

Ələkbərov R.Q.¹, Ağayev B.S.²

^{1,2}AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

¹t.direktor_muavini@iit.science.az, ²depart6@iit.science.az

ƏTRAF MÜHİTİN AKUSTİK KÜY ÇİRKƏNMƏSİ: PROBLEMLƏR VƏ HƏLLƏR

Daxil olmuşdur: 20.11.2019. Düzəliş olunmuşdur: 25.12.2019. Qəbul olunmuşdur: 30.12.2019.

Məqalə ətraf mühitin akustik küy çirklənməsi problemlərinə və həlli yollarının araşdırılmasına həsr edilmişdir. Bu problemlərin həllinin aktuallığı və qlobal əhəmiyyəti BMT-nin dünyanın gələcək dayanıqlı inkişafı və ekoloji problemlərin həllinə aid “Dayanıqlı inkişaf konsepsiyası”-na və digər nüfuzlu təşkilatların hesabatlarına istinad edilərək əsaslandırılır. Xüsusilə, akustik küy çirklənməsinin ətraf mühit və insan sağlamlığı üçün yaratdığı potensial təhlükələrin şərhinə xüsusi diqqət yetirilir. Akustik küyün təhlükəsizlik amilinə əsaslanan təsnifatı təklif edilmişdir. Küyün fiziki mahiyyəti, insan sağlamlığı üçün yaratdığı potensial təhlükələr, küy parametrlərinin normalaşdırılması problemləri və normaları, küylə bağlı münasibətləri tənzimləyən beynəlxalq, regional və milli qanunvericilik aktlarının əsas müddəalarının müqayisəli təhlilinin qısa şərhini verilmiş, küy monitorinqi prosesi, küy parametrlərinin ölçülməsi və hesablanması texnikası, monitorinq nəticələrindən istifadə etməklə ərazinin küy xəritələrinin tərtib edilməsi metodikası araşdırılmışdır. Respublikamızın ekoloji hüquq sferasında akustik küyün idarə edilməsi məsələlərinə aid qanunvericilik bazasının formalaşdırılması aktuallığı əsaslandırılır. Bakı şəhərinin bəzi obyektlərində küy çirklənməsi vəziyyətinin müəyyənləşdirilməsi istiqamətində aparılmış ilkin monitorinqin nəticələri haqqında qısa məlumat verilir. Bu məqsədlə monitorinq sistemlərinin IoT texnologiyaları bazasında yaradılmasının daha məqsədəuyğun olması əsaslandırılmışdır.

Məqalənin hazırlanmasında mövzu üzrə problemlərin və onların həll yollarının elmi analizi, nəticələrin ümumiləşdirilməsi (sintezi) və sistemli yanaşma metod və metodologiyalarından istifadə edilmişdir.

Tədqiqat nəticələrindən diskomfort küy zonalarının aşkarlanması məqsədilə akustik küy monitorinqinin aparılmasında, monitorinq nəticələrinə əsasən ərazinin küy xəritələrinin tərtib edilməsində, ətrafın küy çirklənməsinin azaldılması üçün müvafiq mühafizə tədbirlərinin həyata keçirilməsi işində istifadə etmək olar.

Açar sözlər: küy çirklənməsi, küy xəstəlikləri, küydən mühafizə, küy monitorinqi, küy xəritələri.

Giriş

Hal-hazırda bəşəriyyəti narahat edən qlobal problemlərdən biri də ekologiya problemləridir. Qlobal istiləşmə, bioloji müxtəlifliyin kəskin azalması, münbit torpaqların eroziyası və səhrələşmə və s. proseslərlə yanaşı ətraf mühitin çirklənməsi də mühüm ekoloji problemlərdən biri hesab edilir. Ətraf mühitin çirklənməsi dedikdə atmosferin, suyun çirklənməsi, radioaktiv və elektromaqnit şüalarla, tullantıların çirklənməsi ilə yanaşı akustik küy çirklənməsi də (ing. *noise pollution*) nəzərdə tutulur.

Birləşmiş Millətlər Təşkilatının dünyanın gələcək dayanıqlı inkişafı və ekoloji problemlərin həllinə aid Ümumdünya Sammitlərində (Strasburq-1987, Cenevrə-1992, Yohannesburq-2002) qəbul edilmiş “Dayanıqlı İnkişaf Konsepsiyası”nda qeyd edilir ki, dünyanın gələcək inkişafı həmçinin ekoloji problemlərin necə həll olunmasından asılı olacaqdır. Bu sənədlərdə insanların gündəlik fəaliyyəti nəticəsində yaranan akustik küy (küy çirklənməsi) ətraf mühitə ziyanlı təsir göstərən amillərdən biri kimi qeyd edilir.

Son bir neçə onilliklər ərzində urbanizasiya prosesinin güclənməsi, texnologiyaların sürətli inkişafı, xüsusilə nəqliyyat vasitələrinin sayının kəskin artması, insan fəaliyyətinin intensivləşməsi və s. amillər küy çirklənməsi coğrafiyasının genişlənməsinə, küy səviyyəsinin yüksəlməsinə, küy

təsirindən yaranan xəstəliklərin və digər arzuolunmaz halların artmasına səbəb olmuşdur. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı, Avropa Ətraf Mühit Agentliyi, ABŞ-ın Əmək və Sağlamlığı Mühafizə Milli İnstitutu və s. kimi bir sıra beynəlxalq və regional təşkilatların qiymətləndirməsinə görə, insan sağlamlığı və ətraf mühitə ziyanlı təsirinə görə küy çirklənməsi atmosfer çirklənməsindən sonra ikincidir [1, 2, 3].

Küy çirklənməsi şəhər mühitində geniş yayılmış və insanların sağlamlığına, psixoloji durumuna təsir edir. Belə ki, küy çirklənməsi bir sıra ciddi xəstəliklərin yaranmasına bilavasitə səbəb olur və ya onların yaranması üçün əlverişli zəmin yaradır. Ona görə də, ətraf mühitin küy vəziyyətinin öyrənilməsi və qiymətləndirilməsi, insan sağlamlığının izafi küy təsirindən qorunması məqsədilə idarəedici qərarların qəbulu və müvafiq mühafizə tədbirlərinin həyata keçirilməsi nöqtəyi-nəzərindən aktual və mühüm əhəmiyyətə malik məsələlərdəndir. Bu səbəbdən bir çox ölkələr ətraf mühitin küy çirklənməsini ciddi ekoloji problem kimi qəbul edir, onun idarə olunmasını beynəlxalq və milli qanunvericilik əsasında tənzimləyirlər. Ətraf mühitin küy çirklənməsi vəziyyətinə nəzarət və vəziyyətin qiymətləndirilməsi küy monitoring sistemlərinin yaradılması yolu ilə həyata keçirilir.

Sübut olunmuşdur ki, uzunmüddətli səs-küylü şərait insanlarda emosional vəziyyətin pisləşməsinə, stresslərə, iş qabiliyyətinin, əmək məhsuldarlığının, iş keyfiyyətinin və təhlükəsizliyinin azalmasına və bir sıra xəstəliklərin yaranmasına səbəb olur. Hesablanmışdır ki, yüksək dəqiqlik tələb edilən işlərdə səs səviyyəsinin normadan (45 db) 70-80 dB-dək artması ilə əmək məhsuldarlığı orta hesabla 20% azalır. Son illər problem daha da kəskinləşmiş və diskomfort küy zonalarının əhatə dairəsi xeyli genişlənmişdir. Məsələn, hazırda Avropa İttifaqında (Aİ) əhalinin 80%-i diskomfort küy zonası ilə əhatə olunub. ÜST-nin məlumatına görə son 10 ildə dünyanın iri şəhərlərində küy səviyyəsi 40% yüksəlib və bu artım dinamikası müsbətdir [1]. Ona görə də bir çox inkişaf etmiş ölkələr küy problemləri üzrə tədqiqatların aparılmasına, əhalinin küydən mühafizə tədbirlərinə xüsusi diqqət ayırır. Məsələn, son illər Aİ təkcə küydən mühafizə tədbirlərinə ümummilli daxili məhsulunun 1-2%-ni (50 mld. avro) xərcləyir [2].

Rusiya Federasiyasında (RF) aparılmış tədqiqatlara görə ölkənin müxtəlif regionlarında əhalinin 30%-dən 50%-ə qədəri norma həddindən artıq akustik küy çirklənməsinin təsiri altındadır, yəni təxminən 40-50 mln. nəfər küyə məruz qalır. RF-in iri şəhərlərində vətəndaşların orta hesabla 50%-dən çoxu yüksək akustik çirklənmə sahələrində yaşayır. Son 10-15 ildə şəhərlərdə əhaliyə təsir edən küy səviyyəsi demək olar ki, 1,5 dəfə artıb və bu da problemi xüsusilə kəskinləşdirir [4]. Moskva şəhəri ərazisinin 70%-i küy çirklənməsinə məruz qalır [5].

Azərbaycana aid statistik məlumatlar olmasa da ilkin araşdırmalar göstərir ki, respublikamızın iri şəhər və rayonlarının ərazilərində də küylə çirklənmə zonaları mövcuddur.

Akustik küy haqqında qısa şərh

Texniki ədəbiyyatda, yanaşma aspektlərindən asılı olaraq, akustik küy çirklənməsinə müxtəlif təriflər verilir. Fiziki mahiyyət baxımından küy “bərk, maye və qaz halında olan kütlələrdə mexaniki rəqslər nəticəsində yaranmış müxtəlif tezlik və intensivlikli səslərin nizamsız birləşməsidir”. Lakin küy problemi ilə bağlı nəzəri və praktiki tədqiqat işlərində, o cümlədən beynəlxalq standartlarda bir qayda olaraq akustik küy “antropogen mənşəli arzu olunmayan və ziyanlı səs” kimi qiymətləndirilir. Burada “ziyanlı səs” dedikdə yaranma yerində intensivliyi normativ sənədlərlə müəyyənləşdirilmiş həddən böyük olan səslər – nitq, musiqi, hərəkət edən cisimlərin, təbiət hadisələrinin yaratdığı səslər və s. başa düşülür.

Səs və küy anlayışı insanın eşitmə hissləri (duyğusu) ilə bağlıdır. Eşitmə hissi qaz, maye və ya bərk mühitdə yayılan və insanın eşitmə orqanlarına təsir edən mexaniki rəqsləri əks etdirən elastik mühitin rəqsləri ilə yaranır. Bu prosesdə yalnız (20 Hs - 20 kHs) tezlik diapazonunda olan və eşitmə həddindən (eşidilən ən zəif səsin səviyyəsi) daha yüksək təzyiq yaradan rəqslər səs kimi qavranır. Mühitin rəqslərinin eşitmə diapazonundan aşağıda və yuxarıda yerləşən tezlikləri uyğun olaraq infrasəs və ultrasəs adlanır və insanın eşitmə hissləri ilə əlaqəli deyil və mühitin səs yaratmayan

fiziki təsirləri kimi qəbul edilir. Eşidilən səslərin qulaq aparatında standart eşitmə həddindəki (aşağı hədd) intensivliyi $I_o = 10^{-12} \text{ Vt} / \text{m}^2$, ağır hissi yaradan yuxarı həddi isə $I_{max} = 1 \text{ Vt} / \text{m}^2$ -ə uyğundur.

Hələ keçən əsrin ortalarında sübut edilmişdir ki, insan qulağının rəqsləri səs kimi qavraması səs intensivliyinin $I_{max}/I_o=10^{12}$ intervalında dəyişmələri kimi mütləq qiymətlərdə deyil, səs parametrlərinin (səs təzyiqi, intensivliyi, ucalığı və s.) cari qiymətinin müvafiq eşitmə həddinə nisbətinin onluq loqarifmik qiymətlərdə dəyişməsi kimi qavrayır (səsin Weber-Feçner psixi-akustik qanunu). Bu, səsi qavrama prosesinin psixofiziki qanunauyğunluğu kimi qəbul edilir və bərabər intensivliyə və ya səs təzyiqinə malik səslərin fərqli tezliklərdə fərqli səs ucalığı kimi qavranması ilə izah olunur.

Texniki ədəbiyyatda akustik küyün müxtəlif amillərə əsaslanan fərqli təsnifat sxemləri mövcuddur. Müəlliflər məqalənin məqsədləri üçün MDB məkanında uyğun standartlarla təsbit edilmiş küyün təhlükəsizlik amilinə əsaslanan təsnifatını daha məqsədəuyğun hesab edir [6]:

- tezlik intervallarına görə:
 - aşağı tezliklər (1-250 Hs): eşidilməyən aşağı tezliklər zolağı (infrasəs): 0-20 Hs və eşidilən aşağı tezliklər zolağı: 20-250 Hs;
 - orta tezliklər: 250-8000 Hs;
 - yüksək tezliklər: eşidilən yüksək tezliklər zolağı: 8000-16000 Hs və eşidilməyən yüksək tezliklər zolağı >16000 Hs;
- tezlik spektrinə görə: tonal (birtezlilikli) və çoxtezlikli (genişzolaqlı);
- zaman xarakteristikasına görə:
 - sabit (ölçmə müddətində səviyyəsi 5 dB-dən artıq dəyişmir);
 - qeyri-sabit: kəsilməz dəyişən, kəsilən dəyişən (təsir müddəti 1 saniyədən böyük zaman fasilələri ilə dəyişən) və impuls dəyişən (1 saniyə müddətində bir və daha çox səs impulsları).

ГОСТ Р 53187-2008 görə [7] əsas küy mənbələri hərəkətli və stasionar olmaqla iki qrupa bölünür. Burada hərəkətli küy mənbələri dedikdə avtomobil yolu, rels, hava və su nəqliyyatı vasitələri, stasionar dedikdə isə sənaye və s. sahə müəssisələrinin mühəndis avadanlıqları, məişət avadanlıqları və s. nəzərdə tutulur. Nəqliyyat vasitələrinin hər bir növü öz küy xarakteristikalarına görə alt qruplara bölünür. Bu vasitələrin hər birinin ölçülmüş inteqral küy qiymətindəki payı onların küy generasiya xarakteristikaları əsasında müəyyənləşdirilmiş xüsusi əmsallarla nəzərə alınır.

Mənbələrin generasiya etdiyi səs-küy səviyyələrinin və digər parametrlərinin dəyişmə intervalı böyükdür və ölçmə müddətində hər biri geniş həddə dəyişə bilər. Məsələn, normal (sakit) danışmaq 40-45 dB, çox ucadan danışmaq 50-60 dB, avtomobil nəqliyyatı 50-100 dB, dəmir yol nəqliyyatı 50-90 dB, enmə-qalxma zamanı təyyarələr 90-120 dB, televizor – orta gücdə 60-70 dB, diskoteka 150-160 dB səs təzyiqi səviyyəsi generasiya edir. İnsan üçün 120 dB qulaqda ağır yaradan, 200 dB küy öldürücü səviyyə hesab edilir.

Akustik küy normaları haqqında

Mənbələrin yaratdığı küyün ətraf mühitə təsirini qiymətləndirmək məqsədilə küy normalarını müəyyənləşdirən normativ sənədlər qəbul edilmişdir. Küyün normalaşdırılmasında məqsəd onun zərərli təsirinin qarşısını almaq üçün eşitmənin pisləşməsinə (pozulmasına), “küy xəstəlikləri” adlandırılan sağlamlığın patoloji hallarının yaranmasına və əmək fəaliyyətinin səmərəliliyinin azalmasına səbəb olan küy səviyyələrini müəyyənləşdirməkdir.

Sanitar normalar və qaydalar СНиП 23-03-2003-ə görə insana birbaşa və ya dolay yolla ziyanlı və xoşagəlməz təsiri olmayan, onun əmək fəaliyyətini azaltmayan, sağlamlığı və əhval-ruhiyyəsinə təsir göstərməyən küy səviyyəsi icazə verilən səviyyə sayılır [8].

Küyə həssaslıq yaşdan, cinsdən, sağlamlıq vəziyyətindən, cari psixofiziki vəziyyətdən, bəzi milli mental xüsusiyyətlərdən, ətraf mühit şəraitindən (havanın temperaturu və nəmliyi, yağıntı, küləyin sürəti və qulağa nisbətən istiqaməti və s.) və s. asılı olduğu üçün normalar ən həssas fərdlərin audiometrik reaksiyaları nəzərə alınmaqla müəyyənləşdirilir. Sanitar-gigiyenik

normalaşdırma eyni zamanda küyün intensivliyini, spektral tərkibini, təsir müddəti və dozasını tənzimləməklə yanaşı onun mənfi təsirlərindən qorunması üçün normativ mühafizə qaydalarını da müəyyənləşdirir. Cədvəl 1-də bəzi ərazilər üçün sabit və qeyri-sabit küyün normalaşdırılan bəzi parametrləri və onların yol verilən hədləri (standart oktava zolaqlarında) nümunə kimi aşağıda göstərilmişdir [8].

Cədvəl 1.

Bəzi ərazilər üçün sabit və qeyri-sabit küyün normaları

Küy sahəsi	Günün vaxtı	Sabit küy üçün								Qeyri-sabit küy üçün	
		Orta həndəsi tezlikli (Hs) 1/2 oktava zolaqlarında səs təzyiqinin səviyyələri, L_p, dB								Səs səviy. L_A və ekv. səs səviy.	Maks. səs səviy.
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$L_{A.ekv.}, dBA$	$L_{A.max}, dBA$
Binaların (mənzillərin) yaşayış otaqları	Gündüz	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	Gecə	55	44	31	29	25	22	20	18	30	45
Yaşayış binalarına, məktəbəqədər, ümumi və digər təhsil müəssisələrinə, kitabxanalara bilavasitə bitişik ərazilər	Gündüz	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	Gecə	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
İstehsal yerlərində və müəssisələrin ərazisində daimi iş yerlərində işlərin yerinə yetirilməsi	Gündüz və gecə	95	87	82	78	75	73	71	69	80	-

Qeyd etmək lazımdır ki, MDB məkanında bəzi küy parametrləri üzrə qəbul edilmiş normalarla beynəlxalq normalar, eləcə də normaların müəyyənləşdirilməsində istifadə edilən metodik qaydalar arasında kifayət qədər böyük fərqlər var.

Akustik küyün ətraf mühitə və insan orqanizminə təsiri haqqında

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi insanların küy mühiti normativ göstəricilərdən yüksək olan şəraitdə olması bilavasitə bir sıra ciddi xəstəliklərin əmələ gəlməsinə səbəb ola bilər və ya bu potologiyaların baş verməsi üçün əlverişli zəmin yaradar.

İnsan orqanizminə səs-küyün zərərli təsirinə təzahürləri çox fərqlidir. Bu ilk növbədə qulağın müxtəlif tezliklərdə subyektiv qavrama hissəsinin (həssaslığının), fərdlərin küyə həssaslığının və dözümlülüyünün geniş həddə fərqli olması ilə əlaqədardır. Gündəlik həyat şəraitində insanlar əsasən 0-8000 Hs tezlikli səslərin təsirinə məruz qalır. Bu zolaq daxilində qəbul edilən səsin intensivliyini dəyişməz saxlayıb tezliyini artırıdınca qulağın həssaslığının da əhəmiyyətli dərəcədə artdığını müşahidə edirik. 1000-4000 Hs tezlik diapazonunda qulaq ən

yüksək həssaslığa malikdir və təxminən sabit hesab etmək olar. 4000 Hs tezlikdən sonrakı diapazonda qulaq həssaslığı yenidən tədricən azalır və ultrasəs tezliklərdən başlayaraq qulağın həssaslığı sifirə enir, yəni səslər eşidilməz olur.

Tibbi statistika göstərir ki, son illərdə pis eşitmə peşə xəstəliklərinin strukturunda aparıcı yer tutur və artım tendensiyasına malikdir. ÜST-nin Avropa Regional Mərkəzinin məlumatına görə Aİ-də, bilavasitə küydən ildə 16 min nəfər ölür və 72 min hospitalizasiya edilir. 1 mln. nəfərin digər xəstəliklərinin əsas səbəblərindən biri küydür. Hazırda intensiv küy səbəbindən dünyada 500 mln. insanda eşitmə qüsuru var və müsbət dinamikası proqnozlaşdırılır [1].

İnfrasəs, eşidilən və ultrasəs diapazonlarına aid küyün insan orqanizminə təsir xüsusiyyətləri müxtəlifdir.

Eşidilən diapazona aid yüksək intensivlikli (80 dBA-dan yuxarı) sabit və qeyri-sabit (tonal və ya genişzolaqlı) səs-küyün insana uzunmüddətli təsiri eşitmə qabiliyyətinin tam və ya qismən itirilməsinə səbəb olur. Küyün təsir müddəti və intensivliyindən asılı olaraq eşitmə orqanlarının həssaslığının az və ya çox dərəcədə azalması baş verir ki, bu da eşitmə həddinin müvəqqəti yüksəlməsi ilə müşahidə olunur ("eşitmənin təbii azalması amili"). Bu hal küyün təsiri bitdikdən sonra yox olur – eşitmə dərəcəsi əvvəlki vəziyyətinə qayıdır. Uzunmüddətli və (və ya) yüksək intensivlikli küy isə eşitmə həddinin bərdəfəlik dəyişikliyi ilə xarakterizə olunan "eşitmənin dönməz itkisi" adlanan karlıq halını yaradır. Lakin bir çox hallarda güclü küy şəraiti karlıqdan əvvəl bir sıra qeyri-infeksiyon qulaq aparatı xəstəliklərinin: tinnitus – mövcud olmayan səslərin eşidilməsi; hiperakuziya – səsin olduğundan daha yüksək səviyyədə qavranması və s. xəstəliklərin yaranmasına səbəb ola bilər [9].

Digər tərəfdən güclü səs-küy hipertoniya ürək xəstəliyi, koronar kardioskleroz, stenokardiya, miokard infarktı və s. xəstəliklərin yaranma riskini artırır [3, 10]. Burada qeyd edilir ki, 80 dBA-dək səviyyəsinin eşitmə orqanı üçün 100% təhlükəsiz olmasına baxmayaraq küyün 64 dBA-dan 77 dBA-ya qədər yüksəlməsi infeksiyon xəstəliklərin tezliyini 3 dəfə artırır ki, bu da orqanizmin immunitetinin azalması ilə izah edilir.

Sübut olunmuşdur ki, 1-20 Hs zolaqlı ultrasəs rəqslərinin insanlara təsiri xüsusilə təhlükəlidir. Bu siqnallar digər zolaqlardakı siqnallardan fərqli olaraq insanın eşitmə aparatından daha çox onun digər orqanlarına və funksional sistemlərinə, məsələn, mərkəzi və vegetativ sinir sistemində, qan dövranı və tənəffüs orqanlarına təsir göstərir. Burada ultrasəsin təsiri onun kiçik sönmə əmsalına malik olması səbəbindən havada maneələri aşaraq böyük məsafələri qət etməsi, başlıcası isə bu tezlik diapazonunun daxili orqanların infrasəs diapazonuna uyğun gələn tezliklərdə fasiləsiz vibrasiya etməsidir. İnsan bədəni mexaniki xüsusiyyətləri fərqli olan toxuma parçalarının birləşmələrindən ibarət olduğu üçün bu parçaların məxsusi vibrasiya tezliyi mənbənin infrasəs tezliyinə bərabər olarsa orqanların rezonans halına keçib daha böyük xətti rəqslərinə səbəb ola bilər. Bu mexaniki gərginlik toxumaların birləşmə sərhədlərində ayrılmasına, qan damarlarının zədələnməsinə (qanaxmalara) və digər fəsadlara, o cümlədən ölümə səbəb ola bilər [11].

Ultrasəs rəqslərinin yüksək dozası isə dərialtı toxuma və hüceyrələri güclü isitməklə dəri, göz və beyin xəstəliklərinə səbəb ola bilər. Müəyyən dozada müayinə və müalicəvi məqsədlərlə istifadə edilir, məsələn, ultrasəs diaqnostikasında.

Akustik küydən mühafizə tədbirləri haqqında

Göründüyü kimi normadan artıq küy dozası bir sıra ciddi xəstəliklərin yaranmasına səbəb ola bilər. Ona görə də küydən istər kollektiv mühafizə vasitələrinin (KMV), istərsə də fərdi mühafizə vasitələrinin (FMV) tətbiqi üzrə tədbirlərin həyata keçirilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

KMV-in tətbiqi akustik-tikinti, arxitektur-planlaşdırma və şəhərsalma layihə sənədlərində nəzərdə tutulur və təşkilatı-texniki tədbirlərlə həyata keçirilir. İstifadədə olan infrastrukturda isə küy təsirinin azaldılmasının ən effektiv üsulları kimi a) mənbələrin şüalandırdığı səs dalğaları intensivliyinin (gücünün) azaldılmasından, b) küyün mühafizə olunan obyekt istiqamətində yayılma yolunda səs intensivliyini azaldan vasitələrdən (maneələrdən) istifadə edilir.

Ərazinin mövcud küy vəziyyəti və küy proqnozu haqqında texniki sənədləri ərazi-planlaşdırma üzrə layihə sənədləri paketinin mühüm tərkib hissələrindən birini təşkil edir.

Ətrafın küy səviyyəsini KMV ilə azaltmaq (normallaşdırmaq) mümkün olmadıqda FMV tətbiq edilir. FMV-in tətbiqində məqsəd insan orqanizmində səs-küyə ən həssas orqan olan qulağı, eləcə də sinir sistemini qorumaqdır. FMV-lərə antiküy tıxacları, qulaqlıqlar, şlemlər, kaska, dəbilqələr, xüsusi kostyumlar və s. daxildir.

Akustik küyə aid qanunvericilik haqqında

Akustik küylə bağlı münasibətlər beynəlxalq, regional və milli hüquqi normativ və texniki normativ aktlarla tənzimlənir. Küyün müxtəlif məsələlərinə aid çoxlu sayda müxtəlif statuslu normativ sənədlər qəbul edilmişdir ki, bunların sırasında beynəlxalq təşkilatların, Aİ-nin, ABŞ-ın, RF-in və bir sıra digər ölkələrin hazırladığı sənədlər var [1-3, 12-15].

Aİ-də küylə bağlı münasibətləri tənzimləyən və 28 üzv ölkə üçün ümumi olan 300-dən çox normativ sənədlər qəbul olunmuşdur. Üzv dövlətlərdən hər birinin sahə üzrə öz milli qanunvericilik bazası da mövcuddur və onlar planlı şəkildə İttifaq üçün ümumi olan sənədlərə keçid edirlər. Qeyd edilməlidir ki, inkişaf etmiş ölkələrdə gecə vaxtının (23.00-7.00) küy çirklənməsi məsələlərinə xüsusi ciddiliklə yanaşılır. Bu diqqət ÜST-nin “sağlamlıq” termininə verdiyi elmi əsaslandırılmış tərif və akustik küyün sağlamlığa təsiri ilə bağlıdır. Bu tərifə görə sağlamlıq hər bir insanın fiziki, ruhi və sosial cəhətdən rifah halıdır və ən yüksək sağlamlıq halı onun fundamental hüquqlarından biridir. ÜST belə hesab edir ki, ətraf mühitin küy çirklənməsi insanın labüd ehtiyacları sırasında olan bioloji yuxusunu pozmaqla müxtəlif xəstəliklər və digər neqativ təzahürlər formasında onun sağlamlığı və rifahı üçün təhlükə yarada bilər. Ona görə də bu ölkələrdə gecə küyü ilə bağlı münasibətlər ən yüksək statuslu normativ sənədlərlə tənzimlənir [1, 16,17].

RF-də akustik küylə bağlı münasibətlər 30-dan çox normativ texniki aktlarla (dövlət və sahə standartları, sanitar normalar və qaydalar, qərarlar, təlimatlar, texniki tələblər, və s.) tənzimlənir, lakin indiyədək hüquqi statuslu Qanun qəbul edilməyib. Bu aktlar əsas etibarilə küy idarəçiliyinin əsas məsələlərini əhatə edən dövlətin ümumi standart tələblərindən (ГОСТ – DÜST) və sanitar norma və qaydalardan (СНиП, СН) ibarətdir. Bunların əksəriyyəti keçmiş sovetlər dövründə qəbul edilmiş sənədlərdir. Lakin RF-də həmin sənədlərdən bəzilərinin təkmilləşdirilmiş yeni milli variantları (“P” indeksli) da işlənmişdir [6, 7, 8, 18-22].

“Ətraf mühitin mühafizəsi haqqında AR Qanunu”nun (1999) 31 maddəsinin 1-ci bəndinə görə səs-küy ətraf mühitin keyfiyyət normativlərinin əsas göstəricilərinə zərərli təsir göstərən fiziki amillərə aid edilir.

Ölkəmizin ekoloji hüquq qanunvericiliyində bilavasitə küylə bağlı yeganə normativ sənəd Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 8 iyul 2008-ci il, 796 sayılı Fərmanı ilə qəbul edilmiş “Səs-küy çirklənmələri normaları haqqında” normativ texniki aktdır [23] ki, bu da hal-hazırda RF-də istifadə edilən və 1996-cı ildə qəbul edilmiş küy normaları və qaydaları haqqındakı CH2.2.4/2.1.8.562-96 sənədinin [15] bir hissəsinin tərcüməsidir. Lakin respublikamızda da bu günədək akustik küy idarəçiliyinə aid hüquqi statuslu Qanun qəbul edilməyib.

Bakı şəhərinin bəzi obyektlərində (sahələrində) tərəfimizdən aparılan ilkin monitoring nəticələri göstərir ki, bir çox obyektlərdə küy səviyyəsi yuxarıda qeyd edilən sənədin normalarını ciddi şəkildə pozur və heç bir mühafizə tədbirləri aparılmır. Məsələn, köhnə tip metro qatarlarının daxilində maksimal səs təzyiqi səviyyəsi 90 dB (norma 75 dB), mərkəzi küçələrdə avtomobil nəqliyyatının küyü 95 dB (norma 80 dB), şadlıq saraylarında 95 dB (norma 70 dB), məktəb binasından standart ölçmə uzaqlığında 70 dB (norma 55 dB), Baku Steel Company zavodunun bəzi sahələrində 100 dB-dir (norma 80 dB). Norma artıqlığının hər 6 dB-sinin iki dəfə artıq səs ucalığı yaratdığını nəzərə alsaq həmin sahələr güclü diskomfort küy zonaları – sağlamlıq üçün potensial təhlükə zonaları kimi qəbul edilməlidir.

Küy monitorinqi sistemlərinin arxitektura-texnoloji əsasları haqqında

Təbii mühit və antropogen təsirlərin xarakteri haqqında obyektiv məlumatların əldə edilməsi üçün ətraf mühitin küy vəziyyəti daimi müşahidə və nəzarətdə saxlanılmalıdır ki, bu da monitorinq sistemləri vasitəsilə həyata keçirilir. Ətraf təbii mühitin monitorinqi onun vəziyyətinin – baş verən təbii hadisələrin, çirklənmələrin, bu çirklənmələrin qiymətləndirilməsinin və proqnozunun davamlı kompleks müşahidələridir. Ətraf mühitin ekoloji monitorinqi ilk növbədə, insanın olduğu mühitin ekoloji şəraitinin fasiləsiz qiymətləndirilməsi, ekoloji həyatın hədəf göstəricilərinin əldə olunmadığı hallarda müvafiq tədbirlərinin müəyyən edilməsi üçün zəmin yaradır. Ətraf mühitin akustik küy monitorinqi ekoloji monitorinqin bir növüdür və vibrasiya, elektromaqnit, radiasiya və s. fiziki amillərə müşahidələrin aparılmasını nəzərdə tutan baza (fon) monitorinqi qrupuna daxildir.

Ekoloji monitorinqin əsas məqsədi ekoloji təhlükəsizlik haqqında idarəetmə orqanlarını (sistemini) vaxtında və etibarlı məlumatlarla təmin etmək, ətraf mühitin mühafizəsinə aid müəyyən layihələrin, müqavilələrin və s. informasiya ilə təmin edilməsinə yönəltməkdir.

Monitorinq sistemlərinin əsas funksiyalarına aşağıdakılar daxildir:

- monitorinqin əhatə dairəsindəki ərazidə akustik küy səviyyələrinin ölçülməsi, ölçü verilənlərinin qəbulu, toplanması, arxivləşdirilməsi və emalı;
- faktiki küy səviyyələrinin normativ qiymətlərlə müqayisəsi və vəziyyətin qiymətləndirilməsi;
- monitorinq nəticələrinin vizuallaşdırılması məqsədilə sahələrin (iri şəhərlərdə bütün ərazinin) küy xəritələrinin işlənməsi;
- ayrı-ayrı küy mənbələrinin aşkarlanması və onların ərazinin küy vəziyyətinə təsirinin qiymətləndirilməsi;
- tədqiq sahəsindəki küy vəziyyətinin dinamikasının müəyyənləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması;
- küy çirklənməsinin azaldılması istiqamətində tədbirlər planının hazırlanması.

Akustik küyün idarə edilməsinə aid əsas beynəlxalq normativ sənəd kimi Avropa Şurası Parlamentinin qəbul etdiyi 2002/49/EC [13] Direktiv qəbul olunur. Bu sənədə görə əhalisi 100 mindən artıq olan yaşayış məntəqələrinin bütün ərazisi üzrə küy monitorinqi aparılmalı və küy vəziyyətinin ən azı gündüz və gecə dövrləri üçün küy xəritələri hazırlanmalıdır. Qeyd edək ki, Aİ-nin üzv ölkələrinin əksəriyyətində bu tələb əhalisi 250 mindən çox olan şəhərlərdə 2006-cı ilədək, 100 mindən çox olan şəhərlərdə isə 2012-ci ilədək yerinə yetirilib (bəzi ölkələr üçün vaxt limitinə güzəştlər edilir).

Direktivin tələblərinə görə monitorinq sistemlərində küy vəziyyətinin qiymətləndirilməsi üçün minimal ölçü və hesablama həcmi aşağıdakıları əhatə etməlidir:

- sabit küy üçün: orta həndəsi tezlikli (H_s) 1/2 və ya 1/3 oktava zolaqlarında səs təzyiqinin səviyyələri L_p , dB;
- qeyri-sabit küy üçün: səs səviyyəsi LA, dBA; ekvivalent səs səviyyəsi LA.eq, dBA və maksimal səs səviyyəsi LA.max, dBA;
- hesablanan parametrlər: L_{day} (gündüz vaxtının orta küy səviyyəsi), $L_{evening}$ (axşam vaxtının orta küy səviyyəsi), L_{night} (gecə vaxtının orta küy səviyyəsi), L_{den} (sutkalıq orta küy səviyyəsi); bu parametrlərin qısa və uzunmüddətli proqnoz qiymətləri və küy dozası.

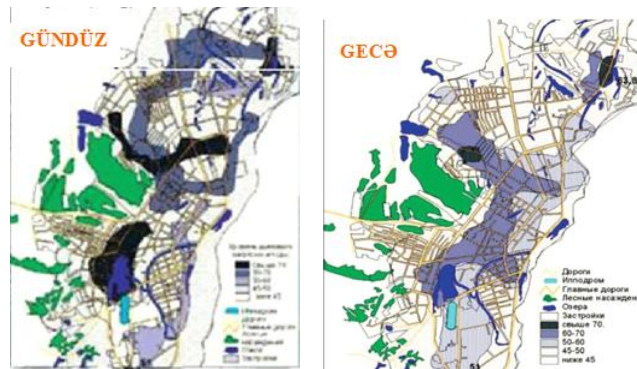
Nəticələrin dəqiqliyinin (keyfiyyətinin) yüksəldilməsi məqsədilə daha bir sıra ölçmə və hesablamalar, digər əlaqəli prosedurlar aparılıb ölçülmüş qiymətlərdə müvafiq əmsallarla korreksiya aparılmalıdır:

- ölçmə ərazisinin atmosfer şəraiti haqqında verilənlər: havanın temperaturu, təzyiqi və nəmliyi, küləyin sürəti və mikrofona görə təsir bucağı (ölçmə yolu ilə);
- digər amillərin (məsələn, nəqliyyatın tipi, trafikə intensivliyi, ərazinin relyef xüsusiyyətləri və s.) təsiri və s.

Ölçmələr mikrofonlar (ölçmə nöqtələri) bir-birindən 50 metrədən uzaq olmamaq şərtilə bütün ərazini əhatə etməli və sutka ərzində 5 dəqiqədən bir gündüz (7.00-19.00), axşam (19.00-23.00) və gecə (23.00-7.00) saatlarında fasiləsiz olaraq aparılmalı, hər bir ölçüdə ölçmə nöqtələrinin koordinatları qeyd edilməli, yuxarıda qeyd edilən meteoroloji vəziyyətin verilənləri və digər amillərin təsirini nəzərə alan müvafiq əmsallarla korreksiya aparılmalıdır. Daha sonra, 24 saat ərzində günün hər üç dövrü üçün ölçmələrin orta qiymətinə görə sutkalıq orta küy səviyyəsi (L_{den}) hesablanmalıdır. Bu proses parametrlərin hər biri üzrə hər fəslin hər ayının istirahət günlərindən biri daxil olmaqla iki günü ərzində, təkrarlanıb ərazinin küy xəritəsinin tərtib edilməsi məqsədilə illik orta qiymətlər müəyyənəndirilməli və ya müvafiq metodika üzrə proqnostik (yarım illik, illik) hesablamalar aparılmalıdır.

Göründüyü kimi küy monitorinqi prosesi mürəkkəb prosedur qaydalarla böyük həcmdə ölçmə və hesablamaların yerinə yetirilməsini tələb edir. Küyə həssas obyektlər üçün (xəstəxanalar, təhsil müəssisələri, qocalar evləri və s.) monitorinq prosesi daha mürəkkəb prosedur qaydaların və daha böyük həcmli hesablamaların aparılmasını tələb edir. Nümunə üçün qeyd edək ki, məsələn, əsas küy mənbələrinə malik 300 min əhalisi olan şəhərin cəmi bir tip küy xəritəsinə (bütün mənbələrin ekvivalent səs səviyyəsini L_{Aeq} – inteqral küy çirklənməsini əks etdirən xəritə) tərtib etmək üçün 1 milyona yaxın ölçü və hesablama aparmaq lazımdır [23,24]. Halbuki, dünya standartlarına görə ərazinin küy çirklənməsi vəziyyətinin müəyyənəndirilməsi məqsədilə aparılmış monitorinq nəticələrinə görə 5 müxtəlif məqsədli küy xəritəsi, minimal sayda iki – gündüz və gecə vaxtlarının xəritələri tərtib edilməlidir. Gündüzə aid küy xəritəsi əsasən küyün insanların əmək fəaliyyətinə, gecə xəritəsi isə insanların yuxusuna təsirini aşkarlamalıdır.

Küy xəritələri monitorinq verilənlərinin müəyyən metodika üzrə emal edilmiş məlumatları (3 db-dən az fərqlə təkrarlanan ölçülərin, ölçü səpmələrinin filtrasiyası, eyni səs-küy səviyyəli nöqtələr üzrə klasterləşdirmə və s.) əsasında hazırlanır. Bu məqsədlə qrup verilənləri ərazinin xüsusi hazırlanmış fiziki xəritəsi üzərində izoxətlərlə (küy səviyyəsi bərabər olan nöqtələri birləşdirən xətt) əhatələnən sahələrlə əks etdirilir. Sahələrin vizual fərqliliyi müxtəlif rənglərdən, eyni rəngin çalarlarından istifadə etməklə və s. üsullarla gücləndirilir (şəkil 1).



Şəkil 1. Ərazinin gündüz və gecə vaxtlarına aid küy xəritələrinə nümunə

Sonradan küy xəritələrindəki diskomfort küy sahələrinin yaranma səbəbləri analiz edilir, aidiyyəti orqanlar üçün hesabatlar, küydən mühafizə tədbirləri planları və onların tətbiqi üzrə təkliflər işlənir. Məsələn, tutaq ki, xəstəxana ətrafı ərazidə aparılmış küy monitorinqi nəqliyyat vasitələrinin normadan artıq küy çirklənməsi vəziyyəti yaratdığını aşkarlamışdır: ekvivalent səs səviyyəsi $L_{A,ekv}$, dBA parametrlərinin sutka üzrə orta cəbri qiymətləri – gündüz 65 (norma 55), gecə 55 (norma 45) kimidir.

Bu halda küydən mühafizə məqsədi ilə a) mənbələrin səs intensivliyinin azaldılması (nəqliyyatın sürət həddinə məhdudiyətlərin qoyulması və ya ağır yüklü maşınların hərəkətinin qadağan edilməsi, gecə saatlarında yolun bağlanması) və s., b) xəstəxana istiqamətində yayılma yolunda küyün intensivliyini azaldan vasitələrdən istifadə edilməsi (yol kənarında ekranların

quraşdırılması, sıx cərgəli ağacların əkilməsi, xəstəxana divarlarının səsuducu tikinti materialları ilə üzlənməsi və s.) tədbirlər kompleksinin həyata keçirilməsi üzrə tövsiyələr hazırlanıb aidiyyəti orqanlara təqdim edilməlidir. Kritik vəziyyətdə yolun kənarlaşdırılmasına və ya xəstəxananın köçürülməsinə məsələnin yeganə həll variantı kimi baxıla bilər.

Hal-hazırda inkişaf etmiş ölkələrdə küy monitorinqi 2002/49/EC Direktivi, ISO 1966-1. I hissə [25] və ISO 1966-2 II hissələrin [26] son redaksiyası və s. sənədlərin, MDB məkanında iş monitorinqin ölçü parametrləri və onların normaları [8, 18], ölçmə, hesablama və xəritələmə metodikası, nəticələrin qiymətləndirilməsi [7, 20], ölçmələr üçün tezliklər sırasının seçilməsi [22], küyölçənlərin və ölçmə rejimlərinin seçilməsi işə [21] standartlarının tələblərinə görə aparılır.

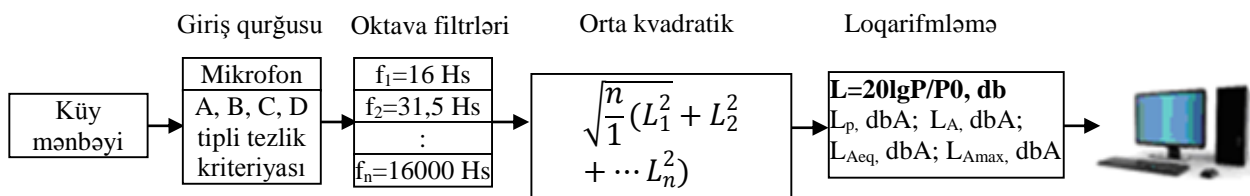
Akustik küyün monitorinqi sistemlərinin texniki realizasiyası üsulları

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi küy monitorinqi prosesi böyük həcmdə ölçmə və hesablamaların yerinə yetirilməsini tələb edir. Aydın ki, bu həcmdə işi adi qaydada, yəni prosesi lazımi səviyyədə avtomatlaşdırmadan yerinə yetirmək böyük vaxt, işçi və s. resurslar tələb edir. Ona görə də son bir neçə onilliklər ərzində monitorinq prosesinin təkamülü avtomatlaşdırma səviyyəsini yüksəldən yeni texnika və texnologiyaların, metodların yaradılması ilə xarakterizə olunur [27]. Bu müddət ərzində mikrofonun konstruksiyası təkmilləşdirilmiş, ölçü cihazları mobiləşdirilmiş və yaddaş elementi ilə təmin edilmiş, qida mənbəyinin yükü artırılmış, avadanlıq dəsti bir konstruksiyada birləşdirilmiş, ölçmə metodikası sadələşdirilmiş, monitorinq prosesinin bir sıra prosedur qaydalarının icrası üçün proqram məhsulları işlənmişdir. Hal-hazırda ölçmələri və verilənlərin emalı prosesini həyata keçirən geniş funksional imkanlara malik portativ küyölçənlər geniş yayılmışdır.

Son illər Əşyaların İnterneti texnologiyaları (*IoT*) əsasında kiçik ölçülü sensorların şəbəkə arxitekturasından istifadə etməklə ərazinin küy vəziyyəti haqqında məlumatları toplayıb internet şəbəkəsi vasitəsilə emal mərkəzinə (istifadəçiyə) ötürən küy monitorinq sistemləri yaradılmışdır. Bu sistemlərin bəzilərində sensorların vericilərindən alınan küy parametrlərinin ilkin emalı prosesi “ağıllı” sensorların özündə aparılır, ölçü qiyməti, ölçmə vaxtı və ölçmə nöqtələrinin koordinatları informasiya paketi formatında istifadəçiyə ötürülür.

İstənilən küy monitorinqi sistemlərinin əsas funksional tərkibini küyölçənlər təşkil edir. Küyölçən mikrofon vasitəsilə ətraf mühitin səs rəqslərinin təzyiqini elektrik siqnallarına çevirir, gücləndirir, amplitud-tezlik xarakteristikasını qulağın qəbuletmə xüsusiyyətinə uyğunlaşdırmaq məqsədilə ölçü qiymətlərinə A, B, C, D tipli korreksiyalar edir, lazımi səs filtrlərindən keçirilərək ölçülən küy parametrdən asılı olaraq müvafiq formula üzrə loqorifmalayıb yaddaşında toplayır. Toplanmış verilənlər kompüterə (istifadəçiyə) ötürülür və təyinatı üzrə emal edilir (şəkil 2).

Əsas funksiyası ətraf mühitin küy vəziyyətinin qiymətləndirilməsi olan küyölçənlərin (küyemtrlər) digər məqsədlər üçün nəzərdə tutulan xüsusişdirilmiş təyinatlı funksional həll variantları da var: küy analizatorları, küy dozimetrləri, audiometrlər və s.:



Şəkil 2. Küyölçənlərin funksional strukturu

- küy analizatorları ölçülən küyün tezlik tərkiblərinin intensivliklərini spektrin 1/2 və ya 1/3 oktavalı tezlik zolaqlarında qiymətləndirir və vizualizasiya edir;
- küy dozimetrləri obyektə (sahədə) mənbələrin şüalandırdığı inteqral küy dozasını qiymətləndirir;

- audiometrlər audiometrik müayinələrin – insanın eşitmə xüsusiyyətlərinin, o cümlədən patoloji halların aşkarlanması üçün nəzərdə tutulan tibbi diaqnostik cihazdır.

Hal-hazırda ilkin ölçmələrin filtrasiyası, klasterləşdirilməsi, xəritələmə üçün hazırlanması və s. əməliyyatları avtomatlaşdıran proqramlarla təchiz edilmiş rəqəmsal küyölçənlərdən daha geniş istifadə edilir. Bu məqsədlə MDB məkanında NL-42/NL52, JTS-1357, DT-805, AR-814 küyölçənlərindən, SoundPLan, ExNoise, Эколог-Шум, ArcGIS, NX-42FT, NX-52FT, NoiseTracer, ArcView proqramlarından daha geniş istifadə edilir.

Nəticə

Məqalədə ətraf mühitin akustik küy çirklənməsi vəziyyətinin qiymətləndirilməsi probleminin aktuallığı və əhəmiyyəti əsaslandırılmışdır. Küyün fiziki mahiyyəti, insan sağlamlığı üçün yaratdığı potensial təhlükələr, küy parametrlərinin normalaşdırılması problemləri və normaları, küylə bağlı münasibətləri tənzimləyən beynəlxalq, regional və milli qanunvericilik bazaları və onların bəzi əsas müddələrinin müqayisəli təhlili və s. məsələlərin qısa şərhi verilmişdir. Ekoloji hüquq sahəsinə aid qanunvericilik sənədlərinin araşdırılması nəticəsində müəlliflər belə qənaətə gəlmişlər ki, respublikamızda bu günədək küylə bağlı münasibətləri tənzimləyən milli normativ hüquqi və normativ texniki aktlar bazası formalaşdırılmamışdır. Küy monitorinqi prosesi, küy parametrlərinin ölçülməsi və hesablanması texnikası, monitorinq nəticələrindən istifadə etməklə ərazinin küy xəritələrinin tərtib edilməsi metodikası araşdırılmışdır. Küylü diskomfort zonaların aşkarlanmasında, yaşayış sahələrinin, xüsusilə küyə həssas obyektlərə aid mühafizə tədbirlərinin görülməsi məqsədilə idarəedici qərarların qəbulu üçün küy xəritələrinin əhəmiyyəti beynəlxalq və bir sıra MDB ölkələrinin normativ sənədlərinin tələblərinə və praktikasına istinad edilərək əsaslandırılmışdır. Respublikamızın bəzi ərazilərində (obyektlərində) küy çirklənməsi vəziyyətinin qiymətləndirilməsi məqsədilə müəlliflər tərəfindən aparılan küy monitorinqinin bəzi nəticələri verilmişdir.

Tədqiqatın nəticələrindən diskomfort küy zonalarının aşkarlanması məqsədilə akustik küy monitorinqinin aparılmasında və ətrafın küy çirklənməsinin azaldılması üçün müvafiq mühafizə tədbirlərinin həyata keçirilməsi işində istifadə edilə bilər.

Ədəbiyyat

1. World Health Organization, “Night noise guidelines for Europe”, 2017, <http://www.euro.who.int/2017>
2. International Labour Office, “Protection of workers against noise and vibration”, ILO Code of Practice, 2017, <http://www.ilo.org>
3. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), USA. Occupational Noise Exposure – Criteria for a Recommended Standard, 2014, <https://www.cdc.gov>
4. Попова А.Ю. О состоянии условий труда и профессиональной заболеваемости в РФ. Медицина труда и экология человека, 2015, №3, с.7-13.
5. Концепция снижения уровней шума и вибрации в городе Москве: Приложение 1 Постановление правительства Москвы от 16 октября 2007 г., № 896-ПП, <http://www.gosthelp.ru/text/Postanovlenie896PPOKoncep.html>
6. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности, 1983.
7. ГОСТ Р 53187-2008. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий, 2008.
8. СНиП 23-03-2003. Защита от шума, 2003.
9. Суворов Г.А., Шкаринов Л.Н., Денисов Э.И. Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций. Москва: Медицина, 1014, 240 с., https://ntm.ru/UserFiles/File/document/SHUM/NORM/SN2_2_42_1_8_562_96.pdf
10. A.Jonsson. Noise as a possible risk factor for raised blood pressure in man // Journal of Sound and Vibration, 1978, vol. 59, pp 109-121.

11. Зинкин В.Н. Современные аспекты контроля и мониторинга инфразвука как вредного производственного фактора на транспорте и промышленных объектах // Актуальные проблемы транспортной медицины 2014, № 4, т.2 (38), с. 10-25.
12. ISO 1999: 2013. Acoustics. Estimation of noise-induced hearing loss.
13. Directive 2002/49/EP/EC. Of the European parliament and of the council of 25 June 2002. "Relating to the assessment and management of environmental noise", <https://www.eur-lex.europa.eu/>
14. Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council. On the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise), https://acm.eionet.europa.eu/reports/docs/ETCACM_TP_2016_13_NoiseInEurope2017.pdf
15. ISO 1999:1990. Acoustics -- Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.
16. World Health Organization, Regional Office for Europe. Night noise guidelines for Europe, Copenhagen, 2014, <http://www.euro.who.int>
17. Council Directive 89/629/EEC. On the limitation of noise emission from civil subsonic jet aeroplanes (OJ 1989 L 363, p. 27), https://www.dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:158107/datastream/PDF_01/view
18. СН2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.
19. ГОСТ 23941-2002. Шум машин. Методы определения шумовых характеристик. Общие требования, 2002.
20. ГОСТ 31296.1-2005. Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки, 2005.
21. ГОСТ 17187-2010. Шумомеры. Часть 1. Технические требования, 2010.
22. ГОСТ 12090-80. Частоты для акустических измерений, 1980.
23. Кошурников Д.Н., Максимова Е.В. Обзор зарубежной и отечественной практики шумового картирования (Noise Mapping) в условиях плотной городской застройки Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2018, №3, с. 27-43.
24. "New York City, Noise map," 02/01/2014, <http://www.nycopendata.socrata.com>
25. ISO 1996-1:2003. Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures (MOD).
26. ISO 1996-2:2007. Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 2: Determination of environmental noise levels (MOD).
27. M. Rychtarikova, G. Vermeir. Soundscape categorization on the basis of objective acoustical parameters // Applied Acoustics, 2013, vol. 74, no. 2, pp. 240–247/

УДК 534.6

Алекберов Рашид Г.¹, Агаев Бикес С.²

^{1,2}Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

¹t.direktor_muavini@iit.science.az, ²depart6@iit.science.az

Акустическое шумовое загрязнение окружающей среды: проблемы и решения

В статье исследуются проблемы акустического шумового загрязнения и пути их решения. Актуальность решения этих проблем обосновывается, исходя из «Концепции устойчивого развития» ООН, которая посвящена проблемам развития мира в будущем, а также экологическим проблемам. Особое внимание уделяется анализу потенциальной опасности шумового загрязнения для здоровья человека и окружающей среды. Предлагается схема классификации шума, основанная на факторе безопасности. Дается краткое изложение таких понятий, как физическая сущность шума, потенциальная опасность (вред) шума для

здоровья человека, нормирование показателей шума и их нормы. Проведен сравнительный анализ основных положений международных, региональных и национальных нормативных актов, регулирующих отношения, связанные с шумом. Рассмотрены техники проведения процессов измерения и вычисления шумовых параметров, шумовой мониторинг, методика разработки шумовых карт местности на основе результатов мониторинга. Обоснованы актуальность и необходимость формирования законодательной базы Азербайджанской Республики по управлению отношениями, касающихся акустического шума. Дается краткая информация о первичных результатах мониторингов, проведенных на некоторых объектах города Баку. Также обоснована целесообразность проведения этих мониторингов с использованием архитектурных схем на основе технологий интернета вещей.

При подготовке статьи использованы общенаучные методы и методологии научного анализа, обобщения результатов (синтеза) и системного подхода к проблемам и пути их решений по теме.

Результаты исследований могут быть использованы при проведении мониторинга акустического шумового загрязнения с целью определения дискомфортных акустических зон, а также при разработке шумовых карт местности на основе результатов мониторинга и осуществления защитных мероприятий по уменьшению шумового загрязнения.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, шумовые заболевания, защита от шума, мониторинг шума, шумовые карты.

Rashid G. Alekberov¹, Bikes S. Agayev²

^{1,2}Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

¹t.direktor_muavini@iit.science.az, ²depart6@iit.science.az

Acoustic noise pollution: problems and solutions

The article explores the problems of acoustic noise pollution and the ways to solve them. The relevance of solutions to these problems is justified on the basis of the UN "Concept of Sustainable Development" which is devoted to the problems of the future development of the world, as well as environmental issues. The article focuses on the analysis of the potential danger of noise pollution to human health and the environment. A noise classification scheme based on a safety factor is proposed. A brief summary of such concepts as the physical nature of noise, the potential danger (harm) of noise to human health, the normalization of noise indicators and their norms is given. A comparative analysis of the main provisions of the international, regional and national regulations governing the relations connected with the noise. The article also considers the technique for measuring and calculating the noise parameters, noise monitoring, the method for developing the noise maps based on monitoring results. The relevance and necessity of forming the legislative base of the Republic of Azerbaijan on the management of relations on the acoustic noise is substantiated. Brief information is given on the primary results of the monitoring carried out at some sites in Baku. The feasibility of these monitoring using the architectural schemes based on the technology of the Internet of Things is also justified.

The article uses scientific methods and methodology of scientific analysis, summarizing results (synthesis) and a systematic approach to the problems and their solution ways on the subject.

The research results can be used for the monitoring of the acoustic noise pollution to determine the acoustic discomfort areas, as well as the development of noise maps of the area based on the monitoring results and the implementation of protective measures to reduce noise pollution.

Keywords: noise pollution, noise diseases, noise protection, noise monitoring, noise maps.