekslərində küy səviyyəsini ölçən cihaz əvəzinə spektr analizatorlarından istifadə etmək mümkündür.

Ötürücü ölçmə kompleksində 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hs həndəsi orta tezliklərə malik beş oktava zolağının hər birində küy signalının səviyyəsini müstəqil tənzimləmək qabiliyyətini təmin edən küy generatorlarından istifadə olunur.

Güc gücləndiricisi və akustik şüalandırıcı akustik şüalandırıcıdan 1 m məsafədə yayılan akustik küy signalının ən azı 110 dB səs təzyiqi səviyyəsini təmin etməlidir.

Akustik şüalandırıcı olaraq, 6 dB-dən çox olmayan 175-5600 Hs tezlik diapazonunda səs təzyiqinin qeyri-bərabər tezlik xarakteristikasına malik kiçik ölçülü akustik sistemlərdən istifadə edilmişdir.

Akustoelektrik kanal. Bu kanal texniki vasitələrdə akustoelektrik çevrilmələrin olması səbəbindən yararlıdır. Əgər texniki vasitələrdən kommunikasiya xətləri idarə

olunan məkandan kənara çıxırsa, onda bu halda bu, nitqi informasiyanın sızması üçün kanal ola bilər.

Bu kanalın təhlükəsizliyinin qiymətləndirilməsi, sonuncuda akustoelektrik çevrilmələr səbəbindən texniki vasitələrdə induksiya edilmiş siqnalın səviyyəsini təyin etməyə qədər azaldılır.

Akustoelektrik kanalın parametrlərinin ölçülmə strukturu 1.7.1-ci bölmədə nəzərdən keçirilənə bənzəyir, yeganə fərqlə, tədqiq olunan element akustoelektrik çevrilmələri olan bir cihaz ola bilər. Qəbuledici kompleksdə selektiv mikrovoltmetr və ya spektr analizatoru induksiya edilmiş siqnalın səviyyəsini qeyd etmək üçün bir cihaz kimi xidmət edir.

## **5.2. Hava kanalının eksperimental tədqiqi üçün qurğu**

Yuxarıda qeyd edilənlərə əsasən, qurğunun sxemində standart və qeyri-standard avadanlıqlar dəsti olmalıdır:

Standart avadanlıq aşağıdakılardan ibarətdir:

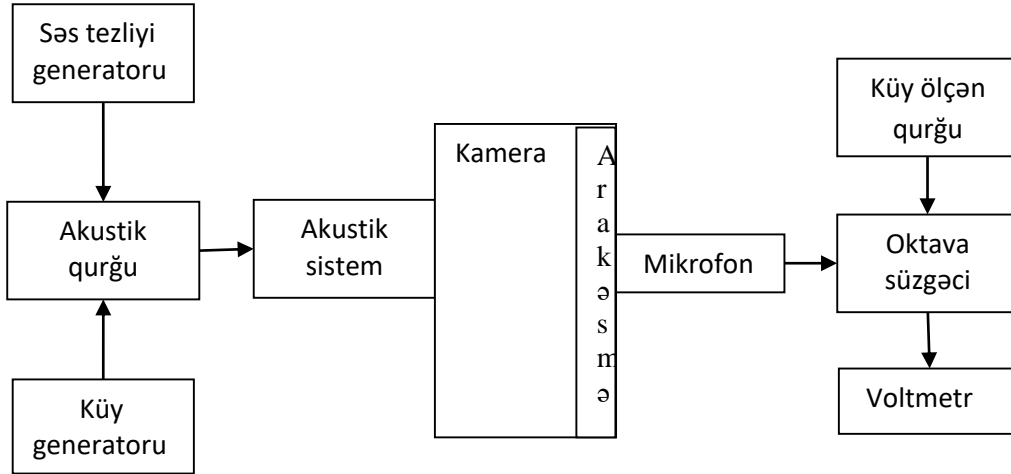
- G4-103 tipli audio tezlik generatoru və ya oxşar xüsusiyyətlərə malik oxşar generator;
- oktava süzgəcləri dəsti ilə 00014 impuls səs səviyyəsini ölçən cihaz;
- kamera daxilində səs təzyiqinin miqyasını təyin etmək və tədqiq olunan cihaza induksiya edilmiş siqnalın miqyasını ölçmək üçün istifadə olunan V6-9 tipli selektiv mikrovoltmetr və ya U2-8 seçici gücləndirici. Belə bir cihaz kimi selektiv nanovoltmetr və ya bir sıra oxşar cihazlardan istifadə edilə bilər;
- aşağı tezlikli küy generatoru;
- ən azı 10 Vt gücündə akustik sistem;
- istənilən növ elektrodinamik iş prinsipinin ölçü mikrofonu;
- vibrasiya çeviricisi.

Qeyri-standard avadanlıqlara aşağıdakılar daxildir:

- akustik qurğu;
- uzlaşdırıcı gücləndirici.

Yuxarıda qeyd edilənlərə əsaslanaraq nitq informasiyanın sızması üçün hava və vibrasiya kanallarının öyrənilməsi üçün qurğunun funksional diaqramı şəkil 2.1-də göstərilmişdir.

İnformasiya sızmasının akustoelektrik kanallarının tədqiqi üçün qurğunun funksional diaqramı şəkil 5.2.1-də göstərilmişdir.



**Şəkil 5.2.1.** İnformasiya sızmasının hava kanalının tədqiqi üçün qurğunun funksional diaqramı

### 5.3. Ekranlanmış səs uducu kameranın elektrik və akustik parametrləri

Ekranlanmış səs uducu materialın əsas parametrlərinə səs vibrasiyalarının udulma dərəcəsi və xarici elektromaqnit sahələrinin tədqiq olunan nümunələrə təsiri ilə əlaqədar ekranlama qabiliyyəti daxildir.

Kamera olaraq ölçüləri 900x1400x1300 mm olan metal kamera götürülmüşdür.

Texniki tapşırığa uyğun olaraq, aşağıdakı şərtlərə cavab verməlidir:

- elektrik və maqnit sahələrinin dəf edilməsi - 20-40 dB;
- səs təzyiqinin dəf edilməsi - 20-40 dB;
- maksimum kamera ölçüləri 1500x1500x1500 mm

Səs uducu material kimi porolon götürülmüşdür. Daha yüksək udma dərəcəsi olan digər səs uducu materiallardan istifadə edilə bilər. Kamera içərisində uducunun düzgün quraşdırılması ilə texniki tapşırığı təmin edən ümumi səs izolyasiya səviyyəsinə nail olmaq mümkündür.

Kameranın elektrik və maqnit sahələrinin qoruyucu effektivliyini hesablamaq üçün aşağıdakı düsturlardan istifadə edirik:

$$E_E = E_{pl} + 20 \lg 0.21 \cdot \frac{\lambda}{R}, \text{ dB} \quad (5.3.1)$$

$$E_M = E_{pl} + 20 \lg 4.21 \cdot \frac{R}{\lambda}, \text{ dB} \quad (5.3.2)$$

burada  $E_E$  və  $E_m$  - elektromaqnit sahəsinin elektrik və maqnit mürəkkəbələri üçün ekranlama effektivliyi;  $E_{pl}$  - yarım fəzanın düşən müstəvi dalğadan sonsuz ekranla qorunma səmərəliliyi;  $\lambda$  - dalğa uzunluğu;  $R$  - ekranın ekvivalent radiusudur;

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot a \cdot b \cdot c}{4 \cdot \pi}} \quad (5.3.3)$$

burada  $a, b, c$  - ekranın xətti ölçüləridir.

Beləliklə:

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 0.9 \cdot 1.4 \cdot 1.3}{4 \cdot \pi}} = 0,74 \text{ m} \quad (5.3.4)$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{10000} = 3 \cdot 10^4 \text{ m} \quad (5.3.5)$$

Ekranlayıcı material kimi qalınlığı 0,5mm olan polad götürürük, onun üçün 10 kHs tezlikdə  $E_{PL} = 150$  dB təşkil edir.

Ekranlama effektivliyi müvafiq olaraq aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$E_E = 225 \text{ dB}; E_M = 72 \text{ dB}$$

Göründüyü kimi, bu materialdan hazırlanmış xətti ölçülü kamera xarici elektromaqnit sahələrini ekranlamaq üçün münasibdir. Səs təzyiqinin və elektromaqnit dalğalarının real sönməsi praktiki şəkildə qiymətləndirilmişdir.

#### 5.4. Nitq informasiyalarının sızması üçün akustoelektrik kanalların tədqiqi

İşin məqsədi nitq signalının tezlik diapazonunda tədqiq olunan qurğunun rabitə xəttində (telefon, yanğın signalizasiya vericisi, xəbərdaredici sistem və s.) yaratdığı signalın səviyyələrini səs təzyiqinin miqyasından asılı olaraq öyrənməkdir.

Tədqiqatlar şəkil 5.2.1-də göstərilən sxemə uyğun aparılır: Test nümunəsini kameranın içərisində quraşdırıb və uzlaşdırıcı gücləndiriciyə (UG) qoşduqdan sonra

ölçmə vasitələrinin V6-9 selektiv mikrovoltmetrini (SM) (selektiv gücləndirici U2-8) kalibrləyirik.

Ölçücü mikrofonu 1 (ÖM1) kalibrləmək üçün  $f = 1$  kHs tezliyində audio tezlik generatoru (AFG) və akustik sahə vericisindən (AFS) istifadə edərək, kameranın daxilində səs təzyiqini 110-120 dBA-ya çatdırırıq və sınaq nümunəsini əqrəbli SM indikatorunun maksimum göstərişi vəziyyətində akustik şüalandırıcıya nəzərən istiqamətləndiririk.;

175-10000 Hs tezlik diapazonunda "ağ küy"ün aşağı tezlikli seqmentini yaratmaq üçün küy generatoru (KG) və DAP istifadə edirik. Bunun üçün DAP-da oktava ekvalayzerindən (OE) istifadə edərək həndəsi orta 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hs tezliklərdə oktavalarda küy səviyyəsini əldə edirik:

$$P = P_{\min} + n^3, \text{ dBA}$$

burada  $P_{\min} - f_{\text{ort}} = 250$  Hs olan oktavada təzyiq;

$n$  - oktavanın sıra nömrəsidir.

Ölçmələr küy ölçən və oktava süzgəcindən (ardıcıl olaraq 250 Hs, 500 Hs, 1 kHs, 2 kHs, 4 kHs, 8 kHs-ə sazlamaqla) istifadə edilməklə aparılır. Ölçmə mərhələsində ölçmə nöqtələrinin sayının müəyyən edilməlidir. Bunun üçün KG və DAP-ı "ağ -küy" parametrlərinə uyğun sazlayırıq;

Yaranmış siqnalın səviyyələrinin "zirvələrini" tapmaq üçün 175-10000 Hs tezlik diapazonunda SM-nin yenidən sazlayırıq. SM girişinin parametrləri dəyişmədən STG-ni qoşub və SM yığım göstəricisinin maksimum oxunmasına nail olmaq üçün tezliyi tənzimləməklə  $f_{pi}$  "zirvələr" tezliyini müəyyən edirik. STG-nin tezliyi axtarılan qiymətdir;

Zirvənin tapılmış tezliyinə nisbətən yenidən quraraq, SM pik tezliyinin solunda və sağında induksiya edilmiş siqnal səviyyəsini minimum qiymətlərini tapır;

induksiya edilmiş siqnalın  $f_{mni}$  və  $f_{mvi}$  minimumlarının tezliklərini təyin edirik. Burada  $f_{mni} - f_p$ -dən aşağı olan minimum qiymətə uyğun gələn tezlik;  $f_{mvi} - f_p$ -dən yuxarı olan minimum qiymətə uyğun tezlikdir.

Çarpmanın tezlik zolağı  $f_i = f_{mvi} - f_{mni}$  tapılır və  $f_i$  qiymətləri sırasından ən kiçiyi seçilir;

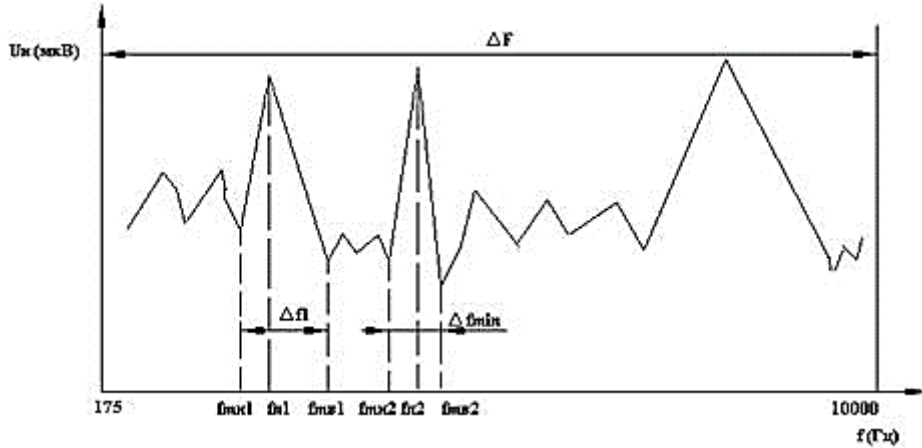
Tezlik analizi nöqtələrinin sayını təyin edirik:

$$n = \frac{\Delta F}{\Delta f_{\min}}$$

burada  $\Delta F = (5600-175)$  Hs analiz zolağıdır.

Analiz nöqtələrinin minimum sayı təhlil edilən spektrin oktava zolaqlarının həndəsi orta qiymətlərinin sayı ilə müəyyən edilir  $n_{\min} = 5$ ;

Bu əməliyyat şəkil 5.4.1-də qrafiki olaraq göstərilmişdir.



**Şəkil 5.4.1.** Ölçmə nöqtələrinin sayının tapılması üçün qrafik təsvir.

STG-ni DAP-a qoşub  $f_1=250$  Hs tezliyinə sazlayırıq; SM-nin vasitəsi ilə  $U_{s+k}$  qiymətinin qeyd olunduğu  $P_{\min}$ -i təyin edirik.

$P = P_{\min} + nP$  təzyiqini dəyişdirərək,

burada  $P = 10$  dBA;  $n = 1, 2, \dots, N$ .

STG-ni  $f_i = f_1 + nf$  tezliyinə sazlayıb, əvvəlki addımları  $f_i$  tezlikləri üçün təkrarlayırıq;

İnduksiya edilmiş siqnal səviyyəsinin  $U_{si}$  qiymətini aşağıdakı düsturla hesablayıb  $U_c(f, P)$  əyriləri ailəsini qurun.

$$U_s = \sqrt{U_{s+k}^2 + U_k^2}$$

Sınaq nümunəsinin quraşdırıldığı yerdə akustik təzyiqin  $P_n$  qiymətləri üçün akustoelektrik çevrilmə əmsalı təyin edirik.

$$\eta_i = \frac{U_{si}}{P_n}$$



Bundan sonra bu əmsalın effektiv qiyməti hesablanır:

$$\eta_e = 1,7 \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta_i}$$

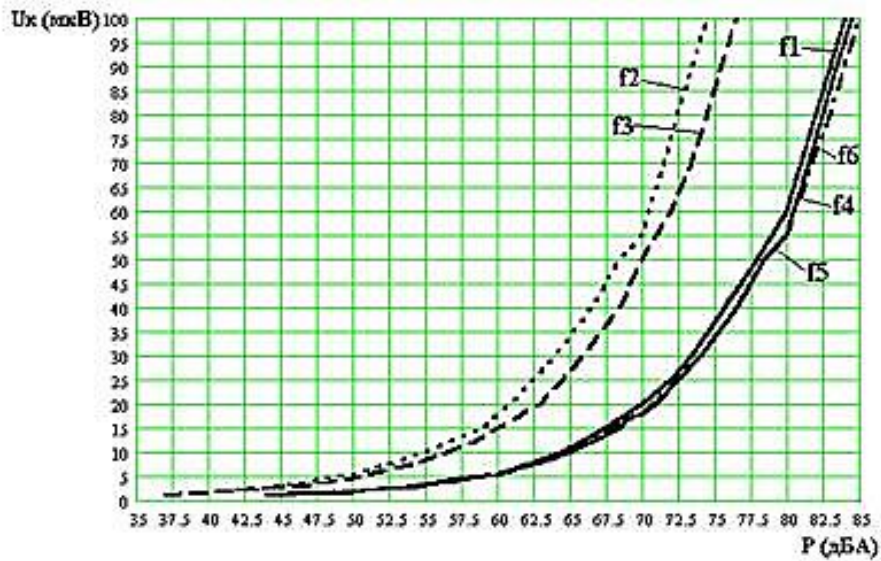
burada n tezlik diapazonunda nəzarət nöqtələrinin sayı; 1.7 - "ehtiyat" əmsalıdır.

Akustik təzyiqinin buraxıla bilən qiymətini ( $P_{bb}$ ) təyin edib,  $P_{bb}(P_n)$  asılılığı qururuq.

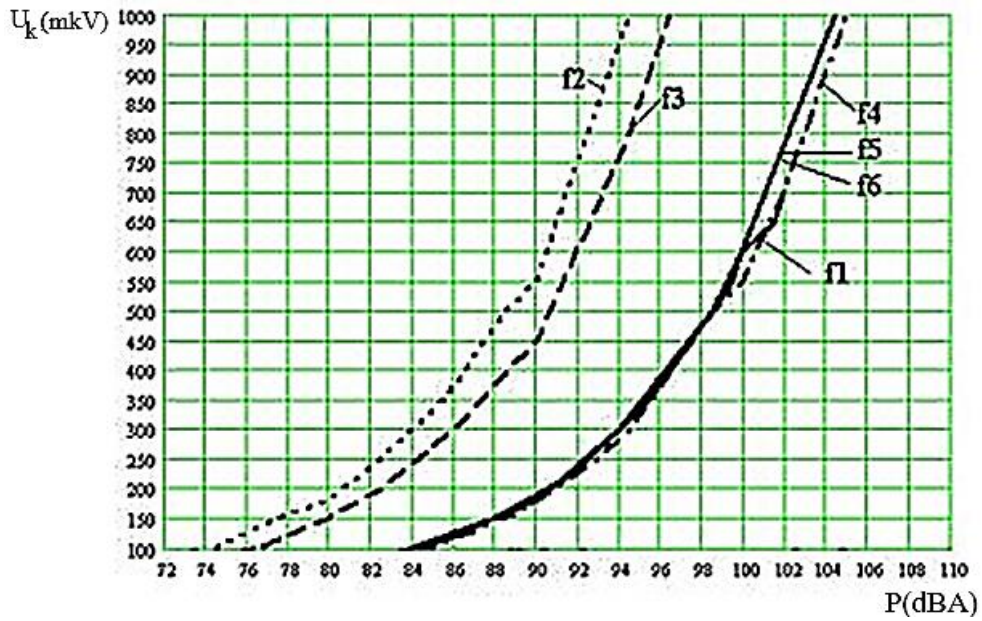
$$P_{bb} = \frac{E_n}{\eta_e}$$

$P_{bb} P_0$  şərti yerinə yetirildikdə kanal təhlükəsizdir.

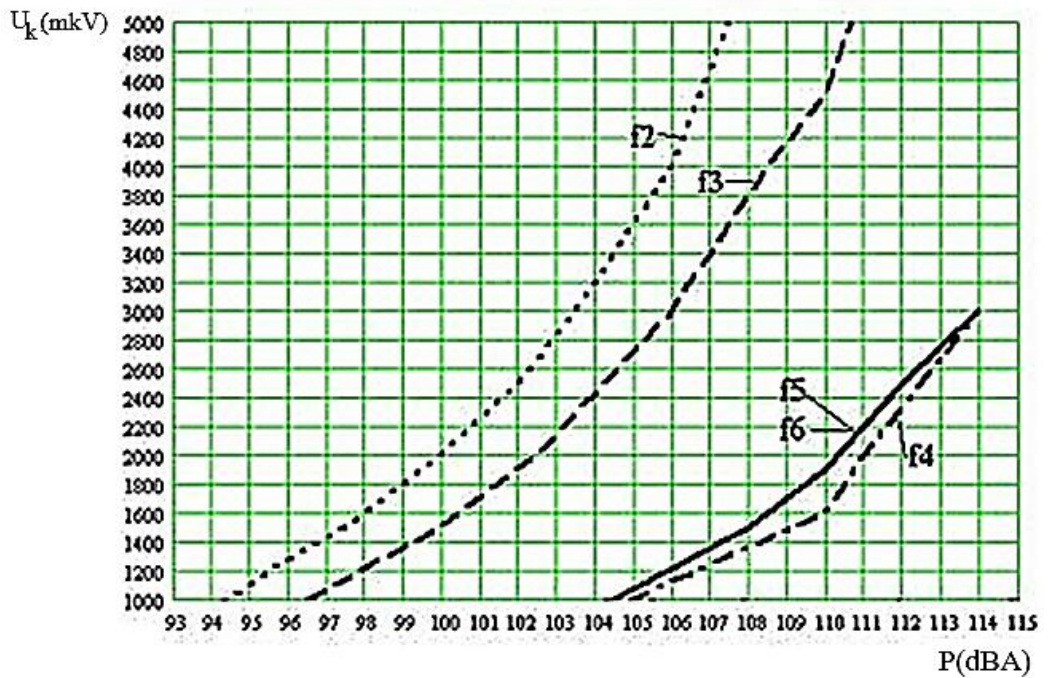
Daha sonra bu informasiya sızması kanalının müdafiə dərəcəsi haqqında müvafiq nəticələr çıxarılır, qeyri-qənaətbəxş nəticələr olduqda mühafizə üsulları təklif edilir. Ölçmə mikrofonunun (ÖM) kalibrənməsi əməliyyatı nəticələrinə uyğun kalibrəlmə əyriləri aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.



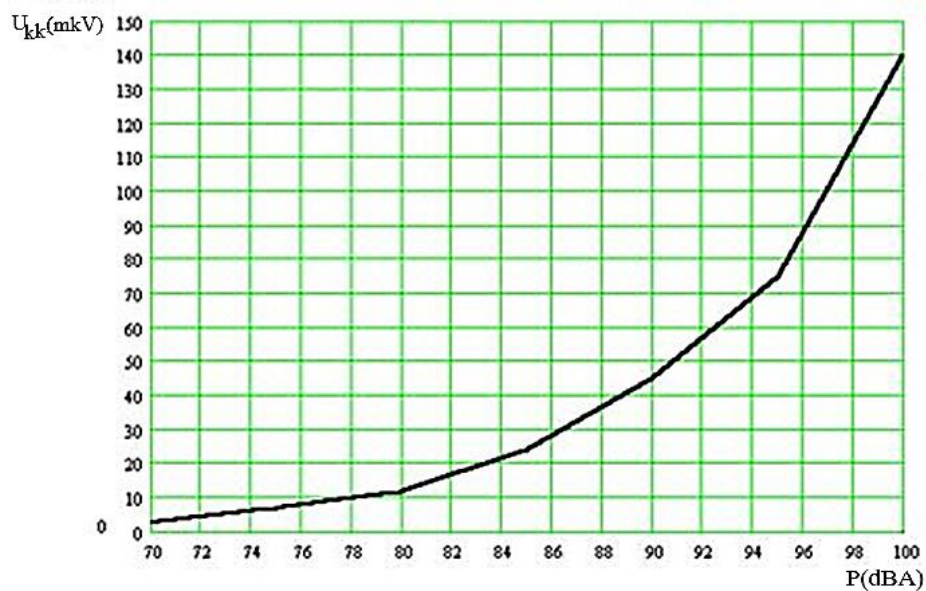
**Şəkil 5.4.2.**  $U_k$  mikrofon gərginliyinin  $f_1=250$ Hz,  $f_2=500$ Hz,  $f_3=1$ kHz,  $f_4=2$ kHz,  $f_5=4$ kHz,  $f_6=8$ kHz ( $U_k=0-100$ mkV) tezlikləri üçün kamera daxilində hazırlanmış səs təzyiqi  $P$ -dən asılılığı



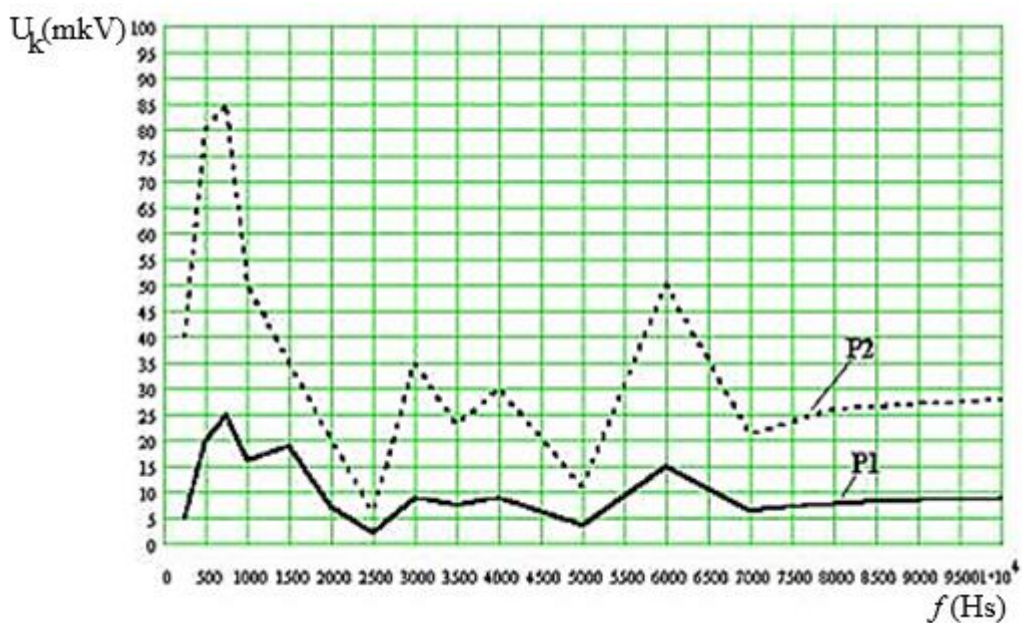
**Şəkil 5.4.2.**  $U_k$  mikrofon gərginliyinin  $f_1=250\text{Hz}$ ,  $f_2=500\text{Hz}$ ,  $f_3=1\text{kHz}$ ,  $f_4=2\text{kHz}$ ,  $f_5=4\text{kHz}$ ,  $f_6=8\text{kHz}$  tezlikləri üçün kamera daxilində hazırlanmış səs təzyiqi  $P$ -dən asılılığı ( $U_k=100\text{-}1000\text{mkV}$ )



**Şəkil 5.4.4.**  $U_k$  mikrofon gərginliyinin  $f_1=250\text{Hz}$ ,  $f_2=500\text{Hz}$ ,  $f_3=1\text{kHz}$ ,  $f_4=2\text{kHz}$ ,  $f_5=4\text{kHz}$ ,  $f_6=8\text{kHz}$  tezlikləri üçün kamera daxilində işlənmiş səs təzyiqi  $P$ -dən asılılığı ( $U_k=1000\text{-}5000\text{mkV}$ ).

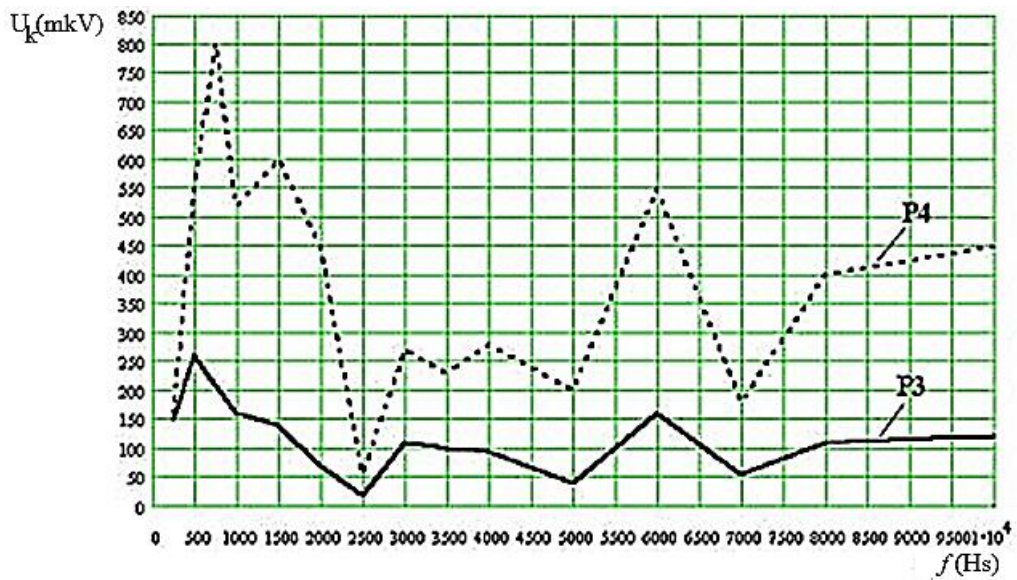


Şəkil 5.4.5.  $U_{kk}$  mikrofon gərginliyinin kameranın daxilində yaranmış P inteqral səs təzyiqi P-dən asılılığı

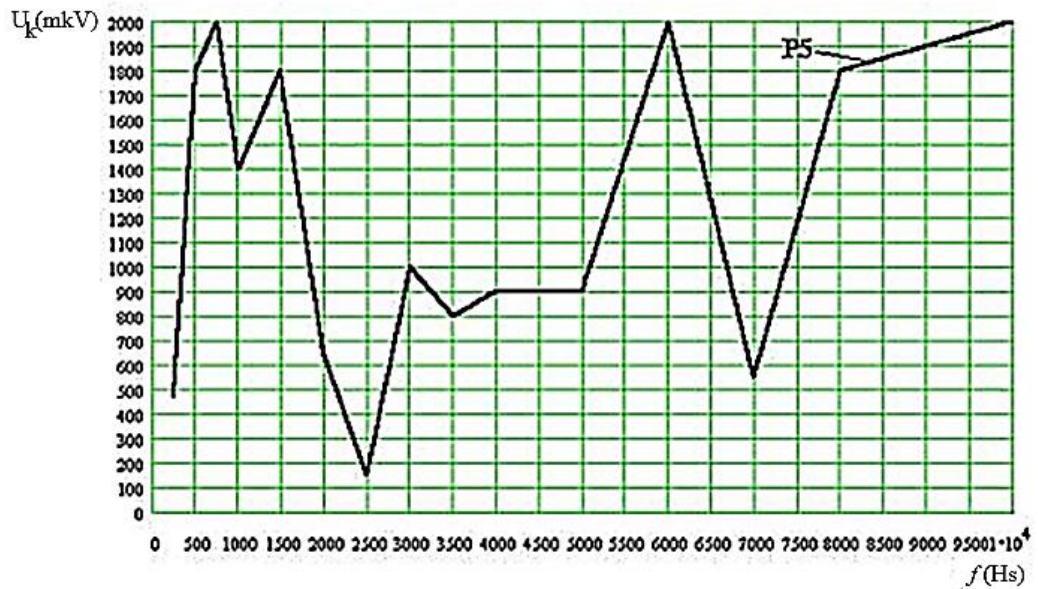


Şəkil 5.4.6. Kameranın daxilində yaradılan  $P_1=60$  dBA,  $P_2=70$  dBA səs təzyiqində  $U_k$  mikrofon gərginliyinin tezlikdən asılılığı





**Şəkil 5.4.7.**  $U_k$  mikrofon gərginliyinin kameranın daxilində yaradılan  $P_3=80$  dBA,  $P_4=90$  dBA səs təzyiqində tezlikdən asılılığı



**Şəkil 5.4.8.** Kameranın daxilində yaradılan  $P_5=100$  dBA səs təzyiqində  $U_k$  mikrofon gərginliyinin tezlikdən asılılığı

### 5.5. Hava kanalının xarici küy mənbəyi istifadə etmədən tədqiqi

Sınaq nümunəsi olaraq, səs keçirməyən izolyasiyalı arakəsmə götürülmüşdür. Analiz oktava diapazonlarında aparılmışdır.

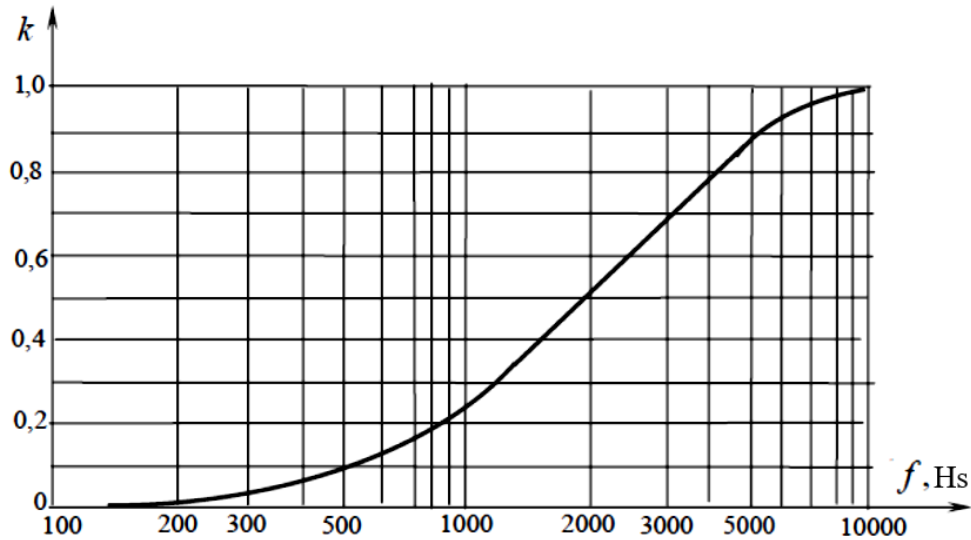
(4.1.2) düsturuna əsasən  $f_{ort} = 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000$  Hz olan oktava diapazonları üçün  $A_i$  formant parametrini hesablayırıq.

$$A_1 = 18,247; A_2 = 13,449; A_3 = 9,887; A_4 = 6,646; A_5 = 4,640; A_5 = 3,397.$$

Hər bir  $i$ -ci tezlik zolağı üçün nitq signalının spektrinin tezlik zolağının yuxarı və aşağı sərhəd tezliklərinin çəki əmsalları arasındakı fərqə bərabər çəki əmsalı  $k_i = k(f_{Bi}) - k(f_{Hi})$  təyin olunur.

$k_i$  çəki əmsalı tezlik zolağında nitq formantlarının olması ehtimalını xarakterizə edir. Çəki əmsalları  $k(f_{Bi})$  və  $k(f_{Hi})$  şəkindəki şəkil -də verilmiş əyri vasitəsi ilə tapılır. və ya aşağıdakı düsturlara əsasən hesablanır:

$$k(f) = \left\{ \begin{array}{l} 2,57 \cdot 10^{-81}, \text{ əgər } 100 < f < 400 \text{ Hz} \\ 1 - 1,074 \exp(-10^{-4} \cdot f^{1,18}), \text{ əgər } 400 < f < 10000 \text{ Hz} \end{array} \right\} \quad (5.5.1)$$



Şəkil 5.4. Formantların paylanması

(5.5.1) düsturlarından istifadə edərək,  $k_i$  zolağının çəki əmsalını hesablayırıq,  $k_1 = 0,027$ ;  $k_2 = 0,114$ ;  $k_3 = 0,211$ ;  $k_4 = 0,307$ ;  $k_5 = 0,258$ ;  $k_6 = 0,066$

Eksperimental tədqiqatlar və hesablamalar cədvəl 5.5.1-də verilmişdir.

Cədvəl 5.5.1

Xarici küy mənbəyindən istifadə etmədən informasiya sızmasının hava kanalının əsas parametrlərinin eksperimental tədqiqi və hesablama nəticələri

| $f_1=250\text{Hz}$      | $f_2=500\text{Hz}$ | $f_3=1\text{kHz}$ | $f_4=2\text{kHz}$ | $f_5=4\text{kHz}$ | $f_6=8\text{kHz}$ |       |       |
|-------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|
| $L_k$ (dBA)             | 44                 | 41                | 33                | 27                | 25                | 25    |       |
| $P1=70$ dBA $DL=15$ dBA | $L(s+k)$ (dBA)     | 45                | 42                | 34                | 28                | 26    | 26    |
|                         | $L_s$ (dBA)        | 38                | 35                | 27                | 21                | 19    | 19    |
|                         | $q$ (dBA)          | -16               | -16               | -16               | -16               | -16   | -16   |
|                         | $r$                | 0,000             | 0,001             | 0,004             | 0,011             | 0,011 | 0,003 |
|                         | $R$                | 0,029             |                   |                   |                   |       |       |
|                         | $W$                | 0,174             |                   |                   |                   |       |       |
| $P1=75$ dBA $DL=10$ dBA | $L(s+k)$ (dBA)     | 46                | 45                | 35                | 30                | 28    | 28    |

|                    |              |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | Ls (dBA)     | 42    | 43    | 31    | 27    | 25    | 25    |
|                    | q (dBA)      | -7    | -3    | -7    | -5    | -5    | -5    |
|                    | r            | 0,001 | 0,010 | 0,019 | 0,056 | 0,054 | 0,014 |
|                    | R            | 0,153 |       |       |       |       |       |
|                    | W            | 0,782 |       |       |       |       |       |
| P1=80 dBA DL=5 dBA | L(s+k) (dBA) | 49    | 50    | 41    | 36    | 32    | 31    |
|                    | Ls (dBA)     | 47    | 49    | 40    | 35    | 31    | 30    |
|                    | q (dBA)      | 3     | 8     | 7     | 8     | 6     | 5     |
|                    | r            | 0,003 | 0,037 | 0,087 | 0,169 | 0,138 | 0,033 |
|                    | R            | 1,448 |       |       |       |       |       |
|                    | W            | 0,979 |       |       |       |       |       |
| P1=85 dBA          | L(s+k) (dBA) | 54    | 57    | 46    | 41    | 38    | 36    |
|                    | Ls (dBA)     | 53    | 57    | 46    | 41    | 38    | 36    |
|                    | q (dBA)      | 9     | 16    | 13    | 14    | 13    | 11    |
|                    | r            | 0,007 | 0,068 | 0,125 | 0,223 | 0,193 | 0,045 |
|                    | R            | 1,654 |       |       |       |       |       |
|                    | W            | 0,993 |       |       |       |       |       |

Nəticələr: Sıqnal-küy nisbətini normalaşdırılmış qiymətlərini -  $q_n = 3\text{dBA}$  və şifahi anlaşılıqlıq  $w_n = 0.5$  qəbul edib, enerji parametrləri baxımından bu kanalın nümunənin olduğu yerdə inteqral 80 dBA səs təzyiqində informasiya sızması kanalı olacağını söyləyə bilərik.

Şifahi anlaşılıqlıq meyarına görə, bu kanal sınaq nümunəsinin quraşdırıldığı yerdə 73 dBA inteqral səs təzyiqi səviyyəsində əlavə qorunma tədbirləri tələb edir.

## 5.6. Hava kanalının xarici küy mənbəyi istifadə etməklə tədqiqi

Təhlil oktava diapazonlarında aparılır.

(4.4.2) düsturuna əsasən  $f_{ort} = 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000$  Hz olan oktava diapazonları üçün  $A_i$  formant parametrini hesablayırıq.

$$A_1 = 18,247; A_2 = 13,449; A_3 = 9,887; A_4 = 6,646; A_5 = 4,640; A_6 = 3,397.$$

(5.5.1) düsturlundan istifadə edərək,  $k_i$ -ci zolağın çəki əmsalını hesablayırıq,  $k_1 = 0,027; k_2 = 0,114; k_3 = 0,211; k_4 = 0,307; k_5 = 0,258; k_6 = 0,066$ .

Eksperimental tədqiqatlar və hesablamalar cədvəl 5.6.1-də verilmişdir.

Cədvəl 5.6.1

Xarici küy mənbəyindən istifadə edərək informasiya sızmasının hava kanalının əsas parametrlərinin eksperimental tədqiqi və hesablama nəticələri

| $f_1=250\text{Hz}$  | $f_2=500\text{Hz}$ | $f_3=1\text{kHz}$ | $f_4=2\text{kHz}$ | $f_5=4\text{kHz}$ | $f_6=8\text{kHz}$ |       |       |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|
| $L_k$ (dBA)         | 62                 | 58                | 55                | 52                | 47                | 45    |       |
| P1=70 dBA DL=15 dBA | L(s+k) (dBA)       | 65                | 60                | 57                | 54                | 49    | 47    |
|                     | Ls (dBA)           | 62                | 56                | 53                | 50                | 45    | 43    |
|                     | q (dBA)            | -15               | -17               | -17               | -17               | -17   | -17   |
|                     | r                  | 0,000             | 0,001             | 0,003             | 0,009             | 0,009 | 0,002 |
|                     | R                  | 0,024             |                   |                   |                   |       |       |
|                     | W                  | 0,140             |                   |                   |                   |       |       |
| P1=75 dBA DL=10 dBA | L(s+k) (dBA)       | 65                | 60                | 57                | 54                | 49    | 47    |
|                     | Ls (dBA)           | 62                | 56                | 53                | 50                | 45    | 43    |
|                     | q (dBA)            | -10               | -12               | -12               | -12               | -12   | -12   |
|                     | r                  | 0,000             | 0,002             | 0,008             | 0,021             | 0,022 | 0,005 |
|                     | R                  | 0,059             |                   |                   |                   |       |       |
|                     | W                  | 0,362             |                   |                   |                   |       |       |
| P1=80 dBA DL=5 dBA  | L(s+k) (dBA)       | 65                | 60                | 57                | 54                | 49    | 47    |
|                     | Ls (dBA)           | 62                | 56                | 53                | 50                | 45    | 43    |
|                     | q (dBA)            | -5                | -7                | -7                | -7                | -7    | -7    |
|                     | r                  | 0,001             | 0,005             | 0,019             | 0,044             | 0,043 | 0,011 |
|                     | R                  | 0,123             |                   |                   |                   |       |       |
|                     | W                  | 0,675             |                   |                   |                   |       |       |
| P1=85 dBA           | L(s+k) (dBA)       | 65                | 60                | 57                | 54                | 49    | 47    |
|                     | Ls (dBA)           | 62                | 56                | 53                | 50                | 45    | 43    |
|                     | q (dBA)            | 0                 | -2                | -2                | -2                | -2    | -2    |
|                     | r                  | 0,002             | 0,012             | 0,037             | 0,077             | 0,074 | 0,019 |
|                     | R                  | 0,221             |                   |                   |                   |       |       |
|                     | W                  | 0,878             |                   |                   |                   |       |       |
| P1=90 dBA           | L(s+k) (dBA)       | 70                | 65                | 62                | 60                | 53    | 50    |
|                     | Ls (dBA)           | 69                | 64                | 61                | 59                | 52    | 48    |
|                     | q (dBA)            | 7                 | 6                 | 6                 | 7                 | 5     | 3     |
|                     | r                  | 0,006             | 0,031             | 0,081             | 0,159             | 0,130 | 0,029 |
|                     | R                  | 0,436             |                   |                   |                   |       |       |
|                     | W                  | 0,975             |                   |                   |                   |       |       |

Cədvəl 5.6.2

Səs təzyiqinin buraxıla bilən qiymətinin telefon aparatının quraşdırıldığı yerində yaranan səs təzyiqinin qiymətindən asılılığı

| Uk<br>(mkV) | P1min=60dBA   |             | P2=70dBA      |             | P3=80dBA      |             | P4=90dBA      |             | P5=100dBA     |             |
|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|             | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) |

|                       |     |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
|-----------------------|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|
| f <sub>1</sub> =250Hz | 100 | 100 | 0  | 100 | 0  | 100 | 0  | 110 | 45  | 150 |
| f <sub>2</sub> =500Hz | 8   | 15  | 12 | 27  | 26 | 85  | 85 | 240 | 240 | 850 |
| f <sub>3</sub> =1kHz  | 12  | 15  | 0  | 27  | 24 | 75  | 74 | 230 | 230 | 730 |
| f <sub>4</sub> =2kHz  | 20  | 20  | 0  | 20  | 0  | 23  | 11 | 45  | 40  | 140 |
| f <sub>5</sub> =4kHz  | 40  | 40  | 0  | 40  | 0  | 40  | 0  | 55  | 37  | 110 |
| f <sub>6</sub> =8kHz  | 8   | 8   | 0  | 8   | 0  | 20  | 18 | 70  | 69  | 230 |

Cədvəl 5.6.3

Buraxıla bilən səs təzyiqinin 5 ГДШ tipli elektrodinamik səsucaldanın quraşdırıldığı yerdə yaradılmış səs təzyiqindən asılılığı

| U <sub>k</sub><br>(mkV) | P1min=60dBA   |             | P2=70dBA      |             | P3=80dBA      |             | P4=90dBA      |             | P5=100dBA     |             |
|-------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|                         | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) | Us+k<br>(mkV) | Us<br>(mkV) |
| f <sub>1</sub> = 250Hz  | 1             | 70          | 70            | 120         | 120           | 550         | 550           | 1100        | 1100          | 3500        |
| f <sub>2</sub> = 500Hz  | 0,3           | 30          | 30            | 80          | 80            | 250         | 250           | 650         | 650           | 2500        |
| f <sub>3</sub> = 1kHz   | 0,3           | 20          | 20            | 60          | 60            | 180         | 180           | 600         | 600           | 1800        |
| f <sub>4</sub> = 2kHz   | 0,3           | 18          | 18            | 55          | 55            | 160         | 160           | 550         | 550           | 1700        |
| f <sub>5</sub> = 4kHz   | 0,3           | 3,5         | 3,5           | 10          | 10            | 35          | 35            | 100         | 100           | 300         |
| f <sub>6</sub> = 8kHz   | 0,3           | 2,3         | 2,3           | 7,5         | 7,5           | 24          | 24            | 80          | 80            | 240         |

Nəticələr: Normativ qiymətləri nəzərə alaraq deyə bilərik ki, bu kanal həm enerji parametrləri, həm də şifahi nitqin başa düşülməsi baxımından daha təhlükəsizdir. Beləliklə, bu kanalın maskalanma xüsusiyyətlərinin xarici küy səviyyəsinin artması ilə yaxşılaşdığı qənaətinə gəlmək olar.



## NƏTİCƏLƏR

Bu tədqiqatlar zamanı aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

Nitqi informasiyanın sızmasının akustik, vibrasiya və akustik-elektrik kanallarının tədqiqi üçün sızmadan müdafiəsi qurğusunun funksional sxemi işlənmişdir.

Küy generatoru, ilkin, aralıq güc gücləndiriciləri və oktava süzgəclərindən ibarət akustik sahə qurğusunun funksional və prinsipial sxemi hazırlanmışdır. Hava kanalının xarici küy mənbəyi istifadə etməklə və etməməklə tədqiqi üçün nitq məlumatının sızmasının akustik, vibrasiya və akustoelektrik kanallarının tədqiqi ardıcılığı işlənib hazırlanmış, arakəsmələrdə nitqi informasiyanın sızmasının akustik və vibrasiya kanallarının eksperimental tədqiqatları aparılmışdır.

Siqnal-küy nisbətinin normalaşdırılmış qiymətlərini nəzərə alınmaqla müəyyən edilmişdir ki, enerji parametrləri baxımından bu kanalın nümunənin olduğu yerdə inteqral səs təzyiqində informasiya sızması kanalı olacağı barədə mülahizə yürütmək olar.

Normativ qiymətləri nəzərə alaraq göstərilmişdir ki, bu kanal həm enerji parametrləri, həm də şifahi nitqin başa düşülməsi baxımından daha təhlükəsizdir. Beləliklə, bu kanalın maskalanma xüsusiyyətlərinin xarici küy səviyyəsinin artması ilə yaxşılaşdığı qənaətinə gəlmək olar.

## İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYATIN SİYAHISI

1. Astley R.J. Propulsion System Noise: Turbomachinery. Encyclopedia of Aerospace Engineering, by John Wiley & Sons, 2010.
2. Eldredge J.D., Shoeybi M., Bodony D.J., Numerical investigation of the acoustic behavior of a multi-perforated liner. AIAA. Paper, 2007, 3683.
3. Hageman S. White noise source flat from 1Hz to 100kHz. EDN. 2013. September 12.
4. Rienstra S.W., Hirschberg A. An Introduction to Acoustics, Eindhoven University of Technology, 2012.
5. Аверченков, В.И. Разработка системы технической защиты информации: учеб. пособие / В.И. Аверченков, М.Ю. Рытов, А.В. Кувыклин, Т.Р. Гайнулин. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 187 с.
6. Анализ и маскирование речи. Учебное пособие. – М.: МГТУ, 2006. – 58 с.
7. Бузов Г.А. Защита от утечки информации по техническим каналам / Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В. – М.: Горячая линия - Телеком, 2002. – 414с.
8. Воронин М.Я., Горбачев А.П., Карманов И.Н. Электротехника и электроника. – Новосибирск: СГГА, 2010.
9. Дворянкин С.В. Эксперименты по восстановлению искаженной шумами речи //Управление безопасностью, 2004. №1. с. 42–46.
10. Зайцев А.П., Мещеряков Р.В., Шелупанов А.А. Технические средства и методы защиты информации. Учебник для вузов/А.П. Зайцев, А.А. Шелупанов, Р.В. Мещеряков. 7-е изд., испр. – М.: Горячая линия–Телеком, 2012. – 442 с: ил.
11. Каменева Е.В. Защита от утечки информации по техническим каналам: методические указания / Е.В. Каменева; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2019.
12. Каторин Ю.Ф., Защита информации техническими средствами: учебное пособие / под редакцией Ю.Ф. Каторин, А.В. Разумовский, А.И. Спивак. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 416 с.

13. Кондратьев А.В. Организация и содержание работ по выявлению и оценке основных видов ТКУИ, защита информации от утечки: Справочное пособие. М.: МАСКОМ, 2011.
14. Контроль защищенности речевой информации в помещениях. – М.: НИЯУ МИФИ, 2014. – 248 с.
15. Основы микроэлектроники, Королева Л.В., Петрова Е.Б., 2016.
16. Рембовский А.М., Выявление технических каналов утечки информации / А.М. Рембовский– М.: Вестник МГТУ, 2003. – 270 с.
17. Рентюк В. Низкочастотный генератор шума. Компоненты и Технологии, № 9 '2014, -с.160-162.
18. Сидорин Ю.С. Технические средства защиты информации / Сидорин Ю.С. – СПб.: Политехнический университет, 2005. – 109 с.
19. Соколов А.И. Технические средства защиты информации: технические каналы утечки информации: учеб. пособие / А.И. Соколов, М.Ю. Монахов; Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 71 с.
20. Соколов, А.И. Технические средства защиты информации: технические каналы утечки информации: учеб. пособие / А. И. Соколов, М. Ю. Монахов; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 71 с.
21. Солодкий В.С., Тимофеев В.А. Технические средства защиты информации с ограниченным доступом [Текст]: Монография. - Харьков: ХНУРЭ, 2013.- 228 с.
22. Теоретические основы защиты информации от утечки по акустическим каналам [Текст]: учеб. пособие / Ю.А. Гатчин, А.П. Карпик, К.О. Ткачев, К.Н. Чиков, В.Б. Шлишевский. – Новосибирск: СГГА, 2008. – 194 с.
23. Технические средства и методы защиты информации: Учебник для вузов / Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р.В. и др.; под ред. А.П. Зайцева и А.А. Шелупанова. – М.: ООО «Издательство Машиностроение», 2009, – 508 с.
24. Титов А.А. Технические средства защиты информации: учебное пособие для студентов специальностей «Организация и технология защиты информации»

и «Комплексная защита объектов информатизации». – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2010. – 77 с.

25. Торокин, А.А. Инженерно-техническая защита информации: учеб. пособие для вузов / А.А. Торокин. - М.: Гелиос АРВ, 2005. - 960 с.

26. Хорев А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие: В 3-х т. Т. 1: Технические каналы утечки информации – М.: НПЦ «Аналитика», 2010. – 436 с.

27. Хорев А.А., Царев Н.В. Способ и алгоритм формирования речеподобной помехи. Вестник ВГУ, Серия: Системный Анализ и Информационные Технологии, 2017, № 1, с.57-67.

28. Цымбалова А.А. Разработка модели распределения и использования ресурсов, выделяемых на защиту информации: учебник для вузов/А.А. Цымбалова – М.: 2011 – 290 с.

29. Штеренлихт, Д.В. Электротехника и основы электроники: Учебное пособие / Д.В. Штеренлихт. - СПб.: Лань П, 2016

30. Ярочкин В.И. Информационная безопасность: Учебник для студентов вузов. — М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2-е изд. - 2004. -544 с.