

UOT 534.6

DOI: 10.25045/jpit.v11.i2.06

Ağayev B.S.

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
bikies418@gmail.com

DƏQİQLİK MEYARINA GÖRƏ AKUSTİK KÜY MONİTORİNQİ METODİKASININ SEÇİLMƏSİ HAQQINDA

Daxil olmuşdur: 04.02.2020 Düzəliş olunmuşdur: 25.02.2020 Qəbul olunmuşdur: 10.03.2020

Məqalə ətraf mühitin akustik küy çirklənməsi problemlərinin araşdırılmasına həsr edilmişdir. Bu problemlərin həllinin aktuallığı və qlobal əhəmiyyəti əsaslandırılır. Akustik küy monitorinqinin ekoloji monitorinq iyerarxiyasında yeri göstərilir. Küyün fiziki mahiyyəti, insan sağlamlığı üçün yaratdığı potensial təhlükələr, küy parametrlərinin normalaşdırılması problemlərinin qısa şərhli verilir. Küy monitorinqi prosesinin məqsəd və təyinatı, o cümlədən ərazi-planlaşdırma layihə sənədləri toplusunun “Küydən mühafizə” bölməsinin formalaşdırılmasında monitorinq nəticələrinin rolu, küy göstəricilərinin ölçülməsi və hesablanması, monitorinq nəticələri əsasında ərazinin küy xəritələrinin tərtib edilməsi metodikası araşdırılmışdır. Küy monitorinqinin aparılmasına aid beynəlxalq və MDB ölkələrində istifadə edilən standartların müqayisəsi aparılmış, hansı standartın tələblərinin küy göstəricilərini daha dəqiq hesablamağa imkan verməsi müəyyənləşdirilmişdir. Seçilmiş standart əsasında küy monitorinqinin aparılması üçün alqoritm təklif edilmişdir. Məqalənin hazırlanmasında sistemli yanaşmanın ümumelmi metod və metodologiyalarından, o cümlədən elmi analiz və sintez, müqayisə, nəticələrin ümumiləşdirilməsindən istifadə edilmişdir. Tədqiqatın nəticələrindən ərazilərin diskomfort küy zonalarının aşkarlanması məqsədilə akustik küy monitorinqinin aparılmasında, monitorinq nəticələrinə əsasən ərazinin küy xəritələrinin tərtib edilməsində, küy çirklənməsi səviyyəsinin azaldılması üçün müvafiq mühafizə tədbirlərinin həyata keçirilməsi işində istifadə edilə bilər.

Açar sözlər: ekoloji problemlər, ekoloji çirklənmə, küy çirklənməsi, küyün ziyanlı təsiri, küy monitorinqi, küy xəritələri, küydən mühafizə.

Giriş

Məlumdur ki, 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, atmosfer havasının, suyun çirklənməsi, radioaktiv və elektromaqnit şüalarla, tullantılarla çirklənmə ilə yanaşı akustik küy çirklənməsi (*ing.*, *noise pollution*) də nəzərdə tutulur. Son bir neçə onillik 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, onun təsirindən yaranan xəstəliklərin və digər arzuolunmaz halların artmasına səbəb olmuşdur. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (ÜST, *ing.* *WHO*), Avropa Ətraf Mühit Agentliyi (*ing.* *EEA*), ABŞ-ın Əmək və Sağlamlığı Mühafizə Milli İnstitutu (*ing.* *NIOSH*) və s. kimi bir sıra beynəlxalq və regional təşkilatların qiymətləndirməsinə görə, insan sağlamlığı və ətraf mühitə ziyanlı təsirinə görə küy çirklənməsi atmosfer havasının çirklənməsindən sonra ikinci əsas amildir [1–3].

Ona görə də ətraf mühitin küy vəziyyətinin öyrənilməsi və qiymətləndirilməsi, insan sağlamlığının izafi küy təsirindən qorunması məqsədilə müvafiq mühafizə tədbirlərinin həyata keçirilməsi aktual və mühüm əhəmiyyətə malik məsələlərdəndir. Ətraf mühitin küy çirklənməsi vəziyyətinə nəzarət və vəziyyətin qiymətləndirilməsi küy monitorinqi sistemləri vasitəsilə həyata keçirilir.

Sübut olunmuşdur ki, uzunmüddətli səs-küy şəraiti insanlarda emosional vəziyyətin pisləşməsinə, stresslərə, iş qabiliyyətinin, əmək məhsuldarlığının, işin keyfiyyətinin və təhlükəsizliyinin azalmasına, bir sıra xəstəliklərin yaranmasına səbəb olur. Tibbi araşdırmalar nəticəsində sübut edilmişdir ki, insanların müəyyən müddət küy mühiti normativ göstəricilərdən yüksək olan şəraitdə olması bilavasitə bir sıra ciddi xəstəliklərin əmələ gəlməsinə səbəb ola bilər və ya bu patologiyaların baş verməsi üçün əlverişli zəmin yaradır [3, 4]. ÜST-ün Avropa Regional Mərkəzinin məlumatına görə, Avropa İttifaqında (Aİ) bilavasitə küydən ildə 16 min nəfər ölür və 72 min nəfər hospitalizasiya edilir. 1 mln. nəfərin isə digər xəstəliklərinin əsas səbəblərindən biri küydür. Hazırda intensiv küy səbəbindən dünyada 500 mln. insanda eşitmə qüsuru var və onun müsbət dinamikası proqnozlaşdırılır [1].

Hazırda Aİ-də əhalinin 80%-i diskomfort küy zonası ilə əhatə olunub. ÜST-ün məlumatına görə, son 10 ildə dünyanın iri şəhərlərində küy səviyyəsi 40% yüksəlib və bu artım dinamikası müsbətdir [1]. Moskva şəhəri ərazisinin 70%-i küy çirklənməsinə məruz qalır [5].

Ona görə də bir çox inkişaf etmiş ölkələr küy problemləri üzrə tədqiqatların aparılmasına, küy monitorinqləri keçirməklə ərazilərin küy vəziyyətinin qiymətləndirilməsinə və 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].

Akustik küy və onun bəzi aspektləri haqqında

Fiziki mahiyyəti 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 normadan böyük olan səslər – nitq, musiqi, hərəkət edən cisimlərin, təbiət hadisələrinin yaratdığı səslər və s. başa düşülür.

Səs və küy anlayışı insanın eşitmə hissələri (duyğusu) ilə bağlıdır. Eşitmə hissi qaz, maye və ya bərk mühidə 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 hissələri ilə əlaqəli deyil və mühitin səs yaratmayan fiziki təsirləri kimi qəbul edilir. Eşidilən səslərin qulaq aparatında standart eşitmə həddindəki (aşağı hədd) intensivliyi $I_0=10^{-12} \text{ Vt/m}^2$, ağıri hissi yaradan yuxarı həddi isə $I_{max}=1 \text{ Vt/m}^2$ -ə uyğundur.

Akustik küy zaman və tezlik xarakteristikalarına görə xarakterizə edilir. Zaman xarakteristikasına görə sabit (ölçmə müddətində səviyyəsi 5 dB-dən artıq dəyişmir) və 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) küy növlərinə bölünür. Tezlik xarakteristikalarına görə aşağı tezlikli (1 – 250 Hs), orta tezlikli (250 – 8000 Hs) və yüksək tezlikli (8000 – 16000 Hs) səs rəqsləri kimi xarakterizə edilir. Həmçinin, insanın eşitmə aparatında yaratdığı eşitmə hissəsinə görə eşidilməyən infrasəs (1 – 20 Hs) və ultrasəs (16000 Hs –dən böyük) və eşidilən (20 Hs – 16 kHs) tezlik intervallarına bölünür.

ГОСТ Р 53187-2008 görə [6], əsas küy mənbələri hərəkətli və stasionar olmaqla iki qrupa bölünür. Burada hərəkətli küy mənbələri dedikdə, avtoyol, rels, hava və su nəqliyyatı vasitələri, stasionar dedikdə isə sənaye və digər sahə müəssisələrinin mühəndis avadanlıqları, məişət avadanlıqları və s. nəzərdə tutulur.

Mənbələrin generasiya etdiyi səs-küyün səviyyə və digər parametrlərinin dəyişmə intervalı böyükdür və ölçmə müddətində hər biri geniş həddə dəyişə bilər. Məsələn, normal (sakit) danışiq 40–45 dB, çox ucadan danışiq 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 120–130 dB səs təzyiqi (ST) səviyyəsi generasiya edir. İnsan üçün 120 dB qulaqda ağrı yaranan, 200 dB küy öldürücü səviyyə hesab edilir. Ona görə də küyün zərərli təsirinin qarşısını almaq üçün, yəni eşitmənin pisləşməsinə (pozulmasına), “küy xəstəlikləri” adlandırılan sağlamlığın patoloji hallarının yaranmasına və əmək fəaliyyətinin səmərəliliyinin azalmasına səbəb olan küy səviyyələrinin müəyyənləşdirilməsi zərurəti yaranır. Bu məqsədlə səs mənbələrinin xarakterini nəzərə almaqla insanların fəaliyyət növləri, yaşadıkları və ya olduqları yerlər üçün küyün nominal və yol verilə bilən normalarını müəyyənləşdirən normativ sənədlər – standartlar, sanitariya-gigiyenik normalar və qaydalar işlənmişdir.

Avropa Parlamentinin “Ətraf mühit küyünün qiymətləndirilməsi və idarə edilməsi haqqında” 2002/49/EP/EC Direktivi [7] və ÜST-ün Avropa Regional Mərkəzinin “Avropada gecə küyü haqqında” sənədi [1] uyğun olaraq küy və gecə küyü idarəçiliyinə aid beynəlxalq standartlar kimi qəbul edilmişdir. Cədvəl 1-də bəzi ərazilər üçün sabit və qeyri-sabit küyün normalaşdırılmış bəzi parametrləri və onların yol verilən hədləri nümunə kimi 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 ST-nin səviyyələri, L_p , dB								Səs səviyyəsi, L_A və ekvivalent səs səviyyəsi, $L_{A,ekv}$, dBA	Maks. səs səviyyəsi, $L_{A,max}$, dBA
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
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, məktəb-qəfər, 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 ərazilərində daimi iş yerlərində işlərin yerinə yetirilməsi	Gündüz və gecə	95	87	82	78	75	73	71	69	80	-

Akustik küy monitorinqinin məqsədi və təyinat göstəriciləri

Təbii mühit və antropogen təsirlərin xarakteri haqqında obyektiv məlumatların əldə edilməsi üçün ətraf mühitin vəziyyəti daima müşahidə edilməli və nəzarətdə saxlanılmalıdır. Bu məsələ monitorinq sistemləri vasitəsilə həyata keçirilir. Ətraf mühitin ekoloji monitorinqi ilk növbədə insanın olduğu mühitin ekoloji şəraitinin fasiləsiz qiymətləndirilməsi, ekoloji həyatın hədəf göstəricilərinin əldə olunmadığı hallarda müvafiq tədbirlərin müəyyən edilməsi üçün zəmin yaradır. Ətraf mühitin akustik küy monitorinqi ekoloji monitorinqin bir növüdür və vibrasiya, elektromaqnit, radiasiya və s. fiziki amillər üzrə 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.

Küy monitorinqi 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 hazırlanması;

– 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 [7] Direktivi qəbul edilir. 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 2007-ci ilədək, 100 mindən çox olan şəhərlərdə isə 2012-ci ilədək yerinə yetirilib (bəzi ölkələr üçün vaxt limitinə güzəştlər edilməsi şərtilə).

ГОСТ Р 53187-2008-ə görə [5], yaşayış sahələrinin ərazi-planlaşdırma layihə sənədlərinin, şəhərlərin, binaların, sənaye zonaları və müəssisələrin və s. obyektlərin baş planlarına aid sənədlər toplusunun zəruri tərkib hissələrindən biri “Küydən mühafizə” bölməsidir. Bu bölmə inşası nəzərdə tutulan və mövcud infrastruktur obyektlərin yaşayış sahələri ilə qarşılıqlı küy təsirini əks etdirən məlumatlardan ibarət olmalıdır. Bu məlumatlar akustik küy monitorinqi nəticəsində əldə edilmiş ölçmələr və hesablamalar, proqnozlar və küy xəritələri əsasında formalaşdırılır və qeyd edilən sənədin “Texnoloji həllər” (sənaye müəssisələri üçün), “Tikinti həlləri”, “Arxitektura-tikinti həlləri” (mülki yaşayış – tikinti obyektləri üçün) və “Mühəndis avadanlıqları” alt bölmələrinin tərtibi məqsədilə istifadə edilir. Bu sənədlər toplusu istehsal sahələrinin, yaşayış və ictimai binaların və s. obyektlərin layihələndirilməsi, tikintisi və istismarı samanı mövcud qanunvericiliyin akustik küy normaları üzrə tələblərin yerinə yetirilməsinin müəyyənləşdirilməsi və tikintiyə icazənin verilib-verilməməsi üçün müvafiq icra hakimiyyəti orqanı üçün lazım olan əsas sənədlərdən biridir. Eynilə də bu sənədlərdən istifadə edərək aşkarlanmış diskomfort küy zonalarındakı (sahələrində) əhalini küyün ziyanlı təsirindən qorumaq üçün (küy səviyyələrini azaltmaqla-normallaşdırmaqla) müvafiq təşkilati, texniki və tikinti tədbirləri planlaşdırılır.

Ərazinin diskomfort küy zonaları monitorinq prosesində ölçmə və hesablamalar yolu ilə əldə edilmiş verilənlər əsasında tərtib edilmiş operativ küy xəritələrinə görə aşkarlanır. Akustik küy monitorinqinin aparılmasında digər məqsədlər – ayrı-ayrı küy mənbələrinin aşkarlanması,

mühəndis avadanlıqlarının küy göstəricilərinin texniki parametrlərinin müəyyənəşdirilməsi, ərazinin küy proqnozlarının tərtib edilməsi və s. ola bilər.

Monitoring prosesinin aparılmasından əvvəl dəqiqləşdirilmiş iş planı hazırlanır. Bu plana ümumi şəkildə aşağıdakı mərhələlər daxildir:

- monitoringin məqsədlərinin və ərazilərin müəyyənəşdirilməsi;
- ərazinin xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi;
- ölçmələr və hesablamalar planının işlənməsi;
- sistemin arxitektura həll variantının və avadanlığın seçilməsi;
- monitoringin təşkili, ölçmələrin və hesablamaların aparılması;
- verilənlərin emalı və ümumiləşdirilməsi, yekun nəticələrin normativlərlə müqayisəsi və küy xəritələrinin tərtibatı məqsədilə klasterləşdirilməsi;
- ərazinin küy xəritələrinin hazırlanması, analizi, ərazinin diskomfort küy sahələri üzrə mühafizə tədbirləri planının və təkliflərin işlənməsi.

Monitoring zamanı ərazi sahələri üzrə ölçmə nöqtələrinin sayı, ölçmə tezliyi, ölçmələrin sayı və dövrüliyi, ölçülən küy göstəriciləri, iş rejimləri, texniki avadanlıqların seçilməsi, yolverilən xətlər və s. müvafiq normativ sənədlərin tələbləri ilə tənzimlənir və planda əks etdirilir.

Akustik küy monitoringi algoritmi

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, akustik küy monitoringi bir qayda olaraq Aİ ölkələrində [7], MDB ölkələrində isə [5] normativ sənədi üzrə keçirilir. Bu iki sənəd üzrə aparılan müqayisəli araşdırmalar göstərir ki, onların arasında istər terminoloji, monitoring məqsədləri üçün seçilmiş səs səviyyəsi göstəriciləri, istərsə də bu göstəricilərin ölçülməsi, xüsusilə hesablanması üçün istifadə edilən riyazi düsturlarda müəyyən fərqlilik var. Bu da ilk növbədə monitoringin yekun nəticələrinin ədədi qiymətlərinin dəqiqliyinə və nəticələrin alınması üçün istifadə edilən ölçmə və hesablamaların sayına təsir edir.

Ümumi halda, hər iki monitoringin ilkin mərhələsində əsas məqsəd seçilmiş səs səviyyəsi göstəriciləri üzrə ölçmə və hesablamaların aparılmasıdır. Bu prosesin nəticəsi olaraq faktiki illik gündüz (7.00 – 19.00 saatları üçün) səs səviyyəsi L_{RA}^d , faktiki illik axşam (19.00 – 23.00 saatları üçün) səs səviyyəsi L_{RA}^{ev} və faktiki illik gecə (23.00 – 7.00 saatları üçün) səs səviyyəsi L_{RA}^n göstəricilərinə əsasən yekun faktiki illik səs səviyyəsi L_{RA}^{den} müəyyənəşdirilir (ingiliscə den, day, evening, night ifadələrinə müvafiq işarələmələrdən istifadə edilir). Yekun L_{RA}^{den} ilin hər bir fəslinin bir həftəsi üçün hesablanmış L_{RA}^d , L_{RA}^{ev} və L_{RA}^n orta qiymətlərə görə hesablanır. Göstəricilərin qeyd olunan dövrlər üçün faktiki həftəlik qiymətləri uyğun olaraq onların faktiki gündəlik qiymətlərinə görə hesablanır. Sonuncular isə öz növbəsində həmin dövrlər üçün küyölçən cihazın (küymetrin) əsas ölçü göstəricisi olan ST səviyyəsinə (STS) L, db görə hesablanır. Normativ sənədlərin tələblərinə görə, monitoring məqsədləri üçün küyün səs səviyyəsi göstəriciləri kimi A tipli korreksiyanın və digər təsiredici amillərin nəzərə alındığı ekvivalent səs səviyyəsi və maksimal səs səviyyəsi, bir sıra xüsusi hallarda isə, həmçinin digər küy göstəriciləri qəbul edilir. Digər tərəfdən nəticələrin dəqiqliyindən asılı olmayaraq hər iki halda monitoringin praktiki icrası xeyli çətinliklərlə bağlıdır. Bu ilk növbədə böyük sayda ölçmə seanslarının və ölçmələrin aparılması, böyük hesablama həcmi ilə əlaqədar xeyli insan və vaxt resurslarının tələb olunması ilə əlaqədardır. Nümunə üçün qeyd edək ki, məsələn, əsas küy mənbələrinə malik 300 min əhalisi olan şəhərin cəmi bir tip küy xəritəsini (bütün mənbələrin ekvivalent səs səviyyəsinə L_{Aeq} – inteqral küy çirklənməsini əks etdirən gündüz dövrünün xəritəsi) tərtib etmək üçün 1 milyona yaxın ölçü və hesablama aparmaq lazımdır [9, 10]. Halbuki, beynəlxalq standartların tələblərinə görə ərazinin küy çirklənməsi vəziyyətinin müəyyənəşdirilməsi məqsədilə aparılmış monitoringin nəticələrinə görə, minimal sayda iki (gündüz və gecə vaxtları üçün) xəritə, lazım gəldikdə isə nəqliyyat növləri və küy göstəricilərinin hər birini əks etdirən ayrıca xəritələr (ümumi halda 12) tərtib edilməlidir.

Qeyd edək ki, gündüzə aid küy xəritəsi əsasən küyün insanların əmək fəaliyyətinə, gecə xəritəsi isə insanların yuxusuna təsirini aşkarlamalıdır.

Standartların monitorinqin nəticələrinin dəqiqliyinə təsirini qiymətləndirmək üçün yekun faktiki gündəlik səs səviyyəsinin L_{RA}^{den}/L_{den} hesablanması üçün istifadə edilən düsturları müqayisə edək. [5] və [7]-nin tələblərinə görə, bu məqsədlə aşağıdakı düsturlardan istifadə edilməlidir:

$$L_{RA}^{den} = 10 \lg \left[\frac{16-e}{24} 10^{L_{RA}^d/10} + \frac{e}{24} 10^{L_{RA}^{ev}+K_{ev}/10} + \frac{8}{24} 10^{(L_{RA}^n+K_n)/10} \right], \quad (1)$$

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right), \quad (2)$$

burada L_{RA}^d/L_{day} , $L_{RA}^{ev}/L_{evening}$ və L_{RA}^n/L_{night} müvafiq olaraq gündüz, axşam və gecə vaxt intervallarına aid faktiki gündəlik səs səviyyələri, *dbA*;

K_{ev} , K_n – (1)-də cədvəl 2 üzrə axşam və gecə vaxt intervalları üçün nəzərdə tutulan korreksiyalardır, *db*.

Cədvəl 2

Bəzi küy mənbələri üçün korreksiyalar

Nəzərə alınan parametr	Küy mənbəyinin tipi	Korreksiya, <i>db</i>
Küyün mənşəyi	Avtoyol	0
	Hava	3
	Dəmir yolu*	-3
	Sənaye	0
Küy mənbəyinin xarakteri	İmpuls küy	5
	Əsasən ton tərkibə malik küy	5
Vaxt intervalları	Axşam	5
	Gecə	10

*Dizel mühərrikli qatar tərkibi xeyli uzundursa və ya 250 km/saatdan böyük sürətlə hərəkət edirsə, korreksiya tətbiq edilmir.

Göründüyü kimi, [5]-də faktiki gündəlik səs səviyyələrinin hesablanmasında küyün mənşəyi, mənbəyinin xarakteri və hesablamaların aid edildiyi vaxt intervalları nəzərə alındığı halda [7]-də yalnız axşam və gecə vaxtlarına aid korreksiyalar nəzərə alınır. [5] standartı monitorinqin aparıldığı ərazinin coğrafi mövqeyindən, meteoroloji vəziyyətindən və s. amillərdən asılı olaraq bir çox digər korreksiyaların nəzərə alınmasını tələb edir. Məsələn, ərazinin iqlim qovşağından asılı olaraq axşam intervalının müddətinin (*e*) müvafiq yerli icra hakimiyyəti orqanı tərəfindən dəyişdirilməsinə yol verir (2, 3 və ya 4 saat), meteoroloji şərait (havanın temperaturu, nəmliyi, təzyiqi, küləyin sürəti v. s.) və s. amillərə əsasən müvafiq korreksiyaları müəyyənləşdirir. Bütün bu və digər səbəblər [5]-in ölçmə və hesablamalarının daha dəqiq aparılmasını təmin edir. Ona görə də ümumi halda küy monitorinqinin [5] əsasında, aşağıda qeyd edilən alqoritm üzrə aparılmasını təklif edirik. Lakin qeyd edilməlidir ki, bəzi təsiredici amillərə görə korreksiya əmsallarının müəyyənləşdirilməsi əlavə çətinliklərlə yanaşı hesablamaların sayını xeyli dərəcədə artırır.

1. Ölçmələr mikrofonlar (ölçmə nöqtələri) bir-birindən 50 metrədən uzaq olmamaq şərti ilə bütün ərazini əhatə etməli və sutka ərzində 5 dəqiqədən bir gündüz, axşam və gecə saatlarında fasiləsiz olaraq aparılmalı, hər bir ölçüdə ölçmə nöqtələrinin koordinatları qeyd edilməli, cihazın göstərişinin insanın eşitmə aparatının psixi-akustik qavrama xüsusiyyətlərinə uyğunlaşdırılmasını nəzərə alan *A, B, C, D* və *F* tip tezlik korreksiyaları və digər amilləri nəzərə alan müvafiq əmsallarla korreksiya aparılmalıdır. STS (L_R^d, L_R^{ev}, L_R^n) aşağıdakı düstur üzrə hesablanır:

$$L_p = -20 \lg(p/p_0), \text{ db} \quad (3)$$

burada p – ST-nin cari orta kvadratik qiyməti Pa , p_0 – ešitmə həddinə uyğun etalon (dayaq) ST (hava üçün $2 \cdot 10^{-5} Pa$ (20 mkPa)). Küyometr monitoring məqsədlərindən asılı olaraq küyün STS-ini tezlik spektrinə tam oktava zolaqlarında və ya daha dəqiq analiz tələb olunursa, 1/3 tezlik zolaqlarında ölçür, yadda saxlayır və ya lazım olduqda, ötürmə şəbəkələri vasitəsilə istifadəçiyə (emal mərkəzinə) göndərir. STS göstəricilərin normativ qiymətlərlə müqayisə edilməsi üçün faktiki sutkalıq (yekun) STS kimi sutka ərzindəki ölçmələr sırasından tezlik zolaqları üzrə STS-ləri maksimum olan spektr təsvirləri seçilir və zolaqlar üzrə orta kvadratik qiymətlər qəbul edilir.

2. Gündüz, axşam və gecə vaxtları üçün faktiki ekvivalent səs səviyyələri L_{RA}^d , L_{RA}^{ev} və L_{RA}^n hesablanır:

$$L_{RA}^d = 10 \lg \left\{ \frac{1}{16 - e} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N_j} T_{ij}^d 10^{\left| \frac{L_{Aeqj,T_{ij}^d} + K_j}{10} \right|} \right\}, \quad (4)$$

$$L_{RA}^{ev} = 10 \lg \left\{ \frac{1}{e} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N_j} T_{ij}^{ev} 10^{\left| \frac{L_{Aeqj,T_{ij}^{ev}} + K_j}{10} \right|} \right\}, \quad (5)$$

$$L_{RA}^n = 10 \lg \left\{ \frac{1}{8} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N_j} T_{ij}^n 10^{\left| \frac{L_{Aeqj,T_{ij}^n} + K_j}{10} \right|} \right\}, \quad (6)$$

burada $L_{Aeqj,T_{ij}^d}^d$, $L_{Aeqj,T_{ij}^{ev}}^{ev}$, $L_{Aeqj,T_{ij}^n}^n$ – uyğun olaraq gündüz, axşam və gecə vaxtlarında i zaman intervalı ərzində j küy mənbəyinin işlədiyi vaxtda hesablanmış ekvivalent səs səviyyələridir, dbA ;

T_{ij}^k – i zaman intervalında j küy mənbəyinin uyğun olaraq gündüz, axşam və gecə vaxt

dövrələrində saatla iş vaxtıdır (dayaq intervalı ərzində hər bir küy mənbəyinin cəm iş vaxtı $\sum_{i=1}^N T_{ij}^k$

sutkanın gündüz vaxtı üçün ($16 - e$) saata bərabər və ya az, axşam vaxtı üçün (e) saat və gecə vaxtı üçün 8 saat ola bilər);

K_j – küy mənbəyinin mənşəyi və xarakterindən asılı olaraq müvafiq standart üzrə j küy növü üçün tətbiq edilən korreksiyadır, dbA ;

N – verilən dayaq intervalında (sessiya müddətində) ölçü aparılmış zaman intervallarının sayıdır;

N_j – i zaman intervalında eyni vaxtda işləyən küy mənbələrinin sayıdır.

3. L_{RA}^d , L_{RA}^{ev} və L_{RA}^n göstəricilərinə görə yuxarıda verilmiş (1) düsturu üzrə faktiki sutkalıq səs səviyyəsi hesablanır.

4. L_{RA}^d , L_{RA}^{ev} və L_{RA}^n səviyyələrinin qiymətlərini ortalamaqla həftəlik dayaq intervalı üçün küy göstəriciləri hesablanır:

$$\bar{L}_{RA}^k = 10 \lg \left\{ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\left| \frac{L_{RAi}^k}{10} \right|} \right\}, k = d, ev, n \quad (7)$$

burada L_{RAi}^k – həftənin i -ci günü üzrə hesablanmış səviyyədir, dbA ;

N – kəmiyyət göstəriciləri ortalanmış sutkaların sayıdır (bu halda $N=7$).

5. Gündüz, axşam və gecə saatları üçün hesablanmış $L_{A \max}^d$, $L_{A \max}^{ev}$ və $L_{A \max}^n$ maksimal səs səviyyələrinə görə dayaq intervallarında faktiki maksimal səs səviyyələri $L_{RA \max}^d$, $L_{RA \max}^{ev}$ və $L_{RA \max}^n$ hesablanır:

$$L_{RA \max}^k = \max_j \{L_{A \max j}^k + K_j\}, \quad k = d, ev, n \quad (8)$$

burada $L_{A \max j}^k$ – səsin k dayaq vaxt intervallarında j küy mənbələrinin işlədiyi dövrlərdə hesablanmış maksimal səs səviyyələridir, dbA ;

K_j – j küy mənbəyinin xarakterinə görə edilən korreksiya, db .

6. Tonal və tərkibi əsasən alçaq tezliklərdən ibarət olan küyün oktavalardakı faktiki STS-ləri L_R^d , L_R^{ev} , L_R^n də eynilə (4)–(6) düsturları ilə hesablanır, bir şərtlə ki, düsturlardakı ekvivalent səs səviyyələri $L_{Aeqj, T_j^d}^d$, $L_{Aeqj, T_j^{ev}}^{ev}$ və $L_{Aeqj, T_j^n}^n$ 31,5 Hs; 63 Hs və 125 Hs tezlikli həndəsi orta kvadratik oktava zolaqları üçün ölçmə və ya hesablama yolu ilə alınmış ekvivalent STS-lərlə $L_{eqj, T_j^d}^d$, $L_{eqj, T_j^{ev}}^{ev}$ və $L_{eqj, T_j^n}^n$ əvəz edilsin. Bu tezliklər üçün faktiki sutkalıq L_R^{den} , faktiki həftəlik və nəzərdə tutulan dayaq intervalları üçün digər küy göstəricilərinin hesablanma qaydası da yuxarıda qeyd edilən kimidir.

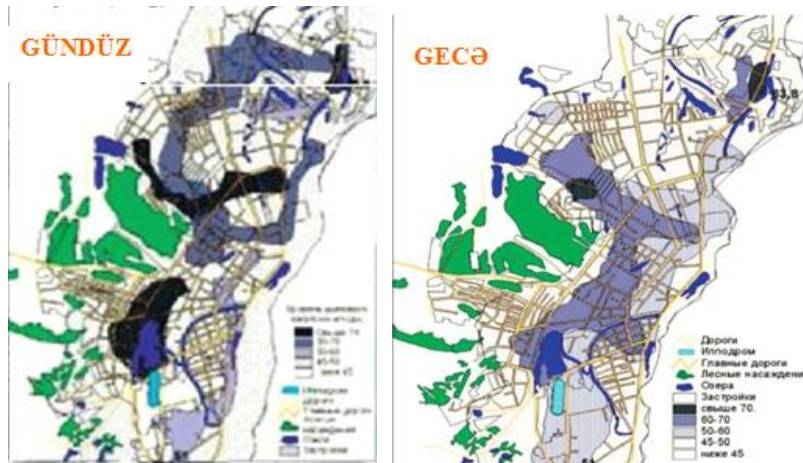
İnfrasəs küyünün monitorinqi fərqli qaydalarla aparılır və [11] standartı ilə tənzimlənir.

7. Ölçmələr və hesablamalar yolu ilə əldə edilmiş küy monitorinqi nəticələri ilkin emal edilir.

Buraya ilk növbədə ölçmə nöqtələri üzrə 3 db-dən kiçik fərqlə təkrarlanan ölçülərin və ölçü sapmalarının filtrasiyası, ölçmə koordinatları nəzərə alınmaqla verilənlərin eyni səs-küy səviyyələrinə görə (5 db fərqi ilə) klasterləşdirilməsi və s. daxildir.

8. $L_{RA \max}^{den}$, L_{RA}^{den} , L_R^{den} , $L_{RA \max}^d$, L_{RA}^d , L_R^d , $L_{RA \max}^{ev}$, L_{RA}^{ev} , L_R^{ev} , $L_{RA \max}^n$, L_{RA}^n , L_R^n küy göstəricilərinin orta illik qiymətlərinə (monitorinq nəticələrinə) görə ərazinin operativ küy xəritələri tərtib edilir. Standartların tələblərinə görə, faktiki illik $L_{RA \max}^{den}$, $L_{RA \max}^n$ göstəriciləri üzrə küy xəritələrinin tərtib edilməsi mütləqdir, digərləri isə monitorinq məqsədlərindən asılı olaraq tərtib edilir.

Eyni səs-küy səviyyəli qrup verilənləri koordinatları nəzərə alınmaqla 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

8. Xəritələrdəki diskomfort küy sahələrinin yaranma səbəbləri analiz edilir, aidiyyəti orqanlar üçün hesabatlar, küydən mühafizə tədbirləri planları və onların tətbiqi üzrə təkliflər işlənir.

Hal-hazırda inkişaf etmiş ölkələrdə küy monitorinqi 2002/49/EC Direktivi, ISO 1966-2 II-nin son redaksiyası [12] və s. sənədlərin, MDB məkanında isə monitorinqin ölçü parametrləri və onların normaları [8, 13], ölçmə, hesablama və xəritələmə metodikası, nəticələrin qiymətləndirilməsi [5, 14], ölçmələr üçün tezliklər sırasının seçilməsi [15], küyölçənlərin və ölçmə rejimlərinin seçilməsi isə [16] standartlarının tələblərinə görə aparılır.

Nəticə

Məqalədə ətraf mühitin akustik küy çirklənməsi vəziyyətinin qiymətləndirilməsi probleminin aktuallığı və əhəmiyyəti əsaslandırılmışdır. Küyün insan sağlamlığı üçün yaratdığı potensial təhlükələrin, küy göstəriciləri parametrlərinin normalaşdırılması problemlərinin qısa şərhi verilmişdir.

Küy monitorinqi prosesi, küy parametrlərinin ölçülməsi və hesablanması, monitorinq nəticələrindən istifadə etməklə ərazinin küy xəritələrinin tərtib edilməsi metodikası araşdırılmışdır. Küylü diskomfort zonaların aşkarlanması, küydən mühafizə tədbirlərinin görülməsi məqsədilə idarəedici qərarların qəbulu üçün ərazinin küy xəritələrinin əhəmiyyəti əsaslandırılmışdır.

Küy monitorinqinin aparılmasına aid beynəlxalq və MDB ölkələrində istifadə edilən [7] standartlarının müqayisəli analizi aparılmışdır. Müəyyənləşdirilmişdir ki, [5] standartının tələbləri küy göstəricilərini daha dəqiq hesablamağa imkan verir. Bu, həmin standartın küy göstəricilərinin hesablanması üçün işlədiyi düsturlarda küyə təsir edən amillərin daha ətraflı və dəqiq nəzərə alınması ilə əsaslandırılmışdır. Seçilmiş standart əsasında küy monitorinqinin aparılması üçün alqoritm təklif edilmişdir.

Məqalənin hazırlanmasında istifadə edilən metod və metodologiyalar göstərilmişdir.

Qeyd edilmişdir ki, bu tədqiqat işinin nəticələrindən diskomfort küy zonalarının aşkarlanması məqsədilə akustik küy monitorinqinin aparılmasında və ərazinin küy xəritələrinin tərtib edilməsində istifadə edilə bilər.

Ədəbiyyat

1. World Health Organization, Regional Office for Europe. “Night noise guidelines for Europe”, 2017.
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf?ua=1, accessed: Jun. 2017.
2. International Labour Office, “Protection of workers against noise and vibration”, ILO Code of Practice, 2017.
http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/--safework/documents/normativeinstrument/wcms_107878.pdf, accessed: Jun. 2017.
3. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), USA. Occupational Noise Exposure – Criteria for a Recommended Standard, 2014.
<https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/pdfs/98-6.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB98126>
4. Jonsson A. Noise as a possible risk factor for raised blood pressure in man // Journal of Sound and Vibration, 1978, vol.59, pp 109–121.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022460X7890487X>
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/Postanovlenie896PPOKonsep.html>
6. ГОСТ Р 53187-2008. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий, 2008.
7. 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://eur-lex.europa.eu/.../LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002>.
8. СНиП 23-03-2003. Защита от шума, 2003.

9. 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.
http://vestnik.pstu.ru/urbanistic/archives/?id=&folder_id=7797
10. New York City, Noise map 02/01/2014.
<http://nycopendata.socrata.com/Social-Services/2012-NYC-Noise-Complaints-HeatMap/sw33-t3vk>
11. СН 2.2.4/2.1.8.583-96 Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки
12. ISO 1996-2:2007. Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 2: Determination of environmental noise levels (MOD).
13. СН2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.
14. ГОСТ 31296.1-2005. Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки, 2005.
15. ГОСТ 12090-80. Частоты для акустических измерений, 1980.
16. ГОСТ 17187-2010. Шумомеры. Часть 1. Технические требования, 2010.

УДК 534.6

Агаев Бикес С.

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

depart6@iit.science.az

О выборе методики мониторинга акустического шума по критерию точности

Статья посвящена исследованиям проблем акустического шумового загрязнения. Обосновываются актуальность решений этих проблем и их глобальная значимость. Указывается место акустического шумового мониторинга в иерархии экологического мониторинга. Приводится краткое изложение таких понятий, как физическая сущность шума, потенциальная опасность (вред) шума для здоровья человека, нормирование показателей шума. Указаны цели и назначения процесса шумового мониторинга, в том числе его роль в формировании отдела «Защита от шума» в составе комплексной документации по проектированию территориально-планировочных работ. Исследуются методики проведения процессов измерения, вычислений шумовых параметров и разработки шумовых карт местности на основе результатов мониторинга. Проведен сравнительный анализ основных положений международных и используемых в СНГ нормативных актов по акустическому мониторингу шума. Выявлен наиболее целесообразный из них по точности измерений и вычислений показателей шума. Предложен алгоритм проведения мониторинга на основе требований выбранного стандарта. При подготовке статьи использованы общенаучные методы и методологии системного подхода, такие как научный анализ и синтез, сравнение, обобщение результатов. Результаты исследований могут быть использованы при проведении мониторинга акустического шумового загрязнения с целью определения дискомфортных акустических зон, а также при разработке шумовых карт местности и осуществлении защитных мероприятий по уменьшению шумового загрязнения на основе результатов мониторинга.

Ключевые слова: экологические проблемы, экологическое загрязнение, шумовое загрязнение, вредные воздействия шума, мониторинг шума, шумовые карты, защита от шума.

Bikes S. Agayev

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

depart6@iit.science.az

About the choice of methods for monitoring acoustic noise according to the accuracy criterion

The article studies the problems of acoustic noise pollution. The relevance of solutions to these problems and their global significance are substantiated. The place of acoustic noise monitoring in the hierarchy of environmental monitoring is indicated. 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 is given. The goals and purposes of the noise monitoring process are indicated, including its role in the formation of the “Noise Protection” department as part of comprehensive documentation for the design of spatial planning. Methods of measurement processes, calculation of noise parameters and development of noise maps of the area based on monitoring results are studied. A comparative analysis of the main provisions of the international regulations on acoustic noise monitoring and those used in the CIS is provided. The most appropriate of them in terms of the accuracy of measurements and calculations of noise indicators is identified. An algorithm is proposed for monitoring based on the requirements of the selected standard. The article uses general scientific methods and system approach methodologies, such as scientific analysis and synthesis, comparison, generalization of results. The research results can be used in the monitoring of acoustic noise pollution in order to determine uncomfortable acoustic zones, as well as in the development of noise maps of the area and the implementation of protective measures to reduce noise pollution based on monitoring results.

Keywords: *environmental problems, environmental pollution, noise pollution, harmful effects of noise, noise monitoring, noise maps, noise protection.*