

## KİBERTƏHLÜKƏSİZLİYİN TƏMİN OLUNMASINDA SƏS BİOMETRİYASI XÜSUSİ VASİTƏ KİMİ

**siy.e.ü.f.d., dosent Fətəli Abdullayev**

<https://orcid.org/0009-0009-3534-4448>

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası nəzdində Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzi*  
[fataliabdullayev66@gmail.com](mailto:fataliabdullayev66@gmail.com)

**fil.ü.f.d., dosent Nəzakət Qaziyeva**

<https://orcid.org/0000-0002-8099-4273>

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası İ.Nəsimi adına Dilçilik İnstitutu*  
[n.qazi@inbox.ru](mailto:n.qazi@inbox.ru)

**Xülasə.** Məqalədə kibertəhlükəsizlik sahəsində multimodal biometrik sistemin elementi kimi səs biometriyasının əhəmiyyətindən, tətbiq imkanlarından bəhs olunur, eləcə də şəxsiyyətin identifikasiyası üçün nitq siqnalının əks etdirdiyi fərdi xüsusiyyətlər və sabit parametrlər təhlil edilir. Saitlərin akustik təsnifatında formantların faktiki tezlik xüsusiyyətləri ilə yanaşı, sait spektrində formantların yerləşmə xüsusiyyətləri mühüm eyniləşdirmə göstəricisi kimi təhlil olunur, ayrı-ayrı dialektlərdə həm seqment, həm də superseqment səviyyədə müşahidə olunan fərqli akustik göstəricilər araşdırılır, bu fərqlərin səslərin kəmiyyət və keyfiyyət göstəriciləri, eləcə də prosodiya ilə bağlı hallarda aşkarlandığı qənaətinə gəlinir.

Nitq traktının həndəsi konfigurasiyası ilə şərtlənən fərqli akustik keyfiyyətlər sayəsində nitq siqnalı identifikasiya vasitəsi kimi “açar” rolu oynayan xüsusi biometrik göstəriciləri özündə əks etdirir. Məqalədə bu tip akustik “açar” kimi çıxış edən nazal səslər, onların saitlərlə koartikulyasiya sahəsində formant göstəricilərində müşahidə olunan dinamik proseslər, nazallaşma əlamətinin meydana çıxdığı saitlərdə antiformant xüsusiyyətləri kimi məsələlər də araşdırılır.

Məqalədə səs biometriyası vasitəsilə regional, fərdi və milli xüsusiyyətlərin müəyyən olunması ilə bağlı məqamlara toxunulur, bu istiqamətdə tədqiqatların əhəmiyyəti vurğulanır.

**Açar sözlər:** kibertəhlükəsizlik, səs biometriyası, fonoskopiya, eksperimental fonetika, nitq siqnalının akustik parametrləri

### Giriş

Müasir dövrdə nitq texnologiyaları ilə bağlı tədqiqatlar tətbiq sahəsinin genişliyinə görə xüsusi aktualıq kəsb edir. Yeni texnologiyaların istifadəsi ilə nitq siqnalının təhlili nitqin sintezi, tanınması və identifikasiyası kimi bir çox sahələrin də inkişafına təkan vermişdir. Müasir fonoskopik tədqiqatlarda müxtəlif metod və yanaşmalar, həmçinin nitq siqnalı vasitəsilə sosial, milli, yaş, gender və s. amillərin müəyyən edilməsi mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Son zamanlar bu sahənin inkişafı, regional, milli və qlobal informasiya məkanında mövcud sistemlərin zəifliyi yeni təhlükələrin yaranmasına səbəb olmuşdur ki, bu da informasiya və telekommunikasiya sistemlərinin yanlış istifadəsi ilə əlaqələndirilir.

Şəxs haqqında biometrik məlumat əldə etmək üçün təmamsız, etik cəhətdən düzgün üsul hesab olunan və səs biometriyasına əsaslanan texnologiya informasiya təhlükəsizliyi, kriminalistika, məhkəmə ekspertizası, radiokəşfiyyat, əks-kəşfiyyat, antiterror monitorinqi, tibbi diaqnostika və proqnoz kimi sahələrdə tətbiq olunur. Biometrik autentifikasiyanın bir forması kimi səsin tanınması bir sıra unikal səs xüsusiyyətləri əsasında şəxsiyyəti müəyyən etməyə imkan verir. Səsin keyfiyyəti, ümumiyyətlə, natiqin nitqinə aid kvazi xüsusiyyətləri ehtiva edir [1]. Səsin bu cür uzunmüddətli xarakterik xüsusiyyətləri bir sıra qırtlaq və supralaringal quruluş və fəaliyyətlərin nəticəsidir [2].

Biometrik məlumatlar autentifikasiya zamanı şəxsiyyətin tanınması üçün istifadə olunan unikal məlumatlardır. Belə parametrlərə üz təsvirləri, gözün qüzehli qişası, səs nümunələri, barmaq izi və s.

daxildir. İlk dövrlərdə yalnız hərbi sirləri və həssas biznes məlumatlarını qorumaq üçün istifadə olunan biometrik təhlükəsizlik sistemləri, artıq hava limanları, iri ticarət mərkəzləri və insanların sıx topladığı digər yerlərdə də geniş şəkildə tətbiq olunur. Bu isə, öz növbəsində yeni cihaz və texnologiyaların yaranmasına gətirib çıxarmışdır.

Səsin klonlaşdırılması və nitq sintezi texnologiyalarının sürətli inkişafı kibertəhlükəsizlik sahəsində səs biometriyasından istifadə ilə bağlı mənfi halların meydana çıxmasına səbəb olmuşdur. Belə ki, saxta səs yazısından istifadə edərək, biometrik autentifikasiya sisteminin aldadılması ehtimalı bəzi hallarda təsdiqlənir. Bu səbəbdən, son zamanlar kibertəhlükəsizlik sahəsində multimodal biometrik sistemin istifadəsi aktualıq kəsb edir. Biometrik sistemin elementi kimi səs biometriyasının araşdırılması və inkişaf etdirilməsi isə xüsusi maraq doğuran məsələlərdəndir.

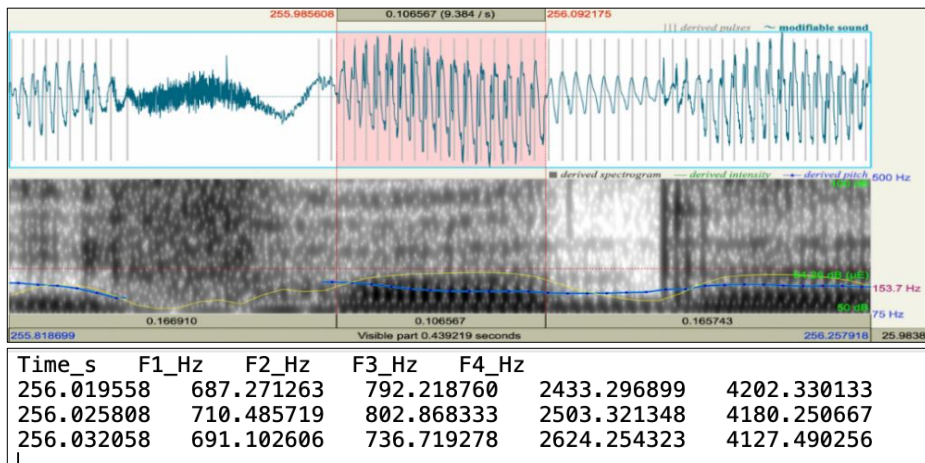
### Əsas hissə

Mürəkkəb və çoxtərəfli proses olan nitqin təhlili fərqli elm sahəsi və müxtəlif sahələr üzrə elmi nailiyyətlərin istifadəsi ilə multidissiplinar tədqiqatın aparılmasını şərtləndirir.

Nitq aparatında və tənəffüs sistemi orqanlarında baş verən dəyişikliklər səsin akustik xüsusiyyətlərində dəyişikliyə və səs vasitəsilə şəxsiyyətin identifikasiyasında bir sıra çətinliklərin meydana çıxmasına səbəb olur. Odur ki, nitq aparatı ilə bağlı patologiyalar və tibbi müdaxilə nəticəsində səsin akustik xüsusiyyətlərində müvəqqəti və qalıcı dəyişikliklərin müəyyən edilməsi bir çox problemlərin həlli baxımından faydalı ola bilər.

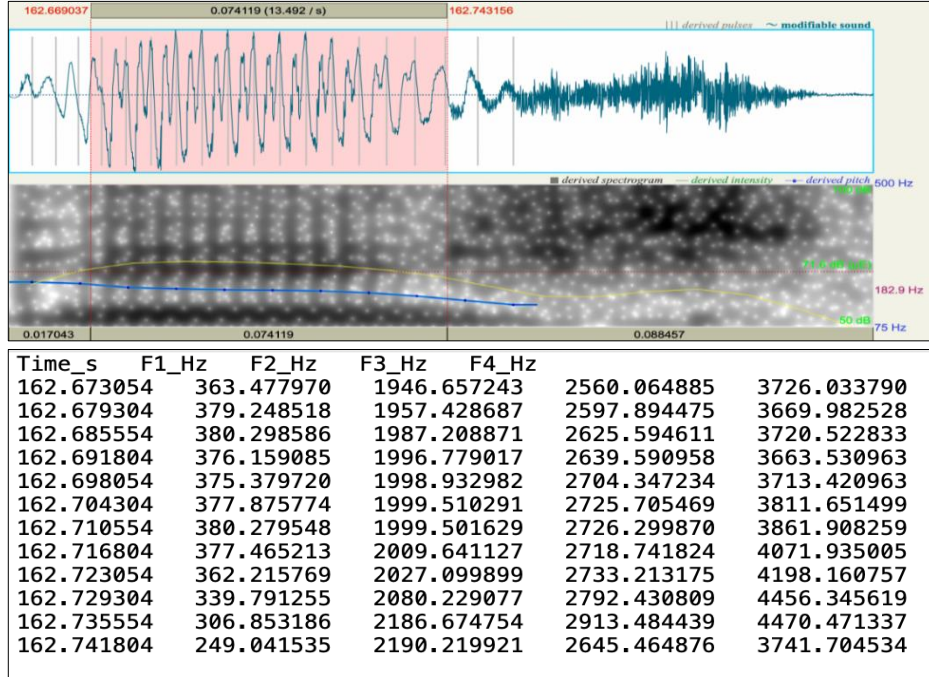
Fonoskopik tədqiqatlarda identifikasiya vasitəsi kimi çıxış edən nitq signalı xüsusi biometrik göstəricilər sayəsində “açar” rolunu oynayır. Nitq traktının (qırtlaqdan dodaqlara qədər səslərin artikulyasiya oluna biləcəyi boşluq – F.A.; N.Q.) həndəsi konfigurasiyası ilə müəyyən edilən müxtəlif akustik keyfiyyətlər spektrogramda əks olunur. Saitlərin akustik xüsusiyyətləri rezonator rolunu oynayan supralarinqal boşluğun xüsusiyyətləri ilə müəyyən edilir. Rezonans tezlikləri boşluğun həcmi və formasından asılıdır. Saitlərin akustik xassələrini təsvir edərkən, adətən, ilk iki formantın xassələri nəzərə alınır: F1 və F2 (Formant – səs tonunun tezlik səviyyəsi ilə əlaqəli nitq səslərinin akustik xarakteristikasını ifadə edən və səsin tembrini təşkil edən fonetik termindir. Səs spektrində bir neçə formant fərqləndirilir – F.A.; N.Q.). Qeyd edək ki, labiallaşma əlaməti hər iki formantın tezliyini azaldır, nazallaşma F1 və F2 intensivliyinin zəifləməsinə və əlavə “burunlaşma formantının” yaranmasına səbəb olur.

Saitlərin akustik təsnifatında formantların faktiki tezlik xüsusiyyətləri ilə yanaşı, sait spektrində formantların yerləşmə xüsusiyyətləri də mühüm eyniləşdirmə göstəricisi kimi çıxış edir. Enerjinin spektrin hər hansı hissəsində cəmlənməsindən asılı olaraq, formantlar spektrin mərkəzi hissəsində yerləşirsə, səs kompakt, formantlar spektrin kənarlarında yerləşirsə, diffuz adlanır. Yığcam səslərdə əsas enerji, yəni dominant formant bölgəsi spektrin nisbətən dar hissəsində cəmləşir, F1-F3 formantları bir-birinə yaxındır. Bu xüsusiyyət fərdi biometrik əlamətlərdən biri kimi çıxış edir (Şəkil 1):



Şəkil 1. F1 və F2 göstəriciləri bir-birinə çox yaxın olduqda kompakt səs

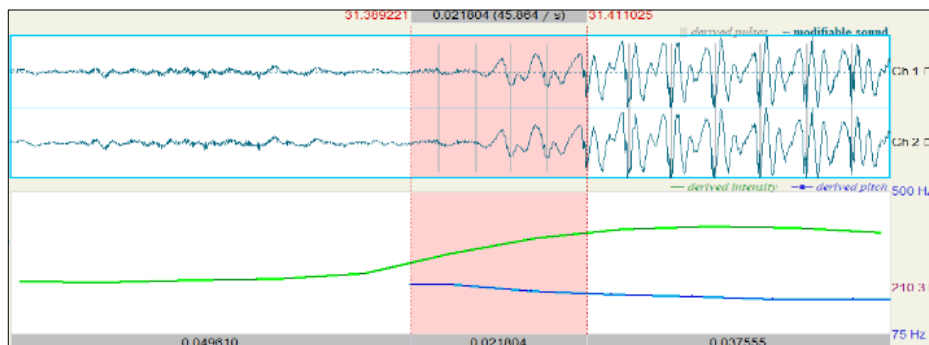
Diffuz səslər üçün enerji spektr və ya onun kənarları boyunca paylanır, F1-F3 arasındakı məsafə böyüyür (Şəkil 2).



Şəkil 2. F1 və F2 göstəriciləri bir-birindən uzaq yerləşdikdə diffuz səs

Nitq signalında sait səslərin xüsusiyyətləri mühüm əhəmiyyət kəsb edir, lakin təcrübələr göstərir ki, formant tezliklərinin dəyişməsi təkcə saitin özünü deyil, həm də ona bitişik samiti (əksər hallarda əvvəlki samiti) təsvir etməyə imkan verir. Maraqlı bir marker samit-sait koartikulyasiyası sahəsində formant göstəricilərinin kompakt/diffuz xüsusiyyətidir: F1 (440 Hz); F2 (2533 Hz); F3 (2544 Hz); F4 (3386 Hz) /ge/; F1 (393 Hz); F2 (2084 Hz); F3 (2469 Hz); F4 (3534Hz) /chi/; F1 (385 Hz); F2 (983 Hz); F3 (2762 Hz); F4 (3461Hz) /lu/.

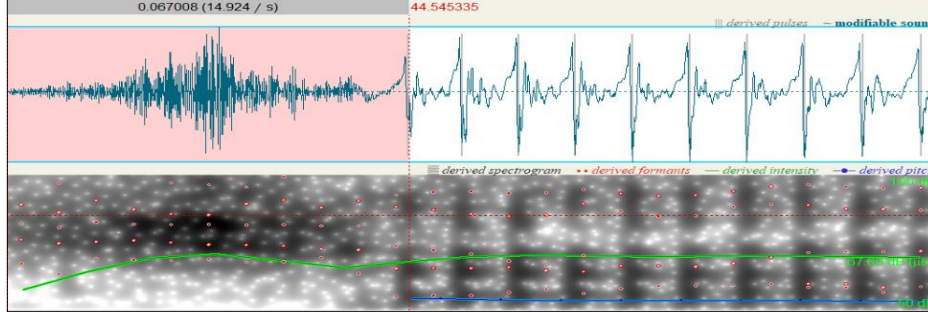
Dialekt materialı üzərində nitq signalının təhlili ədəbi dillə müqayisədə fərqli fonoloji xüsusiyyətlərin müşahidə olunduğunu göstərir. Ayrı-ayrı dialektlərdə müxtəlif fərqli akustik göstəricilər həm seqment, həm də superseqment səviyyədə müşahidə olunur. Bu fərqlər səslərin kəmiyyət və keyfiyyət göstəriciləri, eləcə də prosodiya ilə bağlı hallarda aşkarlanır. Bunu nitq signalının akustik təhlili proqramı vasitəsilə apardığımız eksperiment zamanı qeydə alınmış spektrogramda aydın şəkildə müşahidə etmək olar. Spektrogramlar əksər tədqiqatçılar tərəfindən səs tədqiqatı üçün standart kimi qəbul edilən “PRAAT” proqramından əldə edilmişdir. Fərqli dialektlərdə kipləşən samitlərin saitle koartikulyasiya sahəsində aparılan mikroanalizin nəticəsi akustik baxımdan müxtəlif xüsusiyyətlərin müşahidə olunduğunu təsdiqləyir. Şəkil 3-də Azərbaycan dilinin dialekt və şivələrinin şərq qrupuna aid edilən Quba dialektindən nümunə əsasında kipləşən samit+açıq saiddən ibarət birləşmənin təhlili əks olunmuşdur.



Şəkil 3. Kipləşən samitin azalan amplitudu

Göründüyü kimi, kar samitin (k) olduğu hissədə intensivlik (yaşıl xətt) aşağıdır, sait sahəsində əsas tonun tezliyinin (göy xətt) meydana çıxması ilə intensivlik də artır.

Lakin bəzi tədqiqatlarda şərq [3], bəzən isə cənub [4] qrupu dialektlərinə aid edilən Lənkəran dialekti daşıyıcılarının nitqində samitin amplitudunda, eləcə də intensivlik göstəricilərində fərqli mənərə ilə qarşılaşırıq (Şəkil 4):

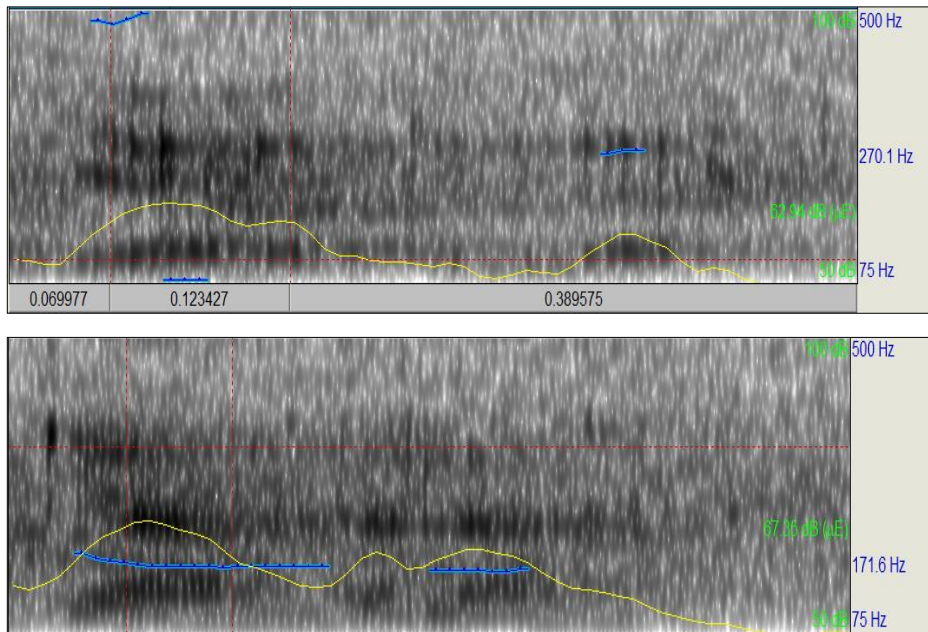


Şəkil 4. Kipləşən samitin yüksələn amplitudu

Qeyd olunan xüsusiyyətin çoxsaylı nümunələrdə müşahidə olunduğunu nəzərə alaraq, fərdi xüsusiyyət ola biləcəyi fikrini istisna edirik.

Beləliklə, dialektlər arasında tipoloji fərqlər ərazi bölgüsünün təhlil edilən xüsusiyyətlərinin yayılma xarakterinə təsir göstərən amillərdən biri kimi çıxış edir. Praktikada dialekt faktlarının temporal parametrlərinin təhlili təkcə şəxsiyyətin müəyyən edilməsi üçün deyil, həm də anonim zəng zamanı şübhəli şəxsin axtarış zonasının daraldılması üçün faydalı vasitədir. Müasir nitq təhlili proqramlarından istifadə etməklə, materialın akustik mikroanalizi fonoloji baxımdan müqayisəli təhlilə imkan verir. Bu məsələ nitqin akustik təhlili ilə yanaşı, həm dilin səs quruluşu sahəsində, həm də onun prosodik sistemi ilə bağlı məlumatları sistemləşdirmək məsələsini də aktuallaşdırır. Bu, gələcəkdə identifikasiya problemlərinin uğurlu həlli üçün şərait yaradır.

İlk baxışda qavranması mümkün olmayan instrumental analiz danışanın nitqində milli mənsubiyyətlə bağlı məqamları da aşkarlamağa imkan verir. Etnik baxımdan fərqli şəxslərin Azərbaycan dilində nitq materialı əsasında milli mənsubiyyətini, nitqdə interferensiya faktı əsasında danışan şəxsin uğurlu identifikasiyası üçün səs və nitqin fərdi xüsusiyyətlərini müəyyən etmək məqsədilə aparılan eksperiment zamanı maraqlı faktlar aşkarlandı. Eksperiment aparmaq üçün “PRAAT” proqramı vasitəsilə xüsusi olaraq seçilmiş vurğulu hecalar təhlil edilmişdir (Şəkil 5).

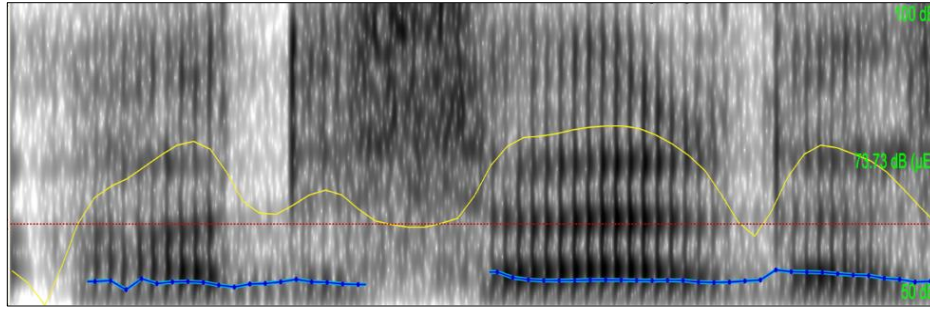


Şəkil 5. PRAAT proqramında “Gəldilər” sözünün vurğulu hecası

Qeyd olunan sözdə vurğunun son hecadakı sait üzərinə düşməsinə nəzərə alsaq, nümunədə akustik parametrlərin sözün ilk hecasındakı saitdə cəmlənməsi diqqət çəkir – həm ƏTT (əsas tonun tezliyi), həm intensivlik göstəriciləri ilk hecada daha yüksəkdir. Bundan əlavə, ilk hecadakı saitin davamlılığı 123 ms., son saitin davamlılığı 66 ms.-dir.

Eyni sözün digər etnik mənşəli şəxsin nitqindən seçilmiş nümunəsi fərqli akustik göstəricilərin müşahidə olunduğunu söyləməyə əsas verir. Belə ki, bütün hallarda ilk nümunədəki şəxslərin nitqində eynitipli hecanın tələffüzündə ƏTT göstəricisi 75-107 Hs olduğu halda, digər etnik nümayəndələrin nitqində 162-171 Hs arasında dəyişmişdir.

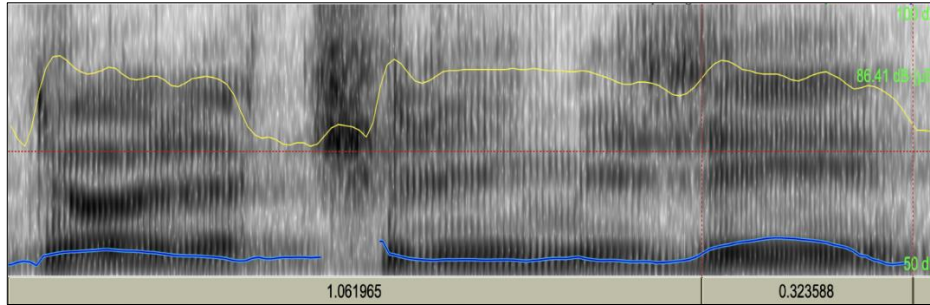
Digər tərəfdən, nümunələrdə Azərbaycan dilinin vurğu xüsusiyyətləri üçün səciyyəvi olmayan məqamlar müşahidə edilir – bu həm vurğunun sözdə mövqeyi, həm də akustik parametrlərin göstəricisi ilə bağlı hallardır (Şəkil 6).



Şəkil 6. “Hadisələrdən” sözündə vurğunun son hecaya düşməsi halı

Bu nümunədə vurğu son hecaya düşsə də, akustik parametrlərin sondan əvvəlki hecada yüksək göstəriciyə malik olması diqqət çəkir.

Digər etnik mənşəli şəxslərin nitqində fərqli hal özünü büruzə verir (Şəkil 7):



Şəkil 7. “Dövlətçiliyimizi(i)” sözündə vurğulu hecadakı saitin tələffüzü

Vurğulu hecadakı sait lazım olduğundan davamlı tələffüz edilir.

Beləliklə, seçilmiş nitq materialları əsasında prosodik xüsusiyyətlərin – xüsusilə vurğulu hecanın akustik parametrlərinin təhlili, nitq nümunəsi əsasında prosodik parametrlərlə bağlı qanunauyğunluqların müəyyən olunması milli mənsubiyyətin identifikasiyası üçün zəmin yaradır.

Nitq traktının həndəsi konfigurasiyası ilə şərtlənən fərqli akustik keyfiyyətlər sayəsində nitq siqnalı identifikasiya vasitəsi kimi “açar” rolu oynayan xüsusi biometrik göstəriciləri özündə əks etdirir. Akustik “açar” kimi çıxış edən nazal səslər, onların saitlərlə koartikulyasiya sahəsində formant göstəricilərində müşahidə olunan dinamik proseslər, nazallaşma əlamətinin meydana çıxdığı saitlərdə antiforment xüsusiyyətlər informativliyi ilə diqqət çəkir.

Akustik cəhətdən saitlər samitlərdən aydın formant quruluşuna və daha güclü səs enerjisinə görə fərqlənir. Müəyyən xüsusiyyətlərinə görə həm sait, həm də samit səslərlə ortaq əlamətlərə malik sonor səslər “daha az səs enerjisi ilə seçilsə də, formant quruluşu və tonun üstünlüyü ilə xarakterizə olunur [5].

Artikulyasiya baxımından sonorlar formal olaraq samit səslərə yaxındır, çünki bu səslərin əmələ gəlməsində kipləşmə və vibrasiya (səs tellərinin titrəməsi) müşahidə olunur. Burun rezonatorunun iştirakı ilə yaranan nazal səslərin (m, n) spektral mənzərəsi, sait-sonor-sait və ya sonor-sait quruluşlu hecanın spektral əlamətindəki dəyişikliklər, eləcə də intensivlik konturunun kəskin dəyişikliyi xüsusi

akustik “açar” kimi çıxış edir. Sonorların, eləcə də nazal səslərin akustik xüsusiyyətləri fizioloji amillərdən (məs., səs tellərinin elastikliyi, ağız və burun boşluğunun, sinusların ölçüsü və forması) asılı olduğundan, spektral göstəricilər biometrik marker kimi, xüsusilə əhəmiyyətlidir.

Sonor səslər, xüsusilə burun samitləri özündən sonra işlənən saitlərin akustik keyfiyyətinə təsiri ilə diqqət çəkir. Bu halda parametrlərdə meydana çıxan göstəricilər identifikator kimi dəyərləndirilə bilər. Müşahidələrimizin nəticəsinə görə, sonor+sait tipli hecalarda nazal səs (xüsusilə, m) formantların başlanğıc tezliyinə, eləcə də formant konturunun formasına təsir göstərir (Cədvəl).

**Cədvəl. Sonor+sait tipli hecada diffuz əlamətin göstəriciləri**

Time_s	F1_Hz	F2_Hz	F3_Hz	F4_Hz
19.492727	229.872543	1240.854228	2315.009641	3584.034660
19.498977	272.584097	1078.925018	2167.674740	3436.740269
19.505227	189.534839	602.665480	1715.288993	3192.333046
19.511477	664.410879	1606.618627	2927.046808	4750.925298
19.517727	653.542986	1620.644112	2856.840203	4729.307825

Akustik parametrlər artikulyasiyadan asılı olduğundan, nitq signalı təkcə ümumi göstəricilərlə deyil, həm də fizioloji amillərin yaratdığı fərdi əlamətlərlə xarakterizə olunur. Nitq signalı vasitəsilə fərdi xüsusiyyətlərin müəyyən edilməsinin bu məqamından xüsusi marker “səs başlanma vaxtı” (VOT) [6], kipləşmənin açılmasından sonra vibrasiyanın başlanmasına qədərki interval kimi müəyyən edilir. Beləliklə, səsin başlanğıc vaxtı (VOT) kipləşən samitin tələffüzü zamanı səs aparatında daralmanın kipləşmə ilə əvəzlənməsi və səs tellərinin vibrasiyasının başlanması arasındakı vaxt kimi müəyyən edilən müvəqqəti akustik parametrdir. Əksər fonoloqlar VOT-u +/- səslənmə və ya +/- qlottal genişlənmə kimi daha standart funksiyaların həyata keçirilməsinin bir aspekti kimi qiymətləndirir. VOT kateqoriyalarının fonoloji statusunun prosodik sərhədlərin həyata keçirilməsinə təsir etdiyini göstərən tədqiqatlar da mövcuddur.

Təcrübələr göstərir ki, artikulyasiya yeri öndən arxaya doğru hərəkət etdikcə səsin yaranma vaxtı artır. VOT müddəti, adətən, aspirasiya ölçüsüdür. VOT sadəcə fizioloji hərəkətlərin və aerodinamik qüvvənin qaçılmaz nəticəsidir. İştirak edən jestlər haqqında kifayət qədər məlumat əldə etməklə, artikulyasiya yerindəki fərqlər müəyyən səs jestləri ilə baş verən formant tezliyindəki dəyişikliklər kimi də müəyyən edilə bilər.

### Nəticə

Azərbaycan dilinin materialları üzərində apardığımız təcrübənin nəticələrinə görə, kipləşən samitlərin tələffüzü zamanı səsin görünmə vaxtı (VOT) fərdi nitq xüsusiyyəti kimi çıxış edərək, fərqli nəticə ilə özünü göstərir. Bu, bir çox fizioloji amillərlə bağlıdır.

Tədqiqatlar göstərir ki, VOT-un müddəti – səssiz interval – əvvəlcədən proqramlaşdırılmışdır və danışan şəxs səsin başlanma vaxtını idarə etmir. Bu nöqtəyi-nəzərdən, VOT fərdi xüsusiyyətləri müəyyən etmək üçün sabit parametrlərdən biri kimi çıxış edə bilər.

Nitqin həm seqmentar (sait və samitlər), həm də prosodik xüsusiyyətlərinin təhlilə cəlb olunması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Sağlam və xəstə insanların nitq materialı, eləcə də xəstəlikdən sağalmış şəxslərin səs nümunələrinin müqayisəli təhlili, oral və nazal hava axımının elektroqlottoqrafik və aerodinamik baxımdan ölçmələrinin nəticəsi biosiqnalların parametrlərinin müəyyənləşdirilməsi üçün dəqiqləşdirici addım ola bilər.

Nitq mexanizminin mürəkkəbliyi nitq pozuntularının müxtəlifliyini də müəyyən edir. Bəzi orqanların zədələnməsi və ya operativ müdaxilə ilə kənarlaşdırılması səs signalının akustik analizi zamanı parametrlərin müəyyənləşdirilməsində problemlərin meydana çıxması ilə müşayiət olunur. Normal və patoloji şəraitdə səsin formalaşması modeli və nitq signalının təhlili ilə bağlı aparılan araşdırmanın nəticəsinə görə, Morqan mədəciyinin uzunluğunun dəyişməsi ilk iki formantın tezliklərinə

təsir göstərmədiyi halda, /i/ səsi istisna olmaqla, üçüncü formantın tezliyinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Morqan mədəciyi xaric edilərkən bütün səslər (/i/ istisna olmaqla) üçün üçüncü formant yox olur, buradan belə nəticəyə gəlinir ki, Morqan mədəciyi sait səslərdə üçüncü formantın əmələ gəlməsində mühüm rol oynayır.

Səs büküşlərində əməliyyatdan əvvəl və sonra qeydə alınmış səs siqnalları müdaxilədən sonra F3-ün spektrogramda nəzərəçarpmadığını söyləməyə əsas verir. F3 formantının nitq siqnalının spektral təsvirindən itməsi, spektral zolaqda F3-ə uyğun gələn müvafiq rezonansla korrelyasiya edən spektral maksimumun yox olması və spektral zolaqlarda nitq siqnalı səviyyələrinin nisbətinin yenidən bölüşdürülməsi məsələsinin tədqiqini aktuallaşdırır.

Burada maraqlı məqam isə digər formantların (F1 və F2) yerdəyişməsi və ya antirezons faktının müəyyən edilməsidir. Belə ki, nitq traktının ümumi ölçüsü olduğu kimi qalsa da, daxilə Morqan mədəciyi və ya səs büküşlərinin ölçüsü dəyişir (kiçilir). Nəticədə ağız boşluğunda “sahə” böyüyür və enerjinin toplanma nöqtələrinin (formant mənzərəsinin) dəyişməsi baş verir. Digər maraqlı məqam müxtəlif əməliyyatlar zamanı fərqli mənzərənin müşahidə olunma ehtimalıdır.

Bu məsələlər nitq orqanlarında meydana çıxan problemlərin operativ üsulla kənarlaşdırılmasından sonra səs siqnalının akustik analizi zamanı fərqli metodların tətbiqi zərurətini aktuallaşdırır. Formant mənzərəsinin qeyri-müəyyən dəyişiklikləri digər biometrik parametrlərə, xüsusilə prosodiya elementlərinə diqqəti cəlb edir.

Qeyd olunan məsələlər nitqin spektral xüsusiyyətləri ilə vokal traktın biometrik parametrləri arasında əlaqənin – identifikasiya tədqiqatının aparılması, nitq traktının həndəsi konfigurasiyası əsasında biomarkerin müəyyən olunması baxımından əhəmiyyətlidir və əlavə tədqiqatların aparılmasına təşviq edir.

### **İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı**

1. Laver, J. D. Voice quality and indexical information. // – UK: British Journal of Disorders of Communication, №3(1). – p 43–54. [Electronic resource] / URL: <https://doi.org/10.3109/13682826809011440>
2. Biemans, M. (2000). Gender variation in voice quality. Utrecht: Lot: [Electronic resource] / URL: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=770300>
3. Бондарко, Л. В., Основы общей фонетики – 4-е. / Л. В Бондарко, Л.А Вербицкая, М.В Гордина. – СПб.: Академия, – 2004. – 160 с.
4. Şirəliyev, M. Azərbaycan dialektologiyasının əsasları. Bakı, "Şərq-Qərb", 2008, 416 səh.
5. Əzizov, E. Azərbaycan dilinin tarixi dialektologiyası / E. Əzizov, – Bakı: Bakı Universiteti nəşriyyatı, – 1999, – 151 s.
6. Вербицкая, Л.А. О звуковых эталонах русской речи (на материале гласных) / Л.А. Вербицкая – Л.: Ученые записки. –1969. – № 325. – с.138.

### **Аннотация**

#### **Голосовая биометрия как специальный инструмент для обеспечения кибербезопасности Фатали Абдуллаев, Назакет Газиева**

В статье рассматривается значение голосовой биометрии как элемента мультимодальной биометрической системы в сфере кибербезопасности, возможности ее применения, а также индивидуальные характеристики и стабильные параметры, отражаемые речевым сигналом для идентификации личности. В статье, помимо собственно частотных характеристик формантов в акустической классификации гласных, анализируются особенности расположения формант в спектре гласных как важный идентификационный показатель, различные акустические показатели, наблюдаемые в отдельных диалектах как на сегменте, так и на уровне гласных, также были исследованы уровень суперсегмента, количественные и качественные показатели звуков

этих различий, а также сделан вывод о том, что они выявляются в случаях, связанных с просодией.

Благодаря различным акустическим качествам, определяемым геометрической конфигурацией речевого тракта, речевой сигнал отражает особые биометрические показатели, играющие роль «ключа» как средства идентификации. В статье исследуются носовые звуки, выполняющие роль акустических «ключей» этого типа, динамические процессы, наблюдаемые в формантных показателях в области их соартикуляции с гласными, а также антиформантные свойства гласных, где появляется признак назализации.

В статье затронуты вопросы, связанные с определением региональных, индивидуальных и национальных особенностей посредством голосовой биометрии, и подчеркнута важность исследований в этом направлении.

**Ключевые слова:** кибербезопасность, голосовая биометрия, фоноскопия, экспериментальная фонетика, акустические параметры речевого сигнала

### Abstract

#### Voice biometrics as a special tool for ensuring cybersecurity

Fatali Abdullayev, Nazaket Gaziyeva

In the article the importance of voice biometrics and the possibilities of its application are discussed, as well as individual characteristics and stable parameters reflected by a speech signal are analyzed for personal identification, it is determined that since acoustic parameters directly depend on articulation, a speech signal is characterized not only by general indicators, but also by indicators of individual features caused by physiological factors. Depending on this aspect of determining individual characteristics by means of a speech signal, many acoustic and temporal features are important data as a biometric indicator, for example, determining the time of voice occurrence by syllabic consonants. In addition to the actual frequency characteristics of formants in the acoustic classification of vowels, the article analyzes the features of the arrangement of formants in the vowel spectrum as an important identification indicator, various acoustic indicators observed in individual dialects both on the segment and at the vowel level.

The supersegment level, quantitative and qualitative indicators of the sounds of these differences were studied, and a conclusion was made that they are revealed in cases related to prosody. Due to various acoustic qualities determined by the geometric configuration of the vocal tract, the speech signal contains special biometric indicators that play the role of a "key" as a means of identification. The article examines such issues as nasal sounds that play the role of acoustic "keys" of this type, dynamic processes observed in formant indicators in the area of their co-articulation with vowels, as well as antiformant properties of vowels, where the nasalization feature appears.

The article touches upon issues related to the definition of regional, individual and national characteristics by means of voice biometrics, and emphasizes the importance of research in this direction.

**Keywords:** cybersecurity, voice biometry, phonoscopy, experimental phonetics, acoustic parameters of speech signal

*Məqalə redaksiyaya daxil olmuşdur: 18.10.2024*

*Təkrar işlənməyə göndərilmişdir: 21.10.2024*

*Çapa qəbul edilmişdir: 11.11.2024*