

**Aleksandriya SULTAN VON BRÜSELDORFF**

AMK-nın doktorantı,  
Elmi rəhbər: AMK-nın professoru,  
sənətsüənəslıq üzrə fəlsəfə doktoru Fəttah Xalıqzadə  
Ünvan: Yasamal rayonu, Ələsgər Ələkbərov 7  
E-mail: [alexandriasultan@outlook.com](mailto:alexandriasultan@outlook.com)

**“LEYLİ VƏ MƏCNUN” MUĞAM OPERASINDA MƏCNUN ROLUNU  
İFA EDƏN GÖRKƏMLİ XANƏNDƏLƏRİN SƏSLƏRİNİN  
AKUSTİK TƏHLİLİ**

**Xülasə:** Məqalədə “Leyli və Məcnun” Azərbaycan muğam operasından Məcnun rolunu ifa edən görkəmli xanəndələrin səsələrinin uzunmüddətli orta spektr (Long-Term Average Specrum, LTAS) vasitəsilə akustik təhlili yer alıb. Tədqiqat subyektlərimiz Məcnun rolunun ifaçıları, görkəmli xanəndələr – Azərbaycan SSR xalq artistləri Əbülfət Əliyev və Arif Babayev, Azərbaycan Respublikasının xalq artistləri Alim Qasımov və Mənsur İbrahimovdur. Araşdırmada hər bir subyektin səsinə dair tezlik spektrləri üzrə enerjinin paylanmasında ümumi amilləri müəyyən etmək üçün LTAS əyriləri qurulmuş, xanəndə səsələri arasında akustik dəyişkənliyi aşkar etmək üçün LTAS əyriləri diaqram şəklində üst-üstə qoyulmuş, habelə muğam və opera janrlarında səsələr arasındakı akustik fərqləri göstərmək üçün xanəndələrin və opera ifaçısı, tenor, Azərbaycan Respublikasının xalq artisti Samir Cəfərovun səsinə dair LTAS əyriləri də üst-üstə qoyularaq müqayisə edilmişdir. Məqalə həmçinin bütün subyektlərdə, opera ifaçısı da daxil olmaqla, səs formantının (singer’s formant) varlığını və ya yoxluğunu əks etdirən uzunmüddətli orta spektr (LTAS) təhlilini əhatə edir. LTAS vasitəsilə akustik təhlil nəticəsində məlum oldu ki, vokal muğam materialının tonallığı, tessiturası və mətnindən asılı olaraq səs formantı həm aşağı registrdə – bəmdə, həm də yuxarı registrdə – zildə, bəzi musiqi parçalarında aşkar olunmuş, bəzilərində isə müşahidə edilməmişdir. Xanəndələrdən fərqli olaraq opera ifaçısı, Samir Cəfərovun ifa etdiyi bütün parçalarda səs formantı müşahidə edildi.

**Açar sözlər:** muğam, xanəndə, akustik təhlil, LTAS, “Leyli və Məcnun” muğam operası, səs formantı (singer’s formant)

**Giriş**

İlk dəfə Azərbaycan ifaçılarının, xüsusən də xanəndələrin səsələrinin kompüter proqramlarının istifadəsi ilə akustik və fizioloji tədqiqi 2009-cu ildə Amerika Birləşmiş Ştatlarının Prinston şəhərindəki Rayder Universitetinin Vestminster Xor Kollecinə bizim tərəfimizdən başlanmışdır və 2013-cü ildə həmin tədqiqata dair magistr dissertasiyası müvəffəqiyyətlə müdafiə olunmuşdur. Bu elmi iş daha sonra 2014-cü ildə Avropanın Beynəlxalq Təhsil, Musiqi və Psixoloji Tədqiqat

Cəmiyyətinin (*The Society for Education, Music and Psychology Research* (SEMPRE)) təşəbbüsü ilə London Qoldsmis Universitetində keçirilən Musiqişünas Tələbələrin Sistematik Beynəlxalq Konfransında (SysMus14) təqdim edilmiş və konfrans materiallarında nəşr olunmuşdur [40].

Azərbaycanda isə ilk dəfə 2017-ci ildə “Qloballaşan dünyada musiqi ənənələri” I Beynəlxalq elmi-praktik konfransda tərəfimizdən “Qadın muğam ifaçıları – xanəndələrin ifasında uzunmüddətli orta spektrdən istifadə edilən bəm və zilin akustik təhlili” (*An acoustic analysis of bam and zil singing by azerbaijan female mugham singers using the long term average spectrum (LTAS)*) adlı elmi tədqiqat təqdim olunmuş və konfrans materiallarında nəşr edilmişdir [22, s. 75-82].

2017-ci ildə müəllif xanəndələrin səslərinə dair həyata keçirdiyi müstəqil, multidissiplinar, novator tədqiq üsulunu Azərbaycana gətirmiş və Azərbaycan Milli Konservatoriyasında “Muğam ifaçılarının (xanəndələrin) səs aparatının akustik və fizioloji xüsusiyyətlərinin tədqiqi” adlı fəlsəfə doktoru dissertasiyası üzərində işləməyə başlamışdır. Bu dissertasiya orijinal mövzudur və səs elmi sahəsində xanəndə səslərinə dair dünyada birinci araşdırma sayılır. Sözügedən fəlsəfə doktoru dissertasiya işinin multidissiplinar olması vokal səsin ifa zamanı çoxtərəfli, o cümlədən anatomik, fizioloji və akustik cəhətlərdən araşdırılmasından irəli gəlir. Dissertasiya işinin məqsədi muğam ifaçılarının ifa zamanı istifadə etdikləri vokal rejimi (*vocal mode*) obyektiv şəkildə müəyyən etmək, muğam ifaçısının ifa zamanı səs aparatında (qırtlağında) səsin necə əmələ gəldiyini, fonasiya zamanı akustik və fizioloji xüsusiyyətləri və muğam vokal texnikasını müəyyən etməkdir.

Bu orijinal və müstəqil fəlsəfə doktoru dissertasiya işinin çərçivəsində akustik alətlərdən istifadə edilir; musiqişünaslıq və vokal elmi pedaqogikasına dair müxtəlif xarici elmi ədəbiyyata istinadlar olunur; kompleks yanaşma və ciddi planlaşdırma tətbiq edilir; formal tələblərə tam riayət olunur. Fəlsəfə doktoru dissertasiya işində tətbiq olunan xüsusi kompleks yanaşma tibbi və akustik texnologiyalar vasitəsilə ölçü və qiymətləndirmə aparmaqla ifa zamanı xanəndələrin səs aparatından yaranan səsin nəzəri əsaslarını əldə etməyi, səs elmi (*voice science*) və musiqi pedaqogikası sahəsindəki boşluğu doldurmağı nəzərdə tutur.

Fəlsəfə doktoru dissertasiya işinin çərçivəsində tibb və akustika sahəsindən bir neçə elmi məsləhətçilərin və mütəxəssislərin, o cümlədən, Almaniya Dr. Yurgen Henniqin, İsveçdən Dr. Yohan Sundberqin, Amerikadan Dr. Skott Mak-Koyun, Azərbaycandan tanınmış otorinolarinqoloqlar Dr.Vəfa Pənahianın və Dr.Ramil Həşimlinin, radioloq Fərhad Qarayevin və foniatr Fəxriyə Əsədovanın iştirakı ilə endoskopiya və fibroscoposkopiya (invaziv müayinə) zamanı məlumat toplanır və məqalə müəllifinin özü tərəfindən təhlil edilir.

Xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, dissertasiya işi çərçivəsində tədqiqat layihəsinin təşəbbüskarı və nümayəndə heyətinin rəhbəri olaraq müəllif 2019-cu ildə Azərbaycan Milli Konservatoriyasının elmi işlər üzrə prorektoru, professor Lalə

Hüseynova, Azərbaycan Respublikasının xalq artisti xanəndə Mənsüm İbrahimov və AMK-nın tələbəsi, V Muğam Müsəbiqəsinin laureatı, xanəndə Sədəf Budaqovadan ibarət nümayəndə heyəti ilə birlikdə Almaniyanın Frayburq Universitetinin Radiologiya və tibbi fiziki klinika kafedrasında xanəndə səslərinin tədqiqi ilə əlaqədar elmi səfərdə olmuşdur. Beləliklə, dünyada ilk dəfə Azərbaycan Respublikasının xalq artisti Mənsüm İbrahimovun və xanəndə Sədəf Budaqovanın səsləri “Bayatı-Şiraz” və “Mahur-hindi” muğamlarını ifa edərkən real zaman rejimində dinamik Maqnit Rezonans Tomografiya (MRT) aparatında bu sahədə tanınmış mütəxəssislərin iştirakı və nəzarəti ilə qeydə alınmış və elmi məlumat əldə edilmişdi.

Bundan əlavə, tanınmış otolarinqoloq, Almaniyanın Frayburq şəhərində yerləşən Musiqiçilər üçün Tibb İnstitutu adlı xüsusi, unikal tibb mərkəzinin yaradıcısı, Prof. Dr. med. Bernhard Rixterin rəhbərliyi altında Mənsüm İbrahimovun və Sədəf Budaqovanın səsləri üzərində ifa zamanı endoskopiya və fibrostrioboskopiya müayinələri aparılmışdı.

Azərbaycana gəldikdən sonra Almaniyada MRT, endoskopiya və fibrostrioboskopiya müayinələri nəticəsində əldə edilən məlumat dünya şöhrətli alim, Frayburq Universitetinin professoru Doktor Yurgen Henniğin və *Caspian International Hospitalın* Radiologiya şöbəsinin müdiri Dr. Fərhad Qarayevin məsləhəti ilə bu məqalənin müəllifi tərəfindən dissertasiya işi çərçivəsində *Medixant. RadiAnt DICOM Viewer [Software]. Version 2021.1.* tibbi tətbiqi ilə təhlil edilmişdi. Akustik cəhətdən isə əldə edilən məlumat böyük alim, səs tədqiqatçısı, Kral Texnologiya İnstitutunun fəxri professoru, elmlər doktoru Yohan Sundberqin məsləhəti ilə təhlil edilmişdi. Yuxarıda qeyd olunmuş elmi araşdırmalar bir sıra beynəlxalq konfranslarda, o cümlədən, 2021-ci ildə keçirilmiş “Müasir otorinolarinqologiya: problemlər və yeniliklər” adlı Özbəkistan Otorinolarinqoloqlarının V Respublika Konqresində, 2021-ci ildə Azərbaycanın Bakı şəhərində keçirilmiş Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların XXIV Respublika Elmi Konfransında, 2022-ci ildə Türkiyənin İstanbul şəhərində keçirilmiş “VoiceIstanbul 2022” adlı beynəlxalq konfransda təqdim olunmuş və konfrans materiallarında işıq üzü görmüşdür.

Beləliklə, Azərbaycan Respublikasının xalq artistləri Alim Qasimov, Mənsüm İbrahimov, Aygün Bayramova, Zabit Nəbizadə, Samir Cəfərov, Azərbaycan Respublikasının əməkdar müəllimi Qəzənfər Abbasov, Azərbaycan Respublikasının əməkdar artistləri İlham Nəzərov, Fəridə Məmmədova və digər gənc peşəkar vokalçı və xanəndələrin səsləri canlı olaraq endoskopiya və fibrostrioboskopiya müayinələri vasitəsilə akustik və fizioloji cəhətdən tədqiq edilmişdir. Azərbaycan musiqisinə şöhrət gətirən məşhur opera müğənnisi, təsnif ifaçısı, Azərbaycan peşəkar vokal sənətinin banisi Bülbül, tanınmış Azərbaycan xanəndələri Əbülfət Əliyev, Arif Babayev, Cənəli Əkbərov və Qarabağ xanəndəlik məktəbinin görkəmli nümayəndələri Xan Şuşinski, Seyid Şuşinski, Cabbar Qaryağdıoğlu

və digər xanəndələrin səsləri səs yazılarından istifadə edilərək yalnız akustik cəhətdən ölçülmüşdü. İfaçıların səs aparatının akustik cəhətdən tədqiqində ilk dəfə kompüter proqram təminatından istifadə edilmişdi.

Muğamın vokal ifası xüsusi texnikaya malikdir. Ənənəvi vokal muğamını ifa etmək üçün musiqiçidən məharət, qeyri-adi səs diapazonu, güclü, parlaq və çevik səs tələb olunur. Aşağı səs tonundan, yəni bəmdən, yuxarı səs tonuna, yəni zilə keçərkən əmələ gələn xanəndə səsi vokal-instrumental muğam ifasının mühüm komponentlərindən biri sayılır. Muğam ifası zamanı yüksək emosional təsirə səbəb olan digər mühüm komponent xanəndənin əzbərləyib oxuduğu misralar, xüsusi musiqi elementləri və mahnılardır. Bu komponentlər lirik notlarla birləşəndə, dinləyici geniş spektrli duyğular yaşayır. Bu ifa Azərbaycan vokal irsinin ürəyi və ruhudur. Muğam haqqında çoxsaylı materialların mövcud olmasına, o cümlədən muğamın demək olar ki, bütün aspektlərinin hərtərəfli tədqiqinə baxmayaraq, muğam ifaçılarının səs aparatının akustik və fizioloji xüsusiyyətləri, muğam ifası zamanı səs əmələ gəlməsi obyektiv şəkildə müasir texnologiya və kompüter tətbiqlərinin istifadəsilə ilk dəfə müəllif tərəfindən araşdırılır.

### **Muğam haqqında**

Azərbaycan vokal-instrumental muğamı, muğam dəstgahı, modal sistemə əsaslanan ənənəvi Azərbaycan musiqisinin mühüm qoludur. Sənətsünaslıq üzrə elmlər doktoru, professor Sevil Fərhadova “Azərbaycan muğam-dəstgahının tarixi kökləri” adlı kitabında belə yazmışdır: “Azərbaycan mədəniyyətinin muğam ənənəsi ilə üzvi əlaqəsinin bir dəlili də tanınmış adlarla zəngin olan xanəndə – vokalçı məktəbinin mövcudluğudur. Ən qədim dövrlərdən ruhani mətnin məhz vokalla səsləndirilməsini və nitq intonasiyasının muğam ifaçılığındakı müəyyən edici əhəmiyyətini nəzərə alaraq muğam ənənəsinin vokalçı-xanəndə nəsiləri ilə təmsil olunmasının (onların sadəcə, adlarının sadalanması işdə ona xüsusi yerin ayrılmasını tələb edə bilər) yüksək səviyyəsi muğam ənənəsinin Azərbaycan torpağında əzəli köklərə malik olmasının daha bir şübhəsiz dəlilidir” [3, s. 21].

Şərqdə səsin elmi tərəfdən tədqiqi bir çox alimlərin marağına səbəb olmuşdur, ilk tədqiqatçılardan biri də Əbdülqadir Marağayı olub. Sənətsünaslıq üzrə fəlsəfə doktoru Sürəyya Ağayeva “Əbdülqadir Marağayının risalələrində səs təsnifatı və vokal ifaçılıq haqqında” adlı məqaləsində Orta Əsr Azərbaycan alimi və musiqiçisi Əbdülqadir Marağayının “Fəvaid-i əşərə” (“On fayda”) risaləsinin kontekstində səs kateqoriyasını və səs ifaçılıq problemini nəzərdən keçirərək bunları qeyd etmişdir: “Onun əsərlərində, xüsusən də az tanınan sonuncu “Fəvaid-i əşərə” (“On fayda”) risaləsində səs mövzusu və vokal ifaçılıq problemləri böyük yer tutur, səs haqqında ümumi məlumatdan tutmuş ənənəvi klassik forma və janrların vokal ifaçılığında səsin müxtəlif xüsusiyyətlərinin təsvirinə qədər bu mövzulara müxtəlif nöqtəyi-nəzərdən baxılıb (Qeyd №1); burada həmçinin peşəkar xanəndələrin təsnifatı verilmişdir (Qeyd №2)” [29, s. 213].

Xalq incəsənətinin milli-orijinal xüsusiyyətlərinin sintezinin əsasını qoymuş Azərbaycan müasir musiqi sənətinin böyük banisi Üzeyir Hacıbəyli 1907-ci ildə XVI əsr şairi və mütəfəkkiri Məhəmməd Füzulinin “Leyli və Məcnun” lirik-epik poeması əsasında ilk Azərbaycan operasını yaratmışdı. “Leyli və Məcnun” operası xalq yaradıcılığı ilə müasir musiqi inkişaf vasitələrinin sintezində fundamental rol oynamışdır. Bir çox musiqişünasların qeyd etdiyi kimi, ən zəngin folklor materialına (xüsusən muğam və lirik mahnılara) əsaslanan bu opera xalq musiqi ənənələrini müasir musiqi sənətinin tanınmış formaları ilə uzlaşdırən ilk cəhd olmuşdu [28, s. 17]. Nəticədə musiqi not yazısı ilə şifahi solo vokal improvizasiyanı (muğam) özündə birləşdirən yeni muğam operası janrı yaranmışdı.

1908-ci ildə “Leyli və Məcnun” operasının ilk tamaşasında Məcnun rolunu ilk ifaçısı Hüseynqulu Sarabski oldu. Sonrakı tamaşalarda isə Məcnun rolunu Ələvsət Sadıqov, Hüseynağa Hacıbababəyov, Əbülfət Əliyev, Bakir Həşimov, Qulu Əsgərov, Cənəli Əkbərov, Arif Babayev, Alim Qasımov, Mənsüm İbrahimoğlu və başqaları canlandırıbmışlar [43]. “Leyli və Məcnun” muğam operasından Məcnun rolunu ifa edən görkəmli xanəndələrin səsləri geniş spektrə malik olduqlarına görə məqalədə xüsusi yer tutur. Bu məqalədə Məcnun rolunu ifa edən xanəndələrin səsinə dair tezlik spektrləri üzrə enerjinin paylanması ümumi amillər müəyyən edilərək uzunmüddətli orta spektr (LTAS) təhlili aparılıb, səslər arasında akustik dəyişkənliyə baxılıb, muğam və opera janrlarında səslər arasındakı akustik fərqlər müqayisə olunub, səs formantının (*singer's formant*) olub olmamasına dair təhlil aparılıb.

### **Səs elminə (*voice science*) dair Qərb ədəbiyyatına baxış**

Vokal pedaqogikada ən böyük problemlərdən biri səs keyfiyyətinin perseptiv dinləmə təhlili vasitəsilə qiymətləndirilməsidir. Qərbdə ən erkən vokal pedaqoji tədqiqatlarda uzun müddət idi ki, ifa zamanı səs əmələ gəlməsini araşdırmaq üçün subyektiv yanaşma və müşahidə üsulu tətbiq edilirdi.

Dünyanın hər yerində müxtəlif janrlarda möhtəşəm ifalar çox vaxt özündə sirr və məxfiliyi ehtiva edən möcüzəvi, bədii hadisə kimi qiymətləndirilirdi. Səs aləti bədənin içində görünməz şəkildə yerləşdiyinə və səsin yalnız eşidilə bildiyinə görə, ifaçılar və müəllimlər tarixən ifa texnikasını yaratmaq üçün intuisiyalarına və obraza əsaslanmışlar. Lakin XX-XXI əsrlərdə elmi-texnoloji nailiyyətlər və kəşflər sayəsində, tibbi texnologiyanın köməyi ilə LOR mütəxəssislərinin məsləhəti ilə qırtlağın və səs tellərinin müayinəsi, ölçülməsi və obyektiv qiymətləndirilməsi mümkün oldu. Habelə kompüter texnologiyası vasitəsilə kompleks akustik tətbiqlərin istifadəsi səsin ifa zamanı akustik parametrlərini obyektiv şəkildə qeyri-invaziv üsulla ölçülməsinə və qiymətləndirilməsinə imkan yaratdı.

Qərbdə səs elmi (*voice science*) çərçivəsində akustika, tibb və vokal pedaqogika üzrə bir sıra mütəxəssislər müxtəlif akustik faktorları müəyyən etmək üçün bir çox fərqli akustik kompüter proqramlarından istifadə edirlər. Bu qəbil-

dən populyar olan “Uzunmüddətli Orta Spektr” təhlil proqramı (*Long-Term Average Spectrum, LTAS*) nitq və ifanın tədqiqi üçün qiymətli alət hesab olunur. Bu alət orta zamanlama ilə tezlik oxu boyunca səsənin gurluğunu aşkar edir və həm müğənnilərin [23, 5, 6], həm də nətiqlərin səslərinin spektral xüsusiyyətlərini nümayiş etdirir [11, 13, 12, 19, 10, 8, 18]. LTAS konturu səsənin mənbəyini, habelə rezonans və formant xüsusiyyətlərini göstərir. Bir çox səs tədqiqatçıların fikrincə, piklər çox vaxt LTAS konturunun yüksək enerji müşahidə olunan bölgələrində müşahidə olunur.

Məsələn, ehtimal olunur ki, ifa və nitq zamanı F1 bu tezlik diapazonunda olduğu üçün belə bir pik adətən 500 Hz ətrafında üzə çıxır. Bununla belə, akustik spektrin yuxarı hissəsində 2,5-3,3 kHz diapazonunda güclü spektral piklər müşahidə edildikdə üçüncü, dördüncü və beşinci formantlar (səs formantı) tezliyə nəzərən bir-birinə yaxınlaşır [24, s. 176].

Uzunmüddətli orta spektr (LTAS) nitq və yaxud ifa zamanı səs signalının müəyyən zaman aralığında spektral xüsusiyyətlərinə dair məlumat verir. Belə spektrlərdən insan səsənin öyrənilməsi üçün istifadə oluna bilər [12, s. 471]. Ümumiyyətlə, səsənin akustik analizi klinik tətbiqlərdə praktik üstünlüklərə malikdir, çünki o, qeyri-invazivdir, xəstənin yaxından iştirakı olmadan lent yazılardan həyata keçirilə bilər [12, s. 471].

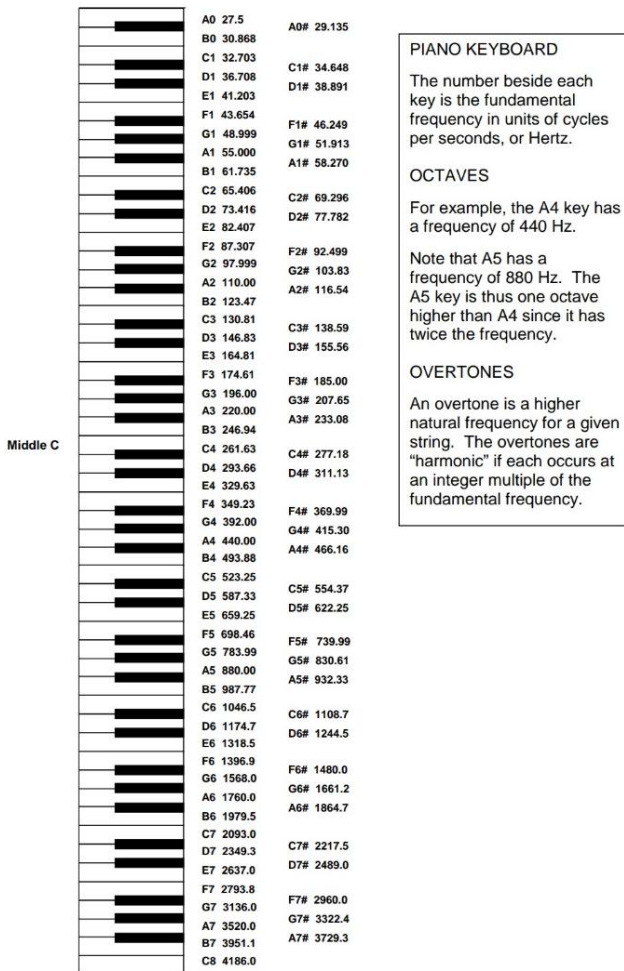
Spektr üzrə təhlil proqramları ilk növbədə səs fizikası üzrə mütəxəssislər üçün, habelə alimlər, səs tədqiqatçıları və ifaçılar üçün nəzərdə tutulmuşdur, səsənin ifa zamanı musiqi təfsirini vizuallaşdırmağa, nitq və ifa zamanı səsənin akustik parametrlərinə rolunu başa düşməyə kömək edir.

İnsan səsi mürəkkəb fenomendir. İfa zamanı səsənin əmələ gəlməsi fizioloji və akustik prosesdən tutmuş müxtəlif janrlara və ya tarixi dövrlərə aid vokal materialın təfsirinin bədii aspektlərinə qədər geniş aspektləri əhatə edir. İnsan səsənin əmələ gəlməsi üzrə tipik tədqiqat sahələrinə insan anatomiyası və fiziologiyası, o cümlədən, ifa zamanı nəfəs alma və hava dəstəyi, ifa zamanı qamət, fonasiya, vokal rezonasiya və ya səs proyeksiyası, qavrama, diksiya, saitlər və artikulyasiya, ifa üçün sostenuto və legato, ton keyfiyyəti, vibrato və koloratura kimi digər ifa elementləri, səs sağlamlığı və səs pozuntuları, fonetika, səsənin təsnifatı daxildir [7, s. 1; 30; 58; 69; 85; 106; 133; 171; 251].

Səs mənbəyi vokal qıvrımların ağciyərlərdən gələn hava axını ilə vibrasiyaya çevrildiyi zaman yaranan səsə deyilir. Səs mənbəyi səs tembrinə çox əhəmiyyətli töhfə verir, baxmayaraq ki, vokal traktının (*səs traktı (səs yolu, insanlarda həm də nitq yolu) bədəndə səs mənbəyinin yaxınlığında səslərin süzülüyü boşluqdur*) rezonatorları da mühüm töhfə verir [25, s. 49].

Y.Sundberg yazır ki, səs mənbəyi bir neçə ölçüdə müəyyən edilir: bunlar fundamental tezlik, amplituda, spektr, səs diapozonudur və ya onun qeyd etdiyi kimi subyektiv terminlərdən istifadə etsək, yüksəklik, ucalıq və tembr xüsusiyyətləridir. Fonasiya tezliyi, əsasən qırtlaq əzələləri tərəfindən idarə olunan vokal

qıvrımların vibrasiya tezliyinə bərabərdir və yaranan tonun yüksəkliyini təyin edir. Məsələn, musiqiçilər simfonik orkestrlərin kökləmə üçün tez-tez istifadə etdikləri A440 not və tezlik konsepti ilə tanışdırlar. Bu halda, A4 tonu (pianoda dördüncü oktavada A notu) saniyədə 440 dəfə və ya 440Hz sürətlə titrəyir. Bunu səssə çevirsək, səs tellərinin saniyədə 440 dəfə açılıb bağlanması deməkdir (Qeyd 4). Bir soprano “yuxarı C”-də (C6) oxuyanda onun səs telləri saniyədə 1000 dəfədən çox açılıb bağlanır [15, s. 18]. Vokal qıvrımların vibrasiyasının başqa bir xüsusiyyətini fonasiyanın ucalığı əks etdirir. Y. Sundberq yazır ki, səs ucalığı “subqlottik təzyiq ilə, bu da öz növbəsində tənəffüs aparatı tərəfindən idarə olunur” [25, s. 49].



### *Beynəlxalq musiqişünaslıqda qəbul edilmiş registr işarələməsi*

Bu məqalənin məqsədini aydınlaşdırmaq üçün tezlik və onun insan səsi ilə bağlı bəzi aspektlərini araşdıran bir neçə ədəbiyyat icmalına toxunmalıyıq. Musiqi səsləri demək olar ki, həmişə müxtəlif amplitudalarda eyni vaxtda baş verən,

bir-biri ilə əlaqəli bir çox tezliklərdən ibarətdir. Tezlik saniyədə titrəmələrin həqiqi ölçüsüdür; lakin səs tonu subyektiv qavrayışdır və ona vibratodan tutmuş tembr və intensivliyə qədər müxtəlif amillər təsir edə bilər. Bu tezliklərin ən aşağısı, fundamental tezlik və ya sadəcə fundamental, qısaldılmış F0 adlanır.

Bu mürəkkəb musiqi səsinə mövcud olan fundamentaldan yüksək olan əlavə tezliklərə obertonlar və yaxud üst tonları (*overtones*) deyilir. Oberton, səsin fundamental tezliyindən daha böyük tezliyə malik olan hər hansı bir harmonikdir [26, s. 44; 45; 51; 65; 103; 105; 126]. İki növ oberton mövcuddur: harmoniklər və parsiallar (bunlara həmçinin qeyri-harmonik obertonlar (*partials*) deyilir). Harmoniklər əsas tezliyin tam ədədi qatları, yəni bir, iki, üç, dörd qatına və s. bərabər olan əlavə tonlardır. Fundamental 130Hz götürülsə, təxminən C3 (bas üçün aşağı C) üçün harmoniklər yalnız 130Hz, 260Hz, 390Hz və s. tezliyi ilə mövcud ola bilər. Birinci harmonik əsas tezlikdən 1 dəfə çoxdur; ona görə də fundamental birinci harmoniklə eynidir. Fundamental və onun harmonikləri arasındakı əlaqə harmonik sıra adlanır [15, s. 22]. Bu akustik qanunu keçən əsrdə fransız fiziki Jan Baptista Jozef Furiye kəşf etmişdir. Buna görə də, hər istənilən səsin spektrini təşkil edən bu cür ciddi riyazi ardıcılıq Furiye sırası və ya Furiyenin akustik qanunu adlanır [30, s. 56-59].

Harmonik və ya oberton sırası səsin hələ qədim yunanların vaxtından bəri riyazi hesablamadan əldə edilib. Fundamental tezliyin və səsin digər komponentləri arasındakı tam nisbətə müəyyən edilir. Bu fenomen ilk araşdırmalarda monoxordda harmoniklər yaratmaqla tapılmışdı, daha sonra Hermann Ludvig Ferdinand fon Helmholtz (simpatik vibrasiya vasitəsilə) yüksək notların səsləri içərisində bu quruluşun instrumental şəkildə mövcud olduğunu göstərə bilmişdi [9, s. 85-86].

Fundamentalın tam ədədi qatları olmayan obertonlarına parsiallar və ya qeyri-harmonik obertonlar deyilir. Əgər səsə parsiallar varsa, onlar kobudluğa gətirib çıxarır və düzgün intonasiyanı çətinləşdirir. Onlar ifa zamanı, ümumiyyətlə, yalnız zədələnmiş və ya pozulmuş səslərdə olur. Musiqi səslərində, xüsusən ifa zamanı sağlam səsə harmonik tonlar daha çox üstünlük təşkil edir.

Tembr hər bir musiqi səsinə mövcud olan obertonların unikal modelinin nəticəsidir. Bütün alətlər və səslər əvvəllər qeyd edildiyi kimi fundamental tezlik və obertonlar yaradır; lakin hər biri bunu müxtəlif nisbi amplitudalarla edir.

Qırtlaqdan çıxan səs səs traktından keçərək dəyişir və harmonik obertonlarla zənginləşir. Onlar çox vacibdir; bu obertonlar olmadan danışqda sait səslərin səslənməsi qeyri-mümkündür. Səs traktının saitlərlə və tembrdə digər dəyişikliklərlə nəticələnən (spektumda görünə bilən) rezonans zirvələrinə formantlar deyilir. Formant səs traktının rezonansıdır. Bu tərifdə əsas söz rezonansdır. Formantlar nə həqiqi səsdir, nə də titrəyişli səs qıvrımlarının funksiyasıdır. Formantı səs potensialına aid etmək daha yaxşı olardı, çünki onun gücləndirmə potensialı səs qıvrımları titrəməyə başlayanda üzə çıxır.



Əzələlər rezonans doğuran səs aparatının (boğaz, ağız və burun boşluqları) fiziki parametrlərini dəyişdirmək və beləliklə də müxtəlif növ formantlar yaratmaq iqtidarında olduğu üçün insan səsində formantların istifadəsi xüsusilə vacibdir. Bu, əslində bizə saitləri eşitməyə imkan verən mexanizmdir [9, s. 88]. Məsələn, Piterson öz məqaləsində 76 nətiqin səsləri üzərində saitlərin fundamental və formant tezliklərinin və formant amplitudlarının orta göstəricilərini tədqiq etmişdir (bax Cədvəl 1) [20, s. 183].

**Cədvəl 1. 76 nətiqin (m- kişilər, w- qadınlar, ch- uşaqlar) səsləri üzərində saitlərin fundamental və formant (F1, F2, F3) tezliklərinin və formant amplitudalarının orta göstəriciləri**

TABLE II. Averages of fundamental and formant frequencies and formant amplitudes of vowels by 76 speakers.

|                               |                | i    | ɪ    | ɛ    | æ    | ɑ    | ɔ    | ʊ    | u    | ʌ    | ɜ    |
|-------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Fundamental frequencies (cps) | M              | 136  | 135  | 130  | 127  | 124  | 129  | 137  | 141  | 130  | 133  |
|                               | W              | 235  | 232  | 223  | 210  | 212  | 216  | 232  | 231  | 221  | 218  |
|                               | Ch             | 272  | 269  | 260  | 251  | 256  | 263  | 276  | 274  | 261  | 261  |
| Formant frequencies (cps)     | M              | 270  | 390  | 530  | 660  | 730  | 570  | 440  | 300  | 640  | 490  |
|                               | W              | 310  | 430  | 610  | 860  | 850  | 590  | 470  | 370  | 760  | 500  |
|                               | Ch             | 370  | 530  | 690  | 1010 | 1030 | 680  | 560  | 430  | 850  | 560  |
| F <sub>2</sub>                | M              | 2290 | 1990 | 1840 | 1720 | 1090 | 840  | 1020 | 870  | 1190 | 1350 |
|                               | W              | 2790 | 2480 | 2330 | 2050 | 1220 | 920  | 1160 | 950  | 1400 | 1640 |
|                               | Ch             | 3200 | 2730 | 2610 | 2320 | 1370 | 1060 | 1410 | 1170 | 1590 | 1820 |
| F <sub>3</sub>                | M              | 3010 | 2550 | 2480 | 2410 | 2440 | 2410 | 2240 | 2240 | 2390 | 1690 |
|                               | W              | 3310 | 3070 | 2990 | 2850 | 2810 | 2710 | 2680 | 2670 | 2780 | 1960 |
|                               | Ch             | 3730 | 3600 | 3570 | 3320 | 3170 | 3180 | 3310 | 3260 | 3360 | 2160 |
| Formant amplitudes (db)       | L <sub>1</sub> | -4   | -3   | -2   | -1   | -1   | 0    | -1   | -3   | -1   | -5   |
|                               | L <sub>2</sub> | -24  | -23  | -17  | -12  | -5   | -7   | -12  | -19  | -10  | -15  |
|                               | L <sub>3</sub> | -28  | -27  | -24  | -22  | -28  | -34  | -34  | -43  | -27  | -20  |

Vokal traktının çoxlu formantları var ki, bunlar ümumiyyətlə F1, F2, F3 və s. olaraq ən aşağıdan yuxarıya doğru etikətlənir. Formant tezlikləri səs yolunun formasındakı dəyişikliklərlə, o cümlədən dilin vəziyyətinin dəyişdirilməsi, çənənin açılması və ya bağlanması, dodaqların yuvarlaqlaşdırılması və ya yayılması, qırtlağın yuxarı və ya aşağı salınması ilə dəyişdirilir.

Səs traktının formasındakı dəyişikliklər formant tezliklərinin proqnozlaşdırıla bilən hərəkətlərinə səbəb olur. Bu dəyişikliklərin əksəriyyəti altı əsas formant qaydaları vasitəsilə kodlaşdırıla bilər: 1) səs yolunun ön hissəsindəki daralma F1-i aşağı salır və F2-ni qaldırır; 2) səs traktının arxasındakı daralma F1-i yüksəldir və F2-ni aşağı salır; 3) səs traktının uzadılması zamanı bütün formant tezlikləri bərabər şəkildə azalır; 4) səs traktının qısaldılması zamanı bütün formant tezlikləri bərabər şəkildə çoxalır; 5) bütün formant tezlikləri dodaqların yuvarlaqlaşdırılması ilə bərabər şəkildə azalır və dodaqların yayılması ilə artır; 6) artan ağız açılışı (çənənin aşağı salınması) F1-i qaldırır [15, s. 41].

### Səs formantı

Səs formantını bir çox səs tədqiqatçıları, o cümlədən səsşünas alim və Opera Səs və Nitq Mərkəzinin icraçı direktoru, Solt Leyk Sitidəki Yuta Universitetinin Otolaringologiya/Baş və Boyun Cərrahiyyəsi Departamentinin professoru, Ayova Universitetinin Kommunikasiya elmləri Departamentinin professoru İnqo R.Titze və dünya şöhrətli alim, səs tədqiqatçısı, Kral Texnologiya İnstitutunun fəxri professoru, elmlər doktoru Yohan Sundberq, elmi akustik təhlillərdə səs formantını akademik klassik (opera), çin operası, estrada, rok, pop, hevi-metal, caz, vokal belting, musiqili teatr üslubu, yodl (müxtəlif xalqların mədəniyyətində), tuva boğaz ifaçılığı (hoomey) kimi müxtəlif ifa üslublarında tədqiq etmişlər.

Orkestrin müşayiəti ilə mikrofonduz oxuduqlarına görə opera ifaçılarının səsini hansı akustik komponentin gücləndirməsi, onların mikrofondan istifadə etmədiklərinə baxmayaraq böyük orkestr üzərindən eşidilməyə faktı alimlərdə xüsusi maraq doğururdu.

Səs formantı (*singer's formant*) anlayışını ilk dəfə Y. Sandberq təqdim etmişdir. O, “*Articulatory interpretation of the “singing formant”*” və “*Level and center frequency of the singer's formant*” adlı tədqiqatlarında belə izah edir: səs formantı, xüsusən bas, bariton, tenor və altoda klassik ifaçıların səslərinin akustik signalının ayrılmaz tərkib hissəsi kimi tanınan xüsusi akustik hadisədir. Məhz səs formantı opera ifaçılarının səslərinin yüksək səli orkestrin müşayiətinə baxmayaraq eşidilməsinə imkan verir [24, s. 176]. Y. Sandberq yazır ki, bu akustik hadisə üçüncü, dördüncü və beşinci formantların qruplaşması nəticəsində yaranan səs enerjisində nəzərə çarpan piki ifadə edir. Səsin təsnifatından asılı olaraq səs formantı kimi müəyyən edilən güclü spektral piklər akustik spektrin yuxarı hissəsində 2,5 və 3,3 kHs arasında üzə çıxır [24, s. 176]. Opera ifasında tətbiq edilən ideal texnika səs aparatının elastik olmasını, qırtlağın endirilməsini və təbii registrlərin inteqrasiyasını tələb edir. Professor Y.Sandberq daha sonra belə izah edir: “Səs formantı qırtlağın endirilməsinin (sabitliyinin) nəticəsidir və bu da öz növbəsində yuxarı formantların qruplaşmasına şərait yaradır” [24, s. 176]. Beləliklə, qırtlağın endirilməsi (sabitliyi) klassik müğənnilərin ucadan ifasına kömək edir. Səs formantı həm də nitq yolunun fizioloji quruluşundan çox asılıdır. Professor Y.Sandberqə görə, səs formantı qırtlağın forması və qırtlağın açılışı ilə udlaq arasındakı nisbi genişlənmə ilə əlaqədardır [23, s. 838].

Səs alimləri hesab edirlər ki, səs formantı qırtlaqda, yəni *qlottisdən epiglottisin* yuxarı hissəsinə qədər olan bölgədəki rezonansların nəticəsidir. Bu boruya bənzər anatomik bölgə müstəqil rezonator kimi fəaliyyət göstərə bilər; onun uzunluğu tipik səs formantı diapazonunda rezonans tezliyi ilə əlaqələndirilir.

Orofarenksin ölçüsünün qırtlaq çıxışına nisbətinin də vacib olduğuna inanılır. I.Titze və Y.Sundberq cingiltili parlaq səsin (*ringing voice*) meydana gəlməsi üçün bu nisbətin altıda bir bölgəsində olması lazım olduğunu iddia edirlər. Onlar həmçinin bildirirlər ki, bu vəziyyət yalnız qırtlaq rahat, aşağı vəziyyətdə tutul-

duqda baş verə bilər. Ohayo ştatının Dövlət Universitetinin Səs üzrə professoru və *Swank Voice* Laboratoriyasının direktoru professor Skot MakKoy isə bunu təkzib edir. S.MakKoy belə yazır: “Mənim studiyama çoxlu tələbələr – adətən gənc tenorlar – gəlib, onlar hələ qırtlaqlarını qaldırmadan oxumağı öyrənməyiblər, lakin güclü səs formantı ilə oxuyurlar. Qırtlağın daha təbii, sərbəst mövqeyə enməsinə yol verildikdə, səsləri, şübhəsiz ki, daha yaxşı ton balansına nail olur, lakin səslərindəki cingilti əvvəldən var idi” [15, s. 47-48].

Klassik üslubda təlim keçmiş baslar, baritonlar, tenorlar və *mezzo-soprano*ların əksəriyyəti səs formantından bu və ya digər dərəcədə istifadə edir. Soprano-lar üçün bu daha az əhəmiyyət kəsb edir, çünki sopranolarda amplituda təbii olaraq yüksələn tonla artır. Nəticə etibarı ilə, sopranolar adətən səs formantının köməyi olmadan, xüsusən də yüksək tessitura və amplitudada oxuyarkən orkestr üzərindən eşidilə bilər. Vokalçılar səs formantından bütün janrlarda istifadə etmirlər. Səsi gücləndirmək üçün mikrofonlara etibar edən kommersiya və ya populyar üslublarda səs formantını nadir hallarda eşitmək olar [15, s. 48].

Vokal muğam ifaçılığı klassik opera ifaçılığına bənzəməsə də, buna baxmayaraq, muğam ifaçıları da uca səslə oxuyurlar. Bunu nəzərə alaraq, müəllif Məcnun rolundakı xanəndələrin səslərinin ifa zamanı uzunmüddətli orta spektrini təhlil edərək səs formantının mövcudluğunu müəyyən edir. Xüsusən, “Leyli və Məcnun” muğam-operasında muğam ifaçıları məhz klassik Azərbaycan xanəndələri kimi oxusalar da, opera ifaçıları kimi opera janrında olduğu kimi mikrofon-suz orkestr müşayiəti ilə ifa edirlər. Bunu nəzərə alsaq, sual yaranır ki, muğam ifaçılarının zilə yüksəlmələri üçün səslərini nə gücləndirir?

### **Hipotez**

Ola bilsin ki, Məcnun rolunu ifa edən xanəndələrin ifa texnikası klassik opera ifaçıların fonasiya zamanı səs rejiminə bənzəsin və beləliklə, qırtlağın nisbətən endirilməsini təmin etməklə vokal səsdə səs formantının mövcud olmasına gətirib çıxarsın?

Fərz edilir ki, səs formantı mövcud olmasa da xanəndələr bəmədən zilə keçərkən yüksək tessiturada ifa edirlər, yəni təbii akustik qanunlara əsasən səslərinə amplituda yüksəlir və beləliklə uca parlaq səslə ifa edə bilirlər. Bu da nəticədə fizioloji qanunlara əsasən xanəndələrin bəm diapazonda oxuyarkən və sinə səslərini yuxarı zil diapazonuna qaldırarkən dominant tiroaritenoid (TA) rejiminə üstünlük vermələri deməkdir.

İrəli sürülən fərziyyələr vokal muğamın akustik və fizioloji xüsusiyyətlərinə dair tədqiqatlarda araşdırılır.

### **Layihə iştirakçıları**

Müəllifin fəlsəfə doktoru dissertasiya işinin çərçivəsində diqqət mərkəzində xanəndələrin olduğunu nəzərə alaraq, xüsusən də “Leyli və Məcnun” muğam

operasının özündə muğamla operanın, Şərq və Qərb ifaçılıq üslublarının möhtəşəm sintezini ehtiva etdiyini nəzərə alaraq bu məqalədə həmin operadan Məcnun rolunu ifa edən dörd görkəmli xanəndə səslərinin akustik təhlili aparılmışdır. “Leyli və Məcnun” Azərbaycan muğam operasından Məcnun rolunu ifa edən xanəndələrin səs göstəriciləri LTAS əyrilərinin qrafikinə əsasən müqayisə olunmuş və tezlik spektrləri üzrə enerjinin paylanmasında ümumi amillər müəyyən edilmişdir. Xanəndələrdə səs formantının (*singer's formant*) olub-olmamasını müəyyən etmək üçün onların səslərinin akustik parametrləri uzunmüddətli orta spektr (*Long-Term Average Spectrum*, LTAS) vasitəsilə təhlil edilmişdir.

Məcnun rolundakı subyektlərdən biri Azərbaycan SSR xalq artisti, görkəmli muğam və opera müğənnisi Əbülfət Əliyevdir. İlk ifalarını Seyid Şuşinski, Xan Şuşinski və Musa Şuşinski kimi sənətkarlar dinləyib. Azərbaycan Dövlət Filarmoniyasının solisti olub. Repertuarında 400-dən artıq xalq və bəstəkar mahnısı yer alıb. 1971-ci ildə Moskvada keçirilən Ümumdünya Musiqi Konqresində iştirak edən xanəndə yüksək ifaçılıq bacarığına görə UNESCO-nun döş nişanına və diplomuna layiq görülmüşdür [39].

Məcnun rolundakı digər tədqiqat subyekti Azərbaycan xanəndəsi, professor, Azərbaycan Milli Konservatoriyasının “Muğam” kafedrasının müdiri, XX əsrin ikinci yarısında Qarabağ xanəndəlik məktəbinin görkəmli nümayəndələrindən biri olan Azərbaycan SSR xalq artisti Arif Babayevdir. Azərbaycan Dövlət Filarmoniyasına, Azərbaycan Dövlət Opera və Balet Teatrına solist kimi dəvət olunan Arif Babayev bu teatrın səhnəsində muğam operalarında Məcnun, Kərəm (Ü.Hacıbəyov – “Leyli-Məcnun”, “Əsli və Kərəm”), Aşıq Qərib (Z.Hacıbəyov – “Aşıq Qərib”), Camal (Ş.Axundova – “Gəlin qayası”) kimi yaddaqalan obrazlar yaratmışdır. Arif Babayevin ifasında bütün muğam dəstgahları səslənmiş və lentə alınaraq AzTR Fonduna daxil olmuşdur. Onun yaradıcılığında “Şur”, “Segah” muğam dəstgahları, “Arazbari”, “Qarabağ şikəstəsi” zərbi muğamları xüsusi yer tutur. Xüsusilə, “Segah” muğamını Arif Babayev təkrarolunmaz bir üslubda oxumuşdur. 1998-ci ildə “Şöhrət” ordeni ilə təltif olunmuşdur.

Məcnun rolundakı digər tədqiqat subyekti dünya şöhrətli muğam ifaçısı, Azərbaycan Respublikasının xalq artisti Alim Qasımovdur. Onun tövsiyəsi və iştirakı ilə 2018-ci ildə ABŞ-da məşhur musiqiçi Yo-yo Ma və xoreoqraf Mark Morris opera, muğam, balet və rəqs sənətlərini birləşdirərək “Leyli və Məcnun” operasının yeni interpretasiyasını dünyaya təqdim ediblər [42, 41]. Paris şəhər teatrı ilə Azərbaycanın Fransadakı səfirliyinin təşkilatçılığı, Heydər Əliyev Fondu və Beynəlxalq Muğam Mərkəzinin dəstəyi ilə Azərbaycan Respublikasının xalq artisti Alim Qasımovun və Azərbaycan Respublikasının əməkdar artisti Fərqanə Qasımovanın Paris Filarmoniyasında konserti olub və təkcə Fransada deyil, dünyanın bir çox ölkələrində dəfələrlə çıxış ediblər [35]. 2008-ci ildə Alim Qasımov “Şöhrət” ordeni ilə təltif olunmuşdur. Əliyeva Lətifəxanımın “Muğamın Meracı” adlı kitabında Alim Qasımov sənətinin gizli çalarları haqqında düşüncələr toplusunda

Azərbaycan Respublikasının xalq artisti, professor, Azərbaycan Milli Konservatoriyasının rektoru Siyavuş Kərimi belə qeyd etmişdir: “Alim Qasimov dünyanın elit sənət tamaşaçıları qaçortasındadır. O, Stinq, Santana, Yo-yo Ma kimi mahir ifaçıların, yəni onların aid olduğu qaçortanın üzvlərindən biridir” [2, s. 97].

Məcnun rolundakı digər tədqiqat subyekti daha bir muğam ifaçısı, Azərbaycan Respublikasının xalq artisti Mənsun İbrahimovdur. O, “Leyli və Məcnun” operasında ifa etdiyi Məcnun roluna görə tamaşaçılar arasında “Məcnunun Məcnunu” ləqəbi ilə tanınır. “Məcnunun Məcnunu” adlı kitabda qeyd olunur: “Mənsun İbrahimov Məcnun rolunun ifaçısı kimi 1995-ci ildə Məhəmməd Füzulinin 500 illik yubileyi münasibətilə YUNESKO-nun İraqda, Moskvada və Bakıda keçirilən silsilə tədbirlərində də iştirak etmişdir” [1, s. 48]. 2010-cu ildə Azərbaycan Prezidentinin Sərəncamına əsasən “Şöhrət” ordeni ilə təltif olunmuşdur. 30 dekabr 2020-ci ildə Azərbaycan milli musiqi sənətinin inkişafında böyük xidmətlərinə görə Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyev tərəfindən “Şərəf” ordeni ilə təltif olunmuşdur [37].

Muğam və opera janrlarında vokal səslər arasındakı akustik fərqləri müqayisə etmək üçün subyekt qismində tədqiqatımızda həmçinin opera ifaçısı, tenor, Azərbaycan Respublikasının xalq artisti Samir Cəfərov iştirak edir. Ü.Hacıbəylinin “Koroğlu” operasında Koroğlu, Cüzeppe Verdinin “Traviata” operasında Alfred və “Riqoletto”da Hersoq partiyalarını ifa edib. 2001-ci ildə Almatıda keçirilən Vokalçıların Beynəlxalq Müsabiqəsinin laureatı olmuşdur (II yer). 2002-ci ildə Moskva şəhərində “Qalina Vişnevskayanın Opera Mərkəzi”ndə təhsil almışdır. Repertuarında Avropa, Rusiya və Azərbaycan bəstəkarlarının operalarının aparıcı partiyaları, habelə mahnı və romanslar təmsil olunmuşdur. Prezident Mükafatına bir neçə dəfə layiq görülmüşdür [36].

### Metodologiya

Tədqiqatda akustik alətlərdən istifadə etməklə keyfiyyət və kəmiyyət metodologiyaları tətbiq edilir; müsahibələr, müşahidələr, perseptiv tədqiqatlar aparılır; musiqişünaslıq və vokal elmi pedaqogikasına dair elmi ədəbiyyata, o cümlədən *Journal of Voice* və *Journal of Singing* jurnallarına istinadlardan, eləcə də dünyada aparılan səs tədqiqatları nəticəsində alınmış məlumatdan və elmi sübutlardan (məsələn, *J.Sundberg, Hollien, Seidner, Schutte, Wendler & Rauhut, D. Miller, G. Miller Bloothoof & Plomp, Burns* və s.) istifadə edilir. Bundan əlavə, akustik parametrləri təhlil etmək və tezlik spektrləri üzrə enerjinin paylanmasında ümumi amilləri müəyyən etmək üçün uzunmüddətli orta spektrdən (LTAS) istifadə edilir. Dörd peşəkar dünya şöhrətli Azərbaycan muğam ifaçıları “Leyli və Məcnun” muğam operasından eyni parçaları bəmdə və zildə ifa edirlər. Tədqiqat subyektlərinin səs signalının müəyyən zaman aralığında spektral xüsusiyyətlərinə dair uzunmüddətli orta spektr (LTAS) ayrıləri diaqram şəklində qurulmuşdur. Xanəndə səslərinə dair əldə edilmiş LTAS ayrıləri diaqram şəklində üst-üstə qo-

yulmaqla səslər arasındakı akustik dəyişiklik aşkar edilmişdir. Xanəndələrin və opera ifaçısının səslərinə dair LTAS ayrılırları diaqram şəklində üst-üstə qoyulmaqla muğam və opera janrlarında səslər arasındakı akustik fərqlər müqayisə edilmişdir. LTAS ayrılırlarındakı piklərə əsaslanaraq bütün subyektlərdə, opera ifaçısı da daxil olmaqla, səs formantının varlığına və ya yoxluğuna dair təhlil aparılmışdır.

### Metod və alətlər

Akustik təhlil məqsədilə Məcnun rolunda çıxış edən bütün subyektlərin ifaları Azərbaycan Televiziyasında yazılmış və *Youtube* video paylaşma sisteminə yerləşdirilmiş video çarxlar [32, 32, 35, 38] üzərindən götürülmüşdür.

Fizioloji təhlil məqsədilə xanəndə Alim Qasimovun və xanəndə Mənsur İbrahimovun səsləri həmçinin Azərbaycan Beynəlxalq Muğam Mərkəzinin peşəkar səsyazma studiyasında lentə alınmışdır. Tenor Samir Cəfərovun səsi isə “Planet Parni iz Baku” kinostudiyasında lentə alınmışdır. Səsyazmalar üçün Behringer X32 audio mikşinq konsolu və NEWMANN U87 Ai peşəkar mikrofondan istifadə edilmişdir, diskretləşdirmə tezliyi 48000Hz. Mikrofon kalibrlənmiş və 0° düşmə bucağı ilə dodaqdan-ağıza 25 sm məsafədə və çənədən 3 sm aşağıda yerləşdirilmişdir.

Akustik məlumatlar səs fayllarının işlənməsi və təhlili üçün səs redaktoru olan *Sopran* ([www.tolvan.com](http://www.tolvan.com)) kompüter tətbiqindən istifadə etməklə toplanmışdır. Mövcud yüksək keyfiyyətli səs yazılarından orta uzunluğu 15 saniyə olan səs nümunələri götürülmüşdür. Hər bir ifaçının müxtəlif improvizasiya elementlərindən istifadə etməsi səbəbindən uzunluqda kiçik fərqlər ortaya çıxmışdır. İlk növbədə bütün səs yazılarından instrumental hissələr təcrid olunmuşdu. Yüksək keyfiyyət əldə etmək üçün 16000 Hz diskretləşdirmə tezliyi təyin edilmişdir. Kişi muğam ifaçılarının səs aparatının akustik parametrləri, xüsusən də səs gücü, səs tezliyi, səs forması, vibrato, səs diapazonu, səs tembri, səsin akustik formantları, osilloqram, spektroqram, uzunmüddətli orta spektr (LTAS) vasitəsilə toplanaraq təhlil edilmiş, daha sonra Microsoft Excel-ə köçürülmüş və diaqramlarda ümumləşdirilmişdir.

### Təhlil

#### LTAS: Bəm, aşağı diapazon: “Leyli və Məcnun” muğam operası

**İfaçı 1.** Birinci subyekt, Əbülfət Əliyevin bəm diapazonunda ifası zamanı səsinin LTAS təhlili aşağıdakıları göstərdi. Səs formantı (*singer's formant*) diapazonunun 2,5-3,3 kHs aralığında baş verə biləcəyini nəzərə alsaq, gözlənilən səs formantı diapazonunda 2698 Hz və -59 dB-də pik qeydə alınır. Bununla belə, yuxarıda göstərilən məlumat səs formantın mövcudluğunu nəzərdə tutmur, çünki vizual olaraq, diaqramdakı ən yüksək pik səs formantın gözlənilən diapazonundan əvvəl müşahidə olunur.

**İfaçı 2.** İkinci subyekt, Arif Babayevin bəm diapazonunda ifası zamanı səsinin LTAS təhlili aşağıdakıları göstərdi. Səs formantın gözlənilən diapazonunda 2698 Hs və -48 dB-də pik qeydə alınır. Qeydə alınmış pik vizual olaraq qabardığına görə, bu da səs formantın mövcudluğunu göstərir.

**İfaçı 3.** Üçüncü subyekt, Alim Qasimovun bəm diapazonunda ifası zamanı səsinin LTAS təhlili aşağıdakıları göstərdi. Səs formantın gözlənilən diapazonunda 2572 Hs və -72 dB-də pik qeydə alınır. Qeydə alınmış pik vizual olaraq qabardığına görə, bu da səs formantın mövcudluğunu göstərir.

**İfaçı 4.** Dördüncü subyekt, Mənsüm İbrahimovun bəm diapazonunda ifası zamanı səsinin LTAS təhlili aşağıdakıları göstərdi. Səs formantın gözlənilən diapazonunda 2258 Hs və -44 dB-də pik qeydə alınır. Qeydə alınmış pik vizual olaraq qabardığına görə, bu da səs formantın mövcudluğunu göstərir.

**LTAS: Zil, yuxarı diapazon: “Leyli və Məcnun” muğam operası**

**İfaçı 1.** Birinci subyekt, Əbülfət Əliyevin zil diapazonunda ifası zamanı səsinin LTAS təhlili aşağıdakıları göstərdi. Gözlənilən səs formantı diapazonunda 2635 Hs və -54 dB-də pik qeydə alınır. Bununla belə, yuxarıda göstərilən məlumat səs formantın mövcudluğunu nəzərdə tutmur, çünki vizual olaraq, diaqramdakı ən yüksək pik səs formantın gözlənilən diapazonundan əvvəl müşahidə olunur.

**İfaçı 2.** İkinci subyekt, Arif Babayevin zil diapazonunda ifası zamanı səsinin LTAS təhlili aşağıdakıları göstərdi. Gözlənilən səs formantı diapazonunda -45 dB-də müvafiq olaraq 2572 Hs və 2886 Hs tezliyi ilə piklər klasteri qeydə alınır. Qeydə alınmış piklər klasteri vizual olaraq qabardığına görə səs formantın mövcudluğunu göstərir.

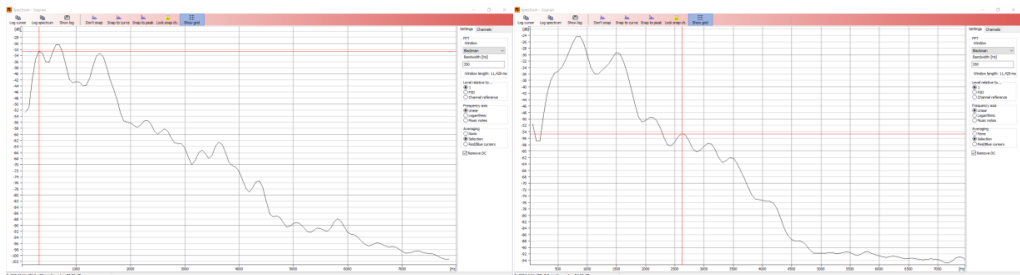
**İfaçı 3.** Üçüncü subyekt, Alim Qasimovun zil diapazonunda ifası zamanı səsinin LTAS təhlili aşağıdakıları göstərdi. Səs formantın gözlənilən diapazonunda 2509 Hs və -45 dB-də pik qeydə alınır. Qeydə alınmış pik vizual olaraq qabardığına görə, bu da səs formantın mövcudluğunu göstərir.

**İfaçı 4.** Dördüncü subyekt, Mənsüm İbrahimovun zil diapazonunda ifası zamanı səsinin LTAS təhlili aşağıdakıları göstərdi. Səs formantın gözlənilən diapazonunda 2760 Hs və -38 dB-də pik qeydə alınır. Bununla belə, yuxarıda göstərilən məlumatlar səs formantın mövcudluğunu nəzərdə tutmur, çünki vizual olaraq, diaqramdakı ən yüksək pik səs formantın gözlənilən diapazonundan əvvəl müşahidə olunur.

**Cədvəl 2. “Leyli və Məcnun” Azərbaycan muğam operasından Məcnun rolunu ifa edən xanəndələrin səslərinin və opera ifaçısının səsinin uzunmüddətli orta spektr (LTAS) göstəricilərinin ədədi ortası**

|                                               |               | Subyektlər             |                      |                      |                          |                     |
|-----------------------------------------------|---------------|------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|
|                                               |               | Xanəndə Əbülfət Əliyev | Xanəndə Arif Babayev | Xanəndə Alim Qasımov | Xanəndə Mənsur İbrahimov | Tenor Samir Cəfərov |
| Orta tezlik [Hz]                              | Pik 1         | 753                    | 690                  | 753                  | 627                      | 677                 |
|                                               | Pik 2         | 1474                   | 1317                 | 1380                 | 1600                     | 1461                |
|                                               | Pik 3         | 2635                   | 2698                 | 2604                 | 2541                     | 2557                |
|                                               | Pik 4         | 3639                   | 3639                 | 3576                 | 3608                     | 3212                |
| Səs gurluğu [dB]                              | Səs gurluğu 1 | -27,0                  | -27,5                | -34,0                | -22,5                    | -47,4               |
|                                               | Səs gurluğu 2 | -31,0                  | -35,0                | -47,5                | -34,0                    | -48,4               |
|                                               | Səs gurluğu 3 | -57,0                  | -47,5                | -59,0                | -41,0                    | -52,8               |
|                                               | Səs gurluğu 4 | -63,0                  | -48,5                | -62,0                | -46,0                    | -54,8               |
| Orta LTAS piklərin səs gurluğundakı fərq [dB] | Fərq 2-1      | -4,0                   | -7,5                 | -13,5                | -11,5                    | -1,0                |
|                                               | Fərq 3-1      | -30,0                  | -20,0                | -25,0                | -18,5                    | -15,1               |
|                                               | Fərq 4-1      | -36,0                  | -21,0                | -28,0                | -23,5                    | -19,5               |

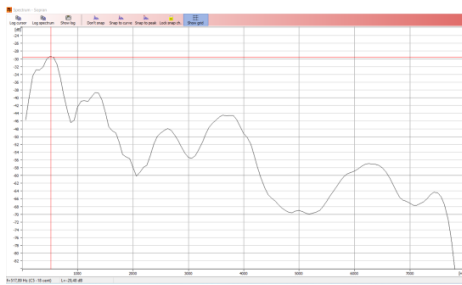
**“Leyli və Məcnun” Azərbaycan muğam operasından Məcnun rolunu ifa edən xanəndələrin səslərinin bəmdə və zildə, habelə opera ifaçısı Samir Cəfərovun səsinin spektrum təsviri**



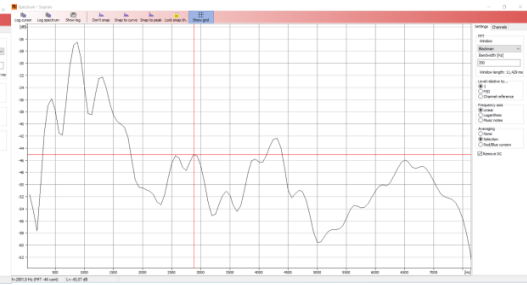
**1. Əbülfət Əliyev Bəm Spektrum F=316,1Hz**

**2. Əbülfət Əliyev Zil Spektrum F=2624,4Hz**

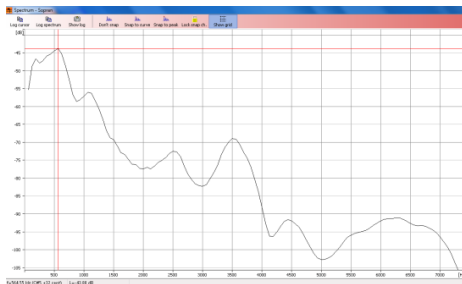




3. Arif Babayev Bəm Spektrum  $F=517,9\text{Hz}$



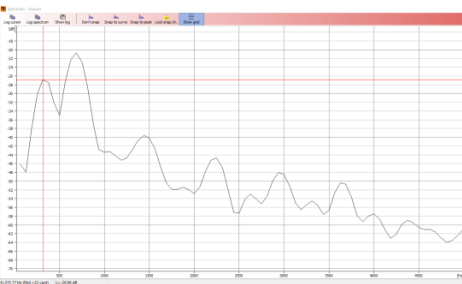
4. Arif Babayev Zil Spektrum  $F=2881,8\text{Hz}$



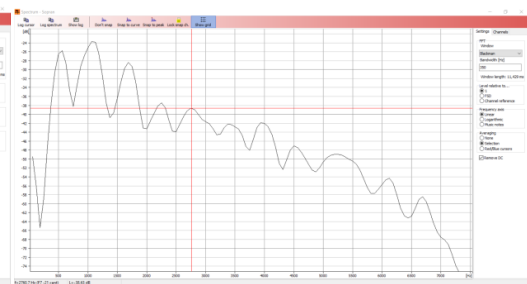
5. Alim Qasımov Bəm Spektrum  $F=564,6\text{Hz}$



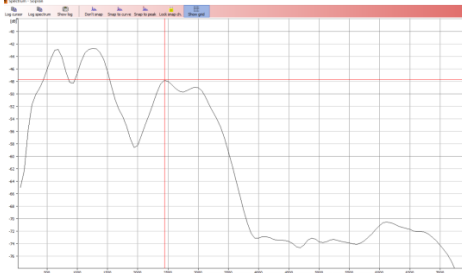
6. Alim Qasımov Zil Spektrum  $F=3501,2\text{Hz}$



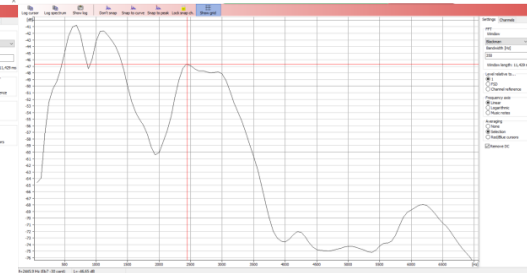
7. Mənsüm İbrahimov Bəm Spek.  $F=315,2\text{Hz}$



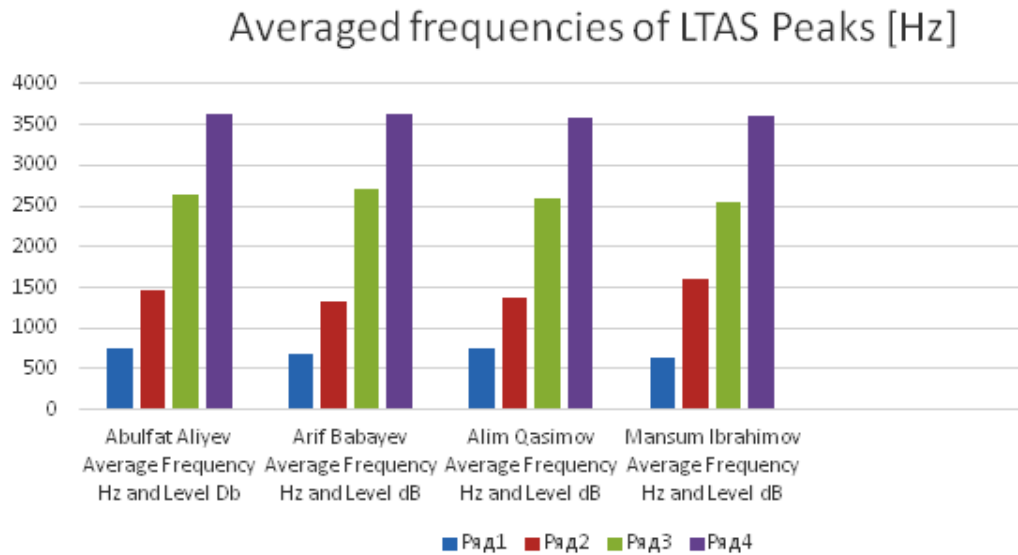
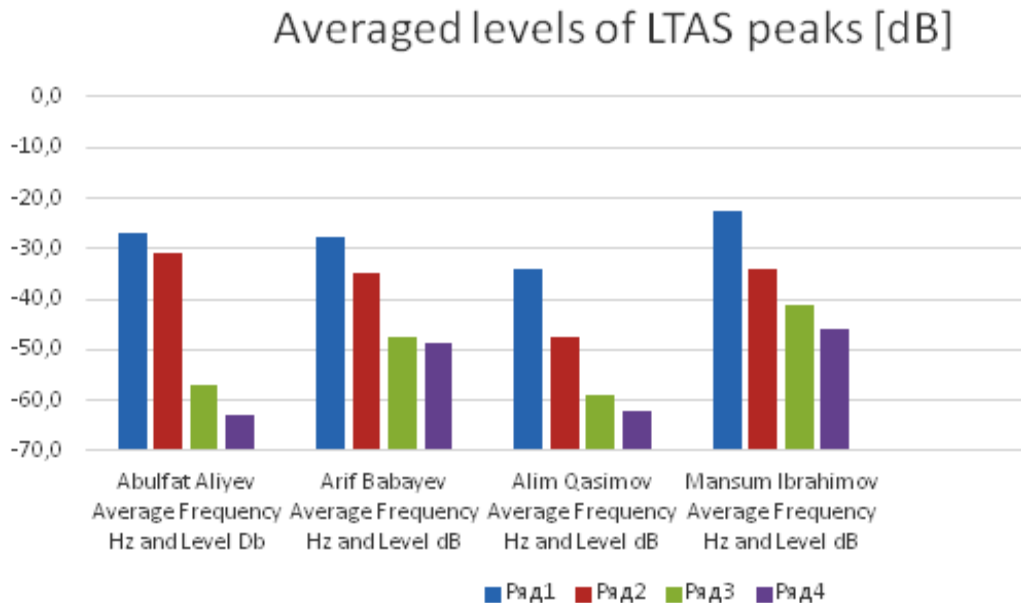
8. Mənsüm İbrahimov Zil Spek.  $F=2760,7\text{Hz}$



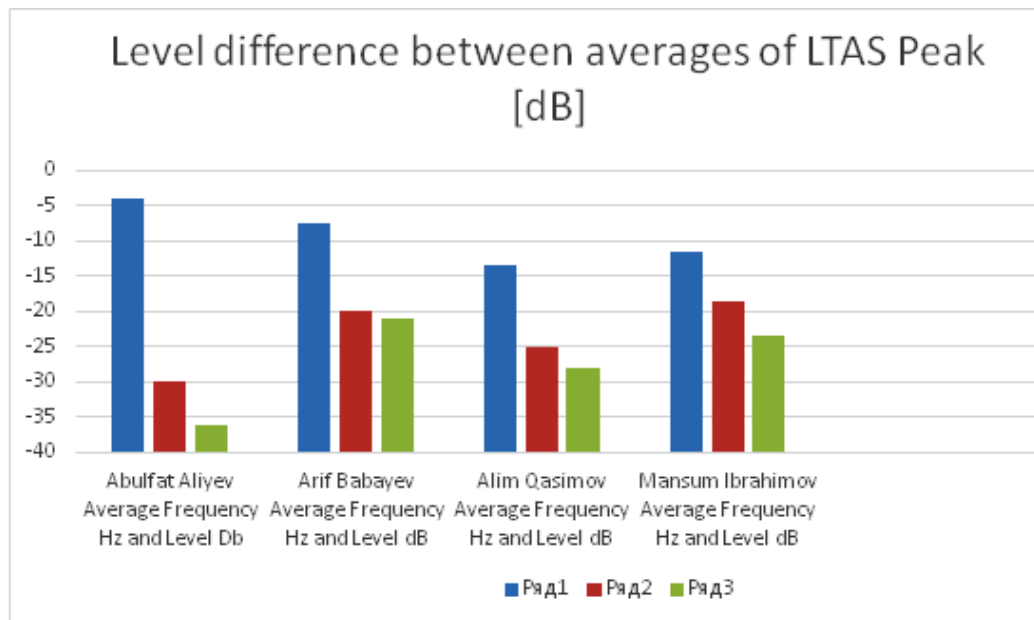
9. Samir Cəfərov Opera “Sevil” Spek.  $F=690\text{Hz}$



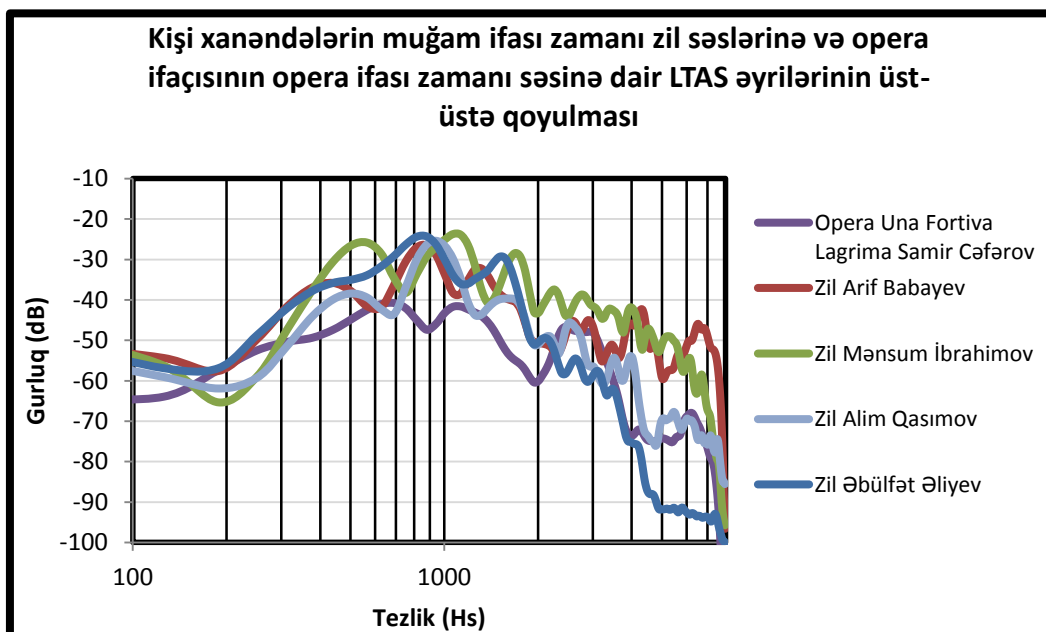
10. Samir Cəfərov Opera “Donizetti” Spek.  $F=2445,9\text{Hz}$

**Histoqram 1. Uzunmüddətli orta spektr (LTAS) piklərin orta tezliyi [Hz]****Histoqram 2. Uzunmüddətli orta spektr (LTAS) piklərin orta gurluğu [dB]**

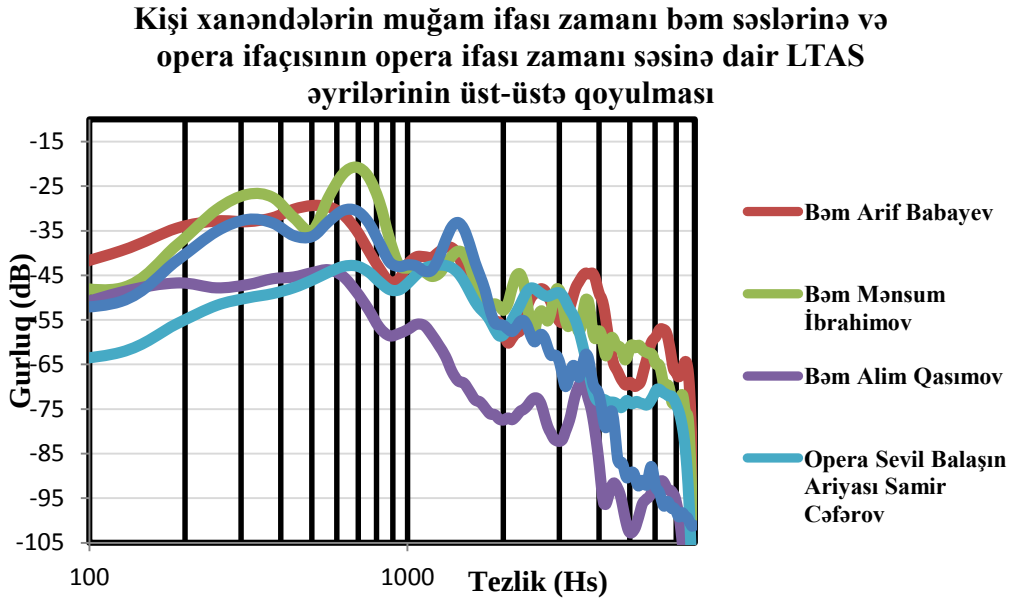
**Histogram 3. Uzunmüddətli orta spektr (LTAS) piklərin orta gurluq qiymətlərinin fərqi [dB]**



**Diagram 1. Kişi xanəndələrin muğam ifası zamanı zil səslərinə və opera ifaçısının opera ifası zamanı səsinə dair LTAS ayrılmasının üst-üstə qoyulması**



**Diaqram 2. Kişi xanəndələrin muğam ifası zamanı bəm səslərinə və opera ifaçısının opera ifası zamanı səsinə dair LTAS ayrılarının üst-üstə qoyulması**



**Müzakirə və nəticə**

LTAS vasitəsilə akustik təhlili onu göstərdi ki, “Leyli və Məcnun” Azərbaycan muğam operasından Məcnun rolunu ifa edən xanəndələrin, dünya şöhrətli Azərbaycan SSR xalq artistləri Əbülfət Əliyevin və Arif Babayevin, Azərbaycan Respublikasının xalq artistləri Alim Qasımovun və Mənsüm İbrahimovun səslərində vokal muğam materialının tonallığı, tessiturası və mətnindən asılı olaraq səs formantı (*singer's formant*) həm aşağı registrdə – bəmdə, həm də yuxarı registrdə – zildə, bəzi musiqi parçalarında aşkar olunmuşdur və bəzilərinə isə mövcud olmamışdır. Xanəndələrdən fərqli olaraq opera ifaçısı, Samir Cəfərovun ifa etdiyi bütün parçalarda səs formantı aşkar olunmuşdur.

*Inqo Titze* və *Yohan Sundberqə* görə, səs formantı qırtlağın forması və qırtlağın açılışı ilə udlağın arasındakı nisbi genişlənmə ilə sıx əlaqəlidir, yəni qırtlaq rahat, aşağı vəziyyətdə tutulduqda səsdə xüsusi “cingilti” (*ringing voice*) (səs formantı mövcud olduqda) meydana gəlir, lakin *Skott MakKoyun* təcrübəsi bunu təkzib edir. S. MakKoyun dediklərinə əsaslanaraq, fərz etmək olar ki, ifa zamanı uzadılmış qırtlaq səs formantının mövcudluğunu istisna etmir [15, s. 48]. Əgər Y. Sundberqin sözlərinə əsaslanaraq, bilirik ki, qırtlağın sabitliyi səs formantının mövcudluğundan xəbər verdiyi kimi, ifa zamanı qırtlağın yüksək mövqeyi də səs formantının yoxluğundan xəbər verir.

Digər tərəfdən, tədqiqatda bəzi musiqi parçalarında, xüsusən də aşağı bəmədən yüksək zilə keçid zamanı, səs formantının yoxluğu aşkar olunduğunu, həmçinin Məcnun rolundakı tədqiqat subyektlərinin Məcnun partiyasını elektron gücləndiricilərdən istifadə etmədən mikrofonsuz ifa etdiklərini nəzərə alsaq, sual yaranır ki, xanəndələrin səs aparatının hansı akustik xüsusiyyətləri səslərini ifa zamanı gücləndirir? Necə oldu ki, bütün dörd xanəndələrin səsi orkestr üzərindən süzülüb opera zalının son cərgələrinə kimi çatırdı?

İlk növbədə, onu qeyd etməliyik ki, Məcnun rolundakı subyektlər yeni başlayan tələbələr deyil, onlar peşəkar ifaçılar, dünya miqyasında uzun illər təcrübəsi olan xanəndələrdir, muğam ifası zamanı böyük məharətlə səsə hakim olmağı, o cümlədən qırtlağın fizioloji funksiyalarından istifadəni yaxşı bilirlər.

İkincisi, səs formantının qırtlağın endirilməsinin (sabitliyinin) nəticəsi olduğunu nəzərə alaraq demək olar ki, bəzi tədqiqat subyektləri ifa zamanı qırtlağı sabit və endirilmiş mövqedə saxlamışlar, bu da səs formantının varlığını izah edir. Klassik opera janrında ifa edən tenor Samir Cəfərov ifa zamanı qırtlağını stabil saxladığı üçün bütün musiqi parçalarında səs formantı aşkar olunmuşdur.

Bəzi musiqi parçalarında səs formantının olmamasına, lakin buna baxmayaraq orkestr üzərindən yüksək və parlaq səsin çıxmasına gəldikdə isə, fərz edə bilərik ki, tədqiqat zamanı Məcnun rolundakı muğam ifaçıları aşağı diapazonda, yəni bəmdə, sinə səsinə istifadə edirdi, daha sonra isə sinə səslərini yuxarı diapazona, zilə qaldırırdılar.

Qeyd etməliyik ki, səs formantı nitq yolunun fizioloji quruluşundan çox asılıdır. Bütün akustik təbiiqlər, o cümlədən LTAS təhlili, akustik parametrləri ölçərkən və səs signallarını hesablayarkən, səs aparatının fiziki fəaliyyətini əks etdirir ki, bu da səs formantı haqqında olan sualları aydınlaşdırmağa kömək edir. Çoxsaylı çarpaz akustik və fizioloji tədqiqatlar göstərdi ki, qırtlağın qaldırılması sinə səsinin baş registrə uzanması nəticəsində, baş registrə keçmədən, yəni CT (krikotiroid) əzələsindən istifadə etmədən baş verir. Bu zaman səs formantı həmişə müşahidə olunmur və bu texnika əvvəllər göstərilən bir çox fərqli xalq janrlarında istifadə olunur. Tədqiqat zamanı müəyyən olub ki, Məcnun rolundakı muğam ifaçıları bəzi musiqi parçalarında bəmdən zilə keçərkən TA (tiroaritenoid əzələ) dominant rejimə üstünlük verirlər.

Donald Qrey Miller özünün “*Resonance in singing: voice building through acoustic feedback*” kitabında sinə və baş registrlərinin funksiyasını izah edir [16, s. 50, 59-78]. Dr. D. Q. Miller yazır ki, sinə registri – dominant tiroaritenoid əzələdir (thyroarytenoid muscle, TA) və bu rejimdə səs telləri qısalır və qalınlaşır. Digər tərəfdən, baş registrində krikotiroid əzələsi (cricothyroid muscle, CT) üstünlük təşkil edir və səs telləri uzanır və sərtləşir [16, s. 50, 59-78].

Digər klassik səs tədqiqatçısı, Riçard Miller qeyd edir ki, klassik ifada müğənnilər vokal xəttin leqato, gözəlliyi və hamarlığı məqsədi ilə sinə və baş registrləri arasındakı keçidləri hamarlaşdırmağa çalışırlar. Bununla belə, bəzi mü-

ğənnilər registrləri birləşdirərkən səslərini ya dominant tiroaritenoid əzələ (TA) və ya dominant krikotiroid əzələ (CT) ilə çıxarırlar [17, s. 287-290]. Dr. R. Miller izah edir ki, bir rejimdən digərinə keçid zamanı baş verən əzələ dəyişiklikləri balansın yaradılmasında və təsvir olunan iki registr rejiminin birləşdirilməsində mühüm rol oynayır. Eyni zamanda, o qeyd edir ki, akustik amillər də rejimlərin birləşməsinə, eləcə də səsə *passagio* vasitəsilə keçidinə mühüm və bir-birindən asılı təsir göstərir. Təcrübəsiz tələbələr bir rejimdən digərinə keçid zamanı səslərinə nəzarət etmirlər. Lakin, təlim keçmiş peşəkar müğənnilər iki rejim arasında asanlıqla keçid edir, həmçinin, bədii məqsədlər üçün bir rejimi digərinin üzərindən istifadə edə bilirlər. Vokal pedaqoji terminologiyada bir rejimin digərinə nəzərən daha çox üstün tutulmasına miksinq deyilir. Miksinq zamanı vokal balansını saxlamaq məqsədilə müğənnilər çox vaxt dominant tiroaritenoid (TA) və ya dominant krikotiroid (CT) yanaşmalar arasında seçim etməli olurlar. Bəzi hallarda bu, həm də vokal materialının vokal repertuarından, tonallığından, tessiturasından və mətnindən asılıdır.

Klassik opera ifaçıları sözləri yüksək emosiya ilə ifadə etmək üçün çox vaxt güclü sinə səsindən, yəni dominant tiroaritenoid (TA) yanaşmasından istifadə edirlər. Bu yanaşma həmçinin, bas, bariton, tenor və ya altonun yüksək diapazonunda da aşkar edilə bilər. İfaçılara qırtlağı qaldırmadan nisbətən yüksək səs diapazonunda sinə səsindən istifadə etməyi öyrətmək lazımdır ki, orkestrin müşahidəsi fonunda sinə səsi eşidilsin.

Bu səbəbdən belə nəticə çıxarılır ki, tədqiqat zamanı Məcnun rolundakı muğam ifaçıları muğamı bəmdə ifa edərkən sinə registrindən (dominant tiroaritenoid əzələ (TA) rejimindən) istifadə edirdilər, bu cür ifa zamanı çoxsaylı aşağı obertonlar əmələ gəlir və hər birinin özünəməxsus individual akustik spektrə malik olmasına baxmayaraq onların səslərində isti məxməri rənglər üstünlük təşkil edir. Yəni bu fonasiya rejimində təkcə bəmdə deyil, həm də zildə dominant tiroaritenoid (TA) yanaşması üstünlük təşkil edir. Muğam ifaçıları zildə oxuyarkən sözləri yüksək emosiya ilə ifadə etmək üçün çox vaxt güclü sinə səsindən, yəni dominant tiroaritenoid (TA) yanaşmasından istifadə edirlər, ona görə də bəzi hallarda xanəndə qırtlağını sabit mövqedə saxlamır və beləliklə, səsdə səs formantı əmələ gəlmir.

Tədrisən bəmdən orta zilə keçərkən peşəkar xanəndə sinə səsini *break* üzərindən və ya *passaggio* vasitəsilə qaldırır. Yəni, onlar əsasən TA əzələsini baş registrinə uzadırlar ki, bu da daha əvvəl LTAS analizində sübut olunduğu kimi səs formantının mövcud olmamasını göstərir. Bu cür ifa, qırtlağın funksiyasından maksimum istifadə etməklə TA əzələsinin cəlb edilməsini nəzərdə tutur, vokal pedaqogikada buna qırtlaq ifası deyilir. Səs aparatının bu cür konfigurasiyasına amplituda vasitəsilə nail olunduğu güman edilir. Lakin xanəndələr daha lirik musiqi parçalarını ifa edərkən səs formantı mövcud olmuşdur, və bu onunla bağlıdır

ki, peşəkar müğənnilər iki rejim arasında asanlıqla keçid edə bilirlər. Yəni həm TA, həm də CT əzələlərindən istifadə edərək miksinq edirlər.

Klassik opera rejimində ifa etdiyi üçün Samir Cəfərovun akustik spektrində aydın formant zonaları, xüsusən də səs formantı üstünlük təşkil edir. F3, F4, F5 formantları bir birinə yaxın qruplaşaraq vahid pik şəklində aydın görünür və LTAS təhlili zamanı spektrumda əks olunur.

Məcnun rolundakı muğam ifaçılarının səsinin akustik spektri müəyyən edilmiş formant bölgələrində daha genişdir. Muğam səslərində harmonikləri 7-8 kHs-ə qədər müşahidə etmək olur. Zildə, baş səsdə, 4 kHs-ə qədər yuxarı harmoniklər güclüdür, daha sonra isə bir qədər dağılır. Maraqlıdır ki, klassik ifadə baş səsdə ilk iki harmoniklər əslində muğam səslərinə nisbətən daha güclüdür. Məcnun rolunu ifa edən xanəndə səslərinin tembrini subyektiv olaraq nitqə bənzər şəkildə modeləşdirilmiş, üfqi saitlərlə zəngin, parlaq, bəzən cingiltili kimi təsvir etmək olar (klassik modeldə üstünlük verilən hündür, dairəvi saitlərdən fərqli olaraq).

Məcnun rolundakı xanəndə səslərinin və opera ifaçısının səsinin akustik təhlili və müqayisəsi üç ehtimalla nəticələndi:

1. Muğam ifasında daraldıcı əzələlər bir qədər daralaraq udlağın daralmasına gətirir. Muğamın zil ifasında udlaq daralır, bu da daha parlaq və cingiltili səsə oxumağa imkan verir. Lakin, klassik opera ifasında mülayim rezonanslı səs çıxarmaq üçün boğaz maksimum rahatlaşdırılır və genişlənir ki, bu da opera ifaçısı Samir Cəfərovda opera janrına məxsus hamar leqato və balanslaşdırılmış vibratonu müşahidə etməyə imkan verdi.

2. Tədqiqat subyektləri, yəni xanəndələr, zildə oxuyarkən dodaqları üfqi sait vəziyyətini alır, qırtlağı bir qədər və ya çox qaldırıqda səs yolları qısaldır. Qısa rezonatorlar uzun rezonatorlara nisbətən yüksək tezlikləri daha çox gücləndirir.

3. LTAS yüksək harmoniklərdə artan amplituda nümayiş etdirir, bu bizə zildə oxuyan muğam ifaçılarının (subyektlərin) yüksək qapalı əmsallara malik olduğunu göstərir ki, bu da səs yarığında parlaq səs formalaşmasına kömək edir.

Səs təbiətdən gələn orijinal alət sayılır. İnsanın səs aparatı digər musiqi alətlərindən yalnız ona görə fərqlənir ki, o, bioloji varlığımızın bir hissəsidir. O, sahibinin ifa üçün istifadə etdiyi canlı toxumadan ibarət instrumentdir. Nitq aləti kimi insan səsi müxtəlif tonlar yaradır və çoxtonallıq və hətta “zərb aləti” (perkussiya) (Qeyd № 3) [21, s. 1] xüsusiyyətlərinə malikdir. Struktur baxımından çox mürəkkəb orqan olan insanın səs aparatı son dərəcə özünəməxsus fiziki, fizioloji və akustik xüsusiyyətlərə malikdir. Məcnun rolunu ifa edən xanəndələr səslərinin tam diapazonunu və gücünü məşq yolu ilə inkişaf etdirdiklərinə görə səsləri canlıdır və bəzi unikal ifadəli xüsusiyyətlərə malikdir. Muğam ifaçılarının səs aparatının iş prinsipini və səs əmələ gəlməsinin ümumi qanunlarını başa düşmək üçün anatomiyanın əsasları, səs aparatının fizioloji və akustik xüsusiyyətləri müəllifin fəlsəfə doktoru dissertasiya işinin çərçivəsində daha dərinlən araşdırılmağa davam edir.

**Qeydlər:****Qeyd №1**

Мараги А. Фаваид-и ашара. Рукопись трактата. Стамбул, Библиотека музея «Нуросманийе», № 3651. (Здесь и далее все сведения приводятся на основе авторского перевода трактата с персидского на русский)

**Qeyd №2**

Частично эта тема отражена в статье: Агаева С. Об особенностях вокально-инструментальной музыки средневекового Востока и инструментального мугама // Вестник Казахской национальной консерватории им. Курмангазы. Алматы, 2016. № 2 (11). с. 11, 12.

**Qeyd №3**

“Bitboks” termini ümumiyyətlə vokal perkussiyanı (zərb alətinin səsinə) ifadə etmək üçün istifadə edilir.

**Qeyd №4**

Oktavaların qeydiyyatı xarici musiqişünaslıqda qəbul olunmuş sıralamaya nəzərən işarələnib. Subkontr oktavadan 5-ci oktavaya qədər oktavalar ardıcıl nömrələnir.

**ƏDƏBİYYAT:**

1. Çəmənli M. Məcnunun Məcnunu. Bakı: Təhsil Nəşriyyatı, 2010, s. 239
2. Əliyeva L. Muğamın Məracı: Alim Qasimov sənətinin gizli çalarları haqqında düşüncələr. Bakı : Şərq-Qərb, 2017, s. 168
3. Fərhadova S.M. Azərbaycan muğam-dəstgahının tarixi kökləri. B.: Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondu, 2018, 198 s.

**Xarici dillərdə:**

4. Adams L.L. Who's Afraid of the Market? Cultural Policy in Post-Soviet Uzbekistan // The Journal of Arts Management, Law and Society. 2000. № 30(1). p. 29-41
5. Cleveland T. Acoustic properties of voice timbre types and their influence on voice classification. // The Journal of the Acoustical Society of America, 1977: (61); p.1622-1629
6. Dmitriev L; Kiselev A. Relationship between the formant structure of different types of singing voices and the dimension of supraglottal cavities. // Folia Phoniatr (Basel). 1979: (31); p.238-241
7. Doscher B. M. The Functional Unity of Singing Voice. Metuchen, N.J., Lanham, M.D. : Scarecrow Press, 1994, p. 331
8. Fant G. Acoustic theory of speech production. The Hague: Mouton; 1960 p. 323
9. Fineberg J. Guide to the Basic Concepts and Techniques of Spectral Music. // Contemporary Music Review, 2000, Vol. 19, Part 2, p. 81-113
10. Hurme. P. Acoustic studies of voice variation [Ph.D. thesis]. Jyväskylä, Finland: University of Jyväskylä; 1996 p. 148



11. Kitzing P. LTAS criteria pertinent to the measurement of voice quality. // Journal of Phonetics, 1986:(14); p.477-482
12. Löfqvist A. The long-time-average spectrum as a tool in voice research. // Journal of Phonetics, 1986:(14); p.471-475
13. Löfqvist A; Mandersson B. Long-time average spectrum of speech and voice analysis. // Folia Phoniatr (Basel). 1987: (39); p.221-229
14. Martin T. An Affirmative-Action Empire: Nations and Nationalism in the Soviet Union, 1923-1939. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2001, p. 496
15. McCoy S. J. Your Voice, an Inside View: Multimedia Voice Science and Pedagogy. Princeton, N.J.: Inside View Press, 2004, 2005, 2006, p. 182
16. Miller D. G. Resonance in singing: voice building through acoustic feedback. Princeton, New Jersey, USA: Inside View Press, 2008:50 p. 130
17. Miller R. The Structure of Singing: System and Art in Vocal Technique. New York: Schirmer Books, 1986, p.372
18. Moradi N., Maroufi N., Bijankhan M. et al. Long-Term Average Spectra of Adult Iranian Speakers' Voice. // Journal of Voice, 2014; 28 (3); p. 305-310
19. Novak A., Dlouha O., Capkova B., et al. Voice fatigue after theater performance in actors. // Folia Phoniatr (Basel). 1991:(43); p.74-78
20. Peterson G.E., Barney H.L. Control methods used in a study of the vowels. // Journal of the Acoustical Society of America, , 1952, Vol. 24, p. 175-184
21. Stowell D., Plumbley M. D. Characteristics of the beatboxing vocal style. Technical report C4DM-TR-08-01, Centre for Digital Music, Dep. of Electronic Engineering, Univ. of London, London, p. 1-4
22. Sultan von Bruseldorff A. An acoustic analysis of bam and zil singing by Azerbaijan female mugham singers using the long-term average spectrum (LTAS) / conference proceedings of the I International Scientific and Practical Conference “Musical Traditions in Globalizing World”, Azerbaijan National Conservatory, Baku, Azerbaijan, 2017. full paper published on [URL:http://konservatoriya.az/konfrans/2017.pdf](http://konservatoriya.az/konfrans/2017.pdf) p. 75-82
23. Sundberg J. Articulatory interpretation of the “singing formant.” // The Journal of the Acoustical Society of America, 1974: (55); p.838-844
24. Sundberg J. Level and center frequency of the singer's formant. // Journal of Voice, 2001;15 (2): p.176-186
25. Sundberg J. The Science of the Singing Voice. DeKalb, III. : Northern Illinois University Press, 1987, p. 216
26. von Helmholtz H., Ellis A. J. On the sensations of tone as a physiological basis for the theory of music. 3rd English ed. London ; New York : Longmans, Green, 1895, p. 576
27. Williams R.C. The Nationalization of Early Soviet Culture // Russian History. 1982. № 9 (2/3), p. 157–172
28. Абасова Э., Касимов К. Узеир Гаджибеков – музыкант-публицист // Искусство Азербайджана. – Б.: Издательство Академии наук Азербайджанской ССР, 1968. – Т. XII. с. 5-20

29. Агаева С.Х. О классификации звука и вокальном исполнительстве в трактатах Абдугадира Мараги. / Материалы международной научной конференции «Мысль о музыке в авраамических традициях – 2019. Концепции звука & звучания с древнейших времен к XXI веку» (Москва, 6-7 ноября) /Отв. ред. Г.Б. Шамилли. – М.: Государственный институт искусствознания, 2019, 248 с.
30. Стулова Г.П. Акустические основы вокальной методики: учебное пособие для студентов магистратуры музыкальных факультетов педагогических факультетов. Санкт-Петербург : Лань : Планета музыки, 2015, с. 121
31. Шушинский Ф. Народные певцы и музыканты Азербайджана. М.: Советский композитор, 1979, 200 с.

### Saytoqrafiya:

32. Alim Qasimov və Mələkxanım Eyyubova – “Leyli və Məcnun” Operası <https://www.youtube.com/watch?v=sRYFpX1VoSE> (giriş, Mart 2021)
33. Arif Babayev və Rübabə Muradova – “Leyli və Məcnun” Operası <https://www.youtube.com/watch?v=8egCHIXxuBM> (giriş, Aprel 2021)
34. Dünya şöhrətli muğam ifaçısı Alim Qasimovun Paris Filarmoniyasında konserti olub <https://mehribanaliyeva.preslib.az/media-2opt57hsxd.html>
35. Əbülfət Əliyev və Sara Qədimova – “Leyli və Məcnun” Operası 1956 <https://www.youtube.com/watch?v=GkB736r-WZM> (giriş, Aprel 2021)
36. İncəsənət xadimlərinə Azərbaycan Respublikası Prezidentinin mükafatlarının verilməsi haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Sərəncamı <https://president.az/az/articles/view/55974>
37. M.İ.İbrahimovun “Şərəf” ordeni ilə təltif edilməsi haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Sərəncamı <https://president.az/az/articles/view/49759>
38. Mənsüm İbrahimov Nəzakət Teymurova – “Leyli və Məcnun” Operası 2011 <https://www.youtube.com/watch?v=Fx8kkTSzzM4> (giriş, May 2021)
39. Muğam ifaçılığında Əbülfət Əliyev dəst-xətti <https://medeniyyet.az/page/news/37077/Mugam-ifaciliginda-Ebulfet-Eliyev-destxetti.html>
40. Sultan von Bruseldorff A. An Acoustic analysis of bam and zil singing by female Azerbaijani mugham singers using the long term average spectrum (LTAS) // International Conference of Students of Systematic Musicology (SysMus14), Goldsmith University of London, UK, 2014. [URL:https://journals.gold.ac.uk/index.php/sysmus14/article/view/225](https://journals.gold.ac.uk/index.php/sysmus14/article/view/225)
41. Десятилетие проекта «Шелковый путь» виолончелиста Йо-Йо Ма (На концертах в Северной Америке звучит музыка композиторов Азербайджана, Узбекистана и США) (недоступная ссылка). Государственный департамент США. Дата обращения: 18 июня 2010. Архивировано 19 августа 2011 года. URL:<https://www.america.gov/st/arts-russian/2009/March/200903201349082ECaganarA0.7819635.html>
42. Опера «Лейли и Меджнун» покорит США URL:<http://www.1news.az/culture/20090228115852206.html>
43. Опера «Лейли и Меджнун» Электронная энциклопедия Узеира Гаджибекова. URL: <http://uzeyirbook.musigi-dunya.az/ru/data.pl?id=374&lang=RU>

Александрия Султан фон Брюсельдорфф  
Докторант Азербайджанской национальной консерватории

**АКУСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОЛОСОВ ВЫДАЮЩИХСЯ ХАНЕНДЕ,  
ИСПОЛНЯЮЩИХ РОЛЬ МЕДЖНУНА ИЗ МУГАМНОЙ ОПЕРЫ  
«ЛЕЙЛИ И МЕДЖНУН» У.ГАДЖИБЕЙЛИ**

**Резюме:** В статье представлен акустический анализ голосов выдающихся ханенде, исполняющих роль Меджнуна из Азербайджанской национальной оперы «Лейли и Меджнун» У.Гаджибейли, с применением долгосрочного среднего спектра (LTAS). Объектами нашего исследования являются исполнители партии Меджнуна - известные ханенде - народные артисты Азербайджанской ССР Абульфат Алиев и Ариф Бабаев, народные артисты Азербайджанской Республики Алим Гасымов и Мансум Ибрагимов. В ходе исследования были построены кривые LTAS для определения общих факторов в распределении энергии по частотным спектрам голоса каждого субъекта, кривые LTAS были наложены в виде диаграммы для выявления различий в акустических параметрах голосов ханенде. Кроме того, чтобы показать акустические различия между голосами исполнителей в мугамном и оперном жанрах, кривые LTAS голосов ханенде и оперного певца, тенора, народного артиста Азербайджанской Республики Самира Джафарова были также представлены в виде диаграммы. В статье также рассматривается анализ долгосрочного среднего спектра (LTAS), который отражает наличие или отсутствие певческой форманты (*singer's formant*) у всех субъектов, в том числе у оперного певца. Акустический анализ с помощью LTAS показал, что в зависимости от тональности, тесситуры и лирики вокального мугамного материала в некоторых музыкальных отрывках как в нижнем регистре - баме, так и в верхнем регистре – зиле - певческая форманта выявлялась, а в некоторых - не выявлялась. В отличие от ханенде, певческая форманта была обнаружена во всех отрывках, исполненных оперным певцом Самиром Джафаровым.

**Ключевые слова:** мугам, ханенде, акустический анализ, LTAS, мугамная опера «Лейли и Меджнун», певческая форманта

Alexandria Sultan von Bruseldorff  
Doctoral student of the Azerbaijan National Conservatory

**ACOUSTIC ANALYSIS OF THE VOICES OF THE WORLD-RENOWNED  
KHANENDE PERFORMING THE ROLE OF MAJNUN FROM THE MUGAM-  
OPERA "LEYLI AND MAJNUN" U.HAJIBEYLI**

**Summary:** The article presents an acoustic analysis of the voices of world-renowned mugham singers performing the role of Majnun from the Azerbaijan National Opera "Leyli and Majnun" U.Hajibeyli, using the long-term average spectrum (LTAS).

*The objects of our research are the performers of the role of Majnun, khanende, the world-famous people's artists of the Azerbaijan SSR Abulfat Aliyev and Arif Babayev, people's artists of the Azerbaijan Republic Alim Gasimov and Mansum Ibrahimov. In the course of the study, LTAS curves were built to determine the common factors in the distribution of energy across frequency spectra of the voice of each subject; the LTAS curves were superimposed in the form of a diagram to identify differences in the acoustic parameters of the khanende's voices. In addition, to show the acoustic differences between the voices of performers in the mugham and opera genres, the LTAS curves of the voices of the khanende and the opera singer, tenor, people's artist of the Azerbaijan Republic Samir Jafarov were also superimposed in the form of a diagram. The article also discusses the analysis of the long-term average spectrum (LTAS), which reflects the presence or absence of a singer's formant in all subjects, including an opera singer. Acoustic analysis using LTAS showed that depending on the tonality, tessitura, and lyrics of the vocal mugham material, in some musical pieces, both in the lower register - bam, and in the upper register - zil, the singer's formant was observed, and in some, it was not observed. Unlike the khanende, the singer's formant was found in all excerpts performed by the opera singer Samir Jafarov.*

**Keywords:** *mugham, khanende, acoustic analysis, LTAS, mugham opera “Leyli and Majnun”, singer's formant*

**Rəyçilər:**

sənətşünaslıq üzrə fəlsəfə doktoru, professor Lalə Hüseynova  
sənətşünaslıq üzrə fəlsəfə doktoru, professor Fəttah Xəlizadə