

## Latviešu izloksnēs sastopamo fonēmu telpa

Ar vajadzību izvietot visas latviešu (un latgaliešu) izloksnēs sastopamās fonēmas vienā daudzdimensiju koordināšu sistēmā jeb telpā A. Bērziņš saskārās, kad nolēma mērīt attālumus starp fonētiskajā transkripcijā pierakstītiem izlokšņu vārdiem, izmantojot Vāgnera-Fišera attālumu: tam bija nepieciešams definēt attālumu starp jebkurām divām pierakstā izmantotajām zīmēm, un bija skaidrs, ka šādam attālumam jābūt fonētiski pamatotam.

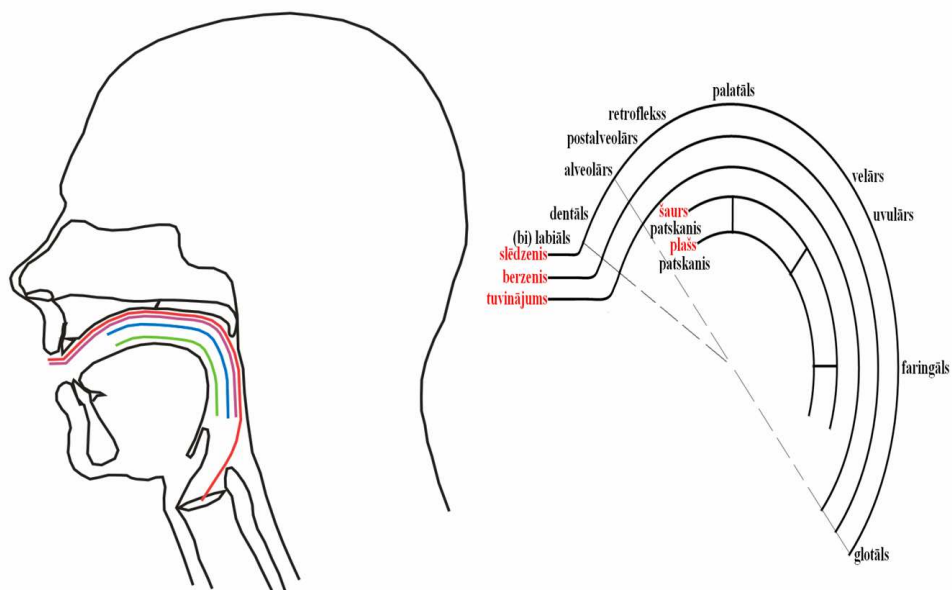
Kopš seniem laikiem ļaudis ir nodarbinājis jautājums par valodu tuvību: kura kurai tuvāka, kura no kuras tālāka. Par šiem jautājumiem spriežot ir aplauzts gana daudz zobu un šķēpu. Nav noslēpums, ka, lai arī ir izstrādātas dažādas metodes valodu tuvības noteikšanai, bieži vien galējais lēmums atkarīgs no kādiem politiskiem vai sabiedriskiem apstākļiem. Tāpēc mūsu dienās, kad viegli pieejamas lielas skaitļošanas jaudas, varam šo jautājumu risināšanā ņemt talkā statistiskas metodes.

Kā viens no līdzīguma noteikšanas paņēmieniem izmantojami t.s. rediģēšanas attālumi, t.i., mēri, kas raksturo, cik „izmaksātu“ vienas teksta rindas (piem., vārda vai teikuma) pārveidošana otrā. Visvienkāršākais rediģēšanas attālums ir Levenšteina attālums, kurā jebkura burta (tātad fonētiskajā pierakstā – fonēmas) dzēšana, pievienošana vai aizvietošana izmaksā vienu vienību. Jau 1995. gadā Kesleris [4], salīdzinot īru izloksnes, saprata, ka šāda pieeja būtu pārāk neprecīza un jāizmanto Vāgnera-Fišera attālums, respektīvi, dažādu fonēmu aizvietošanai jābūt dažādā vērtē (piem., līdzskaņa aizvietošana ar līdzskani būs „lētāka“ par aizvietošanu ar patskani). Tomēr viņš aprobežojās ar 12 fonētisko parametru izvēli, nemēģinot saprast, cik konsekventa un savstarpēji atbilstoša veidojas šī divpadsmitdimensionālā fonēmu telpa, jo pat šāda pieeja viņam sniedza pietiekoši labus rezultātus īru izlokšņu kategorizācijā. Mūs šāda pieeja neapmierināja, jo vēlējamies ne tikai iegūt apmierinošus latviešu izlokšņu kategorizācijas rezultātus, bet arī izveidot intuitīvajiem priekšstatiem atbilstošu telpu, pie tam ar mazāko iespējamo asu skaitu (Kesleris līdzīgas dabas raksturlielumus ir sadalījis pa atsevišķām asīm).

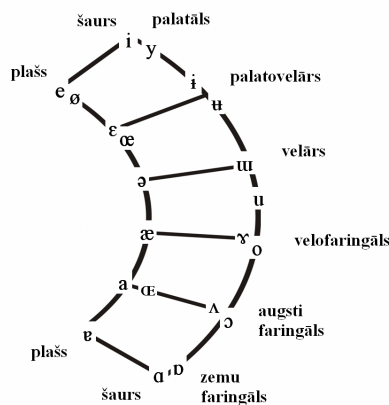
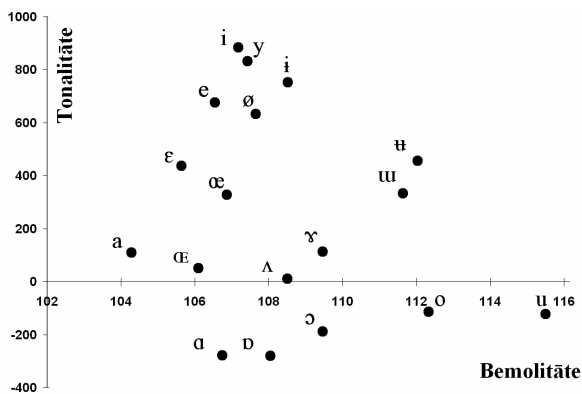
Bet vispirms izskaidrosim, kas šajā pētījumā tiek saukts par „fonēmu”. Autori nevēlas mainīt tradicionāli pieņemto fonēmas definīciju. Tomēr, ja atzīst, ka fonēma ir tikai konkrētā valodā pastāvoša funkcionālā vienība, kuras tveramā realizācija ir valodas skaņa vai to kopums, nonāk pie tā, ka divu valodu fonēmas vai to sistēmas nav iespējams objektīvi salīdzināt. Šādā gadījumā būtu salīdzināmas tikai fonēmu realizācijas jeb alofoni vienādās fonētiskās apkaimēs pēc to akustiskajām, artikulārajām vai auditīvajām īpašībām. Šim salīdzinājumam būtu jābalstās uz audiomateriālu analīzi un runas orgānu darbības dokumentēšanu ar dažādām ierīcēm. Ja vēlas salīdzināt divas vai vairākas valodas, vai arī vairākas izloksnes vienas valodas ietvaros, parasti mēģina salīdzināt šo valodu vai izlokšņu ideālo skanējumu, kas runātāju un klausītāju apziņā ir veidojies saziņas procesā. Šis ideālais skanējums parasti ir neatkarīgs no individuālām vai sociāli un teritoriāli noteiktām izrunas īpatnībām un ir valodas lietotājam kā standarts, uz ko tas tiecas arī savā izrunā. Šāds standartskanējums tiek attēlots vārdnīcās, kurās fonētiskajā transkripcijā tiek norādīta katra valodas vai izloksnes vārda vēlamā izruna. Tā kā praksē skaņas vai to kompleksi tiek lietoti nozīmes diferencēšanai, var vilkt paralēles starp izrunas attēlojumu vārdnīcās vai citos avotos dotajos izrunas aprakstos šajā plašākajā (fonemātiskajā) transkripcijā, kurā veikta distancēšanās no konkrētu runātāju individuālo izrunas īpatnību detalizēta attēlojuma par labu kolektīvā ideāla izrunai, un valodas vai izloksnes fonēmām. Lai gan katra indivīda runas orgānu uzbūve nedaudz atšķiras, ir skaidrs, ka kopumā visu cilvēku (izņemot tos, kuriem vērojama runas orgānu attīstības patoloģija) runas orgānu anatomija ir ļoti līdzīga. No tā

secināms, ka visi pasaules cilvēki teorētiski ir spējīgi izrunāt visas pasaules valodās sastopamās skaņas, kas veido dažādu valodu fonēmu sistēmas. Līdz ar to var pieņemt, ka pastāv teorētiski iespējama universāla pasaules valodu fonēmu sistēma, no kuras katras konkrētās valodas lietotāji izvēlas noteiktus tās elementus. Kopu teorijas jēdzienos to varētu noformulēt šādi: ja apvienojam visu pasaules valodu fonēmu kopas, iegūstam „pārvalodas“ fonēmu kopu; un ar šīm „pārvalodas“ fonēmām mēs šinī pētījumā darbojamies. Starptautiskā fonētikas asociācija (*IPA*) ir izveidojusi universālu zīmju sistēmu – starptautisko fonētisko alfabētu (arī *IPA*), ar kuru iespējams grafiski attēlot jebkuras pasaules valodas fonēmas vai konkrētas to realizācijas [3]. Vienotas zīmju sistēmas un tās piemērošanas principu lietojums paver iespējas salīdzināt dažādu valodu vai izlokšņu fonēmas, ja to sistēmas ir pietiekami aprakstītas valodnieciskajā literatūrā. Ja šāda teorētiska apraksta nav, tad ir iespējams salīdzināt valodu vai izlokšņu skaņu sistēmas pēc audiomateriāla, izrunas pieraksta vārdnīcās vai rakstu pārveidojuma fonemātiskajā transkripcijā. Tā kā autoru nolūks bija izveidot rīku, kas ļautu salīdzināt valodas vai to apakšsistēmas, šis rīks tika nosaukts par „fonēmu telpu”. Ar to autori saprot universālu rīku, kas ir stāvošs pāri konkrētām valodām un sakņojas cilvēka runas aparāta uzbūvē un runas spējā. Pašreizējā fonēmu telpas modelī nav iespējams pozicionēt dažas pasaules valodās retāk lietojamas skaņu grupas (klikšķi, svilpieni, implozīvie slēdzeņi u. c.), jo tādas skaņas nav vērojamas valodās, ar kurām latviešu valodai ir radniecība vai ciešāki sakari. Nepieciešamības gadījumā šo trūkumu var novērst, papildinot izveidoto fonēmu telpu ar attiecīgām dimensijām. Lai arī šajā publikācijā tiek runāts par fonēmu telpu, izstrādātā metode tikpat labi ir izmantojama arī dažādu valodu vai izlokšņu skaņu salīdzināšanai. Ja par salīdzināšanas pamatu tiek izmantoti precīzi indivīdu izrunas apraksti, tad mūsu piedāvātajā „fonēmu” telpā var salīdzināt arī dažādu indivīdu izrunas faktus.

Lai izveidotu fonēmu telpu, ir jāformulē koordināšu sistēma (tās dimensijas un šo dimensiju nulles punkti), kurā aprēķināmie Eiklīda attālumi atbilstu izrunas un uztveres faktiem vai šo procesu subjektīvai uztverei. Tā kā pēc akustiskās fonētikas teorijas katras skaņas kvalitāti visvairāk nosaka sašaurinājuma apjoms un novietojums rezonatorā, sākotnēji par galvenajām asīm tika izraudzītas artikulārā atvēruma un artikulācijas vietas ass. Jau 2006. gadā J. Grigorjevs savā referātā „Alternatīvs latviešu valodas skaņu klasifikācijas modelis” akadēmiķa Jāņa Endzelīna 133. dzimšanas dienas atceres starptautiskajā zinātniskajā konferencē „Valodas struktūra un valodas vienību funkcijas” izmantoja tieši šīs dimensijas, lai vienotā sistēmā skatītu gan patskaņus, gan līdzskaņus (sk. 1. att.).







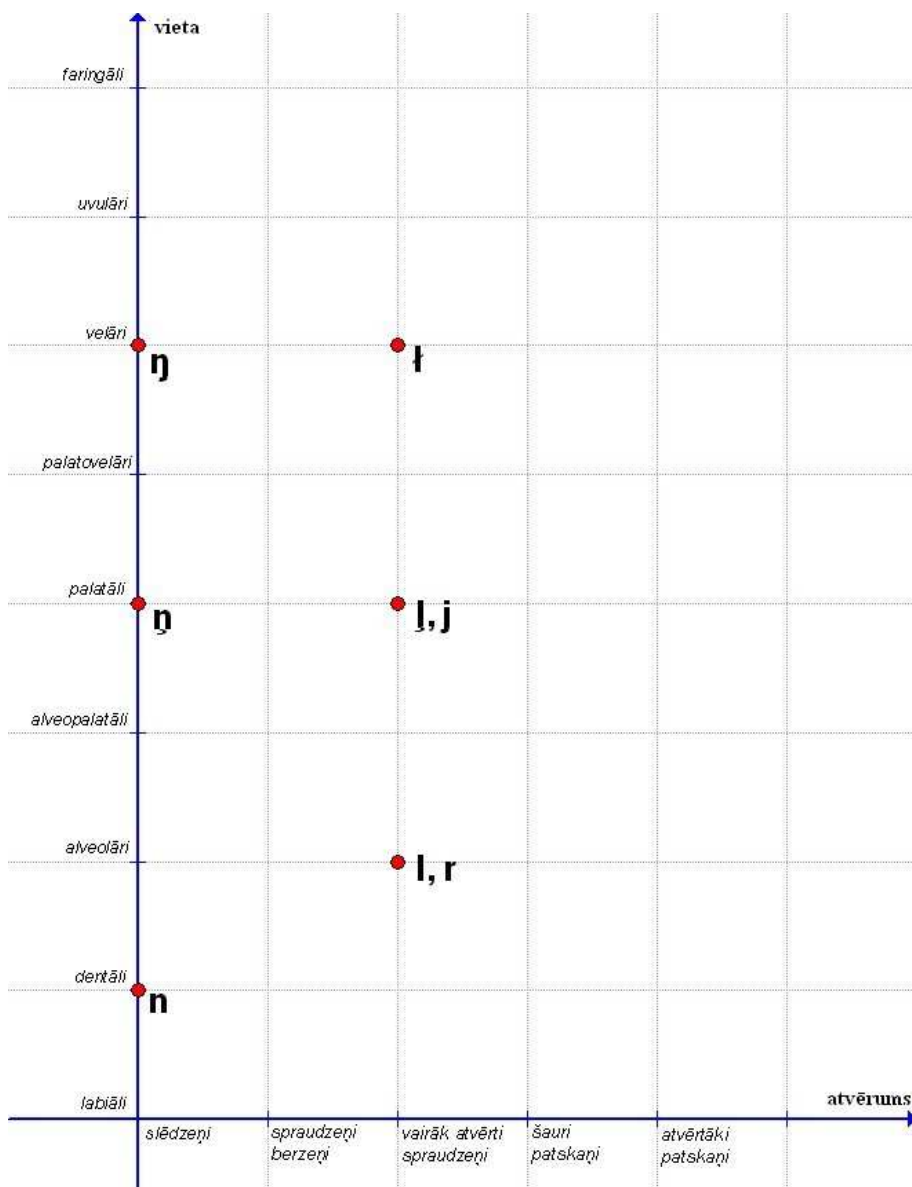
**4. attēls.** Patskaņu izkārtojums plaknē pēc to tonalitātes un bemolitātes indeksiem (kreisajā pusē), kas pēc R. Piotrovskā ieteiktās metodes aprēķināti no D. Džounsa kardinālo patskaņu formantu datiem [6], un atbilstoši pozicionēts J. Grigorjeva patskaņu sistēmas modelis (labajā pusē).

Nedaudz vēlāk J. Grigorjevs izveidoja tabulu, kurā pēc artikulārā atvēruma apjoma un novietojuma rezonatorā var loģiski izkārtot gan patskaņus, gan līdzskaņus (sk. 1. tab.).

	Labiāls	Dentāls	Alveolārs	Alveo-palatāls	Palatāls	Palato-velārs	Velārs	Velo-faringāls	Augsti faringāls	Zemu faringāls	Glotalš
<b>Slēdzenis</b>	p b m	ɱ t̪ ɲ	t̪ d̪ n	t̪ d̪ ɲ	ç j ɲ		kg ŋ	qɣ N		ʔ	ʔ
<b>Berzenis</b>	ɸβ	f v θð sʒ	sz ʃʒ tʃ	ʒz eʒ	çj		xɣ	χɣ	hʃ	ɦʃ	ɦf
<b>Tuvinājums</b>		v ɭ	r r l	ɭ l	j ʎ		ɥ L	R			
			<b>Šaurš patskanis</b>	i y	i ɥ	ɯ u	ɤ o	ʌ ɔ	ɑ ɒ		
			<b>Plašš patskanis</b>	e ø	ɛ œ	ə	æ	a ɶ	ɐ		

**1. tabula.** Uz izelpas pamata izrunājamo (pulmonisko) līdzskaņu un patskaņu tabula, kurā horizontālais dalījums ir pēc artikulācijas (rezonatora sašaurinājuma) vietas, bet vertikālais – pēc rezonatora sašaurinājuma apjoma.

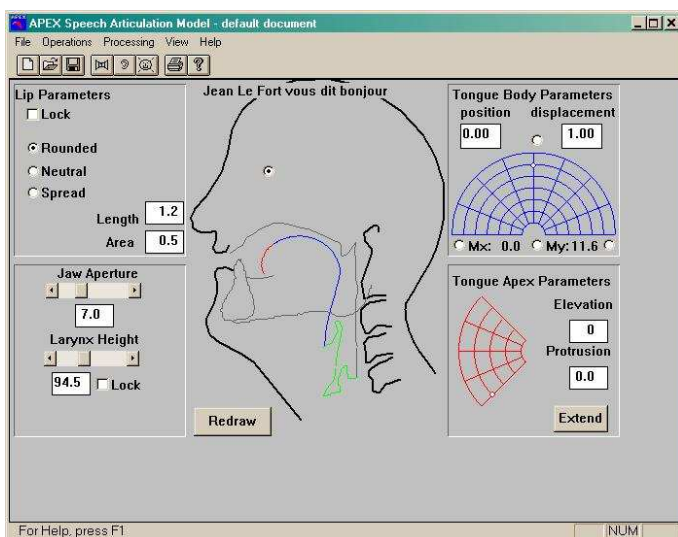
Sākotnējās fonēmu telpas dimensijas tika veidotas, pamatojoties uz šajā tabulā (sk. 1. tab.) atspoguļotajiem principiem. Par artikulārā atvēruma ass nulles punktu tika izraudzīta vērtība „slēdzenis”, jo slēguma gadījumā ceļš gaisa plūsmā tiek bloķēts, un atvērums ir vienāds ar 0. Palielinoties atvērums, vērtības uz šīs ass tika definētas ar noteiktu kvantitatīvu soli un nosauktas par „spraudzenis berzenis”, „vairāk atvērts spraudzenis” (tabulā tam atbilst „tuvinājums”), „šaurš patskanis” un „atvērtāks patskanis” (tabulā – „plašš patskanis”).



5. attēls. Dažu fonēmu izvietojums plaknē, kas veidota pēc 1. tabulas.

Tomēr, izkārtējot fonēmas šādā veidā, vairākos gadījumos attālumi starp tām fonēmām, kuras tradicionāli pieņemts uzskatīt par tuvām, bija lielāki par attālumiem starp tām, kuras pieņemts uzskatīt par tālām (piem., fonēmai /n/ tuvāka izrādījās /l/, nevis /ŋ/), kā arī attālumi, kuri intuitīvi šķita vienādi, būtiski atšķirās (piem., attālums starp /n/ un /ŋ/ sanāca pusotru reizi lielāks, nekā starp /l/ un /l̥/) (sk. 5. att.). Šāda neatbilstība norādīja uz to, ka divas izmantotās dimensijas fonēmu atšķirības raksturo nepietiekami un acīmredzot dimensiju skaits ir jāpalielina. Pēc rūpīgas izpētes autori saprata, ka jāveido trīsdimensiju telpa, agrāko artikulācijas vietas asi sadalot divās: „ne mēles muguras“ vietas asī (neitrālas-alveolāras-dentālas-labiālas) un „mēles muguras“ jeb „mīkstuma“ asī (faringālas-uvulāras-velāras-palatālizētas-palatālas). Tas saistīts ar to, ka līdzskaņiem, ko neizrunā ar mēles muguru, iespējama papildartikulācija ar mēles muguru, piešķirot tiem „gaišāku” vai „tumšāku” skanējumu. Tātad – mēles mugura tiek izmantota patskaņu izrunai un daļas līdzskaņu izrunai – gan spraugas vai slēguma radīšanai, gan arī rezonatora tilpņu formas modifikācijai citu artikulāciju gadījumā. Papildus jāņem vērā arī apstākļi, ka pasaules valodās ir līdzskaņi ar dubultu artikulāciju, kuriem parasti viena artikulācijas vieta saistīta ar mēles muguras veidoto, bet otra – ar mēles gala vai lūpu veidoto, tāpēc jādod iespēja arī šādu līdzskaņu apzīmēšanai izstrādājamajā sistēmā. Pēc šāda pārveidojuma raksta autoru izstrādātais

fonēmu telpas modelis pietuvinājās Stokholmas Universitātē un Karaliskajā tehniskajā augstskolā (Stokholma) izstrādātajam runas artikulācijas modelim APEX, kurš balstīts uz ilgiem un rūpīgiem skaņu izrunas un skaņu akustisko parametru pētījumiem [5]. APEX modelī vieni no galvenajiem skaņu artikulāciju nosakošajiem parametriem ir mēles ķermeņa un mēles gala parametri (sk. 6. att.).



6. attēls. Runas artikulācijas modelis APEX.

APEX autori par mēles ķermeņa sākumstāvokli ir izvēlējušies tādu, kas atbilst velārai artikulācijai, no kuras mēles ķermenis var tikt virzīts uz priekšu līdz palatālai artikulācijai, vai apakaļ un uz leju līdz faringālai artikulācijai. Tā kā mēles ķermeņa parametri APEX modelī nosaka mēles muguras veidoto artikulācijas vietu pie pasīvā runas orgāna, šī raksta autori arī izvēlējās velāro mēles muguras vietu par sākumstāvokli „mēles muguras vietas” jeb „mīkstuma” dimensijā, apzīmējot to ar neitrālo 0 vērtību (sk. 2. tab.). Virzot mēles muguru uz cieto aukslēju pusi, pakāpeniski pieaug ar dzirdi uztveramais skaņas „gaišums” un mīkstums, tāpēc pozitīvā skaitliskā vērtība palielinās virzībā no „velāra”(0) uz „palatalizēta”(1) un „palatāla”(2). Virzot mēles muguru uz rīkles dobuma jeb faringa lejas daļas pusi, skaņa kļūst „tumšāka”, dobjāka, cietāka, tāpēc šajā virzienā negatīvā vērtība pieaug no „velāra”(0) uz „uvulāra”(-1) un „faringāla”(-2). Raksta autori dimensijā „ne mēles muguras vieta” apvienojuši artikulācijas vietas, ko APEX modelī nosaka mēles gala un lūpu parametri. Par sākumstāvokli autori ir pieņēmuši atbrīvotu mēles gala stāvokli, kad mēles gals aktīvi nepiedalās skaņas izrunā, nosaucot šo artikulācijas vietu par „neitrāla” un piešķirot tai vērtību 0 (sk. 2. tab.). Pārvietojoties artikulācijas vietai uz priekšu no maksimāli priekšējas (palatālas) mēles muguras artikulācijas, šīs dimensijas vērtība pakāpeniski pieaug virzienā no „neitrāla”(0) uz „alveolāra”(1), „dentāla”(2) un „labiāla”(3). Lai šādā sistēmā apzīmētu lamināli vai apikāli dentālas, interdentalas un labiodentālas skaņas, tām būtu jāpiešķir atbilstoši vērtības 1,25, 1,5, 2 un 2,5. Ja autoru izstrādātajā fonēmu telpā kā atsevišķas fonēmas būtu jāiekļauj retrofleksie līdzskaņi, tad „ne mēles muguras vietas” dimensija būtu jāpapildina ar stāvokli „retrofleksa”, piešķirot tai vērtību -1, jo šo līdzskaņu artikulācija notiek ar uz augšu un atpakaļ atlocīta mēles gala apakšējo malu.

Dimensija	Pamatvērtības									
(ne)balsīgums	balsīga	0	nebalsīga	2						
mīkstums jeb mēles muguras vieta	faringāla	-2	uvulāra	-1	velāra	0	palatalizēta	1	palatāla	2
mēles nemuguras	neitrāla	0	alveolāra	1	dentāla	2	labiāla	3		

<b>vieta</b>										
<b>lūpstiepums</b>	neitrāla	0	labializēta	1						
<b>atvērums</b>	slēdzenis	0	spraudzenis berzenis	1	vairāk atvērts spraudzenis	2	šaus patskanis	3	atvērtāks patskanis	5
<b>trīcīgums</b>	neitrāla	0	vibrants	1						
<b>šķērseniskums</b>	mediāla	0	laterāla	1						
<b>deguniskums</b>	neitrāla	0	nazāla	1						

**2. tabula.** *Autoru piedāvātās fonēmu telpas dimensijas un to pamatvērtības.*

Bez tam, lai izveidotu tādu telpu, kas pilnībā raksturotu visas latviešu izloksnēs sastopamās fonēmas, respektīvi, nebūtu divu dažādu fonēmu, kuru koordinātes telpā sakristu, tika izveidotas vēl piecas dimensijas: lūpiskuma (neitrāla-labializēta), trīcīguma (neitrāla-vibrants) un nebalsīguma (balsīga-nebalsīga), šķērseniskuma (mediāla-laterāla) un deguniskuma (neitrāla-nazāla), tādējādi iegūstot astoņu dimensiju telpu. Lūpiskuma dimensija ļauj nošķirt skaņas, kuru izrunā lūpas nepiedalās, no skaņām, kuras tiek izrunātas ar lūpu stiepumu vai noapaļojumu. Tā kā vairumā gadījumu lūpas skaņas izrunā ieņem pasīvu lomu, šāda izruna tika klasificēta kā „neitrāla”, piešķirot tai vērtību 0, bet „labializētai” izrunai ar aktīvi noapaļotām vai izstieptām lūpām – vērtību 1 (sk. 2. tab.). Trīcīguma dimensija tika ieviesta, lai no pārējiem līdzskaņiem varētu nošķirt citādi līdzīgos vibrantus. Ja līdzskanis tiek izrunāts bez runas orgāna vibrācijas, tā artikulācija tiek klasificēta kā „neitrāla” un tai piešķirta vērtība 0, bet, ja līdzskaņa izrunai nepieciešamas kāda runas orgāna vibrācijas, tas tiek klasificēts kā „vibrants”, piešķirot tam vērtību 1 (sk. 2. tab.). Skaņu balsīgumu raksturoja dimensija „(ne)balsīgums”, kurā par neitrālām skaitliskā vairākuma dēļ tika atzītas balsīgas skaņas, piešķirot tām vērtību 0, bet nebalsīgām skaņām – vērtību 2 (sk. 2. tab.), lai atstātu iespēju arī balsīguma starppakāpēm. Šķērseniskuma dimensija nepieciešama laterālo līdzskaņu nošķiršanai. Ja gaisa plūsma līdzskaņa artikulācijas laikā virzās runas orgānu veidotā rezonatora garenvirzienā, tad artikulācija tiek klasificēta kā „neitrāla”, piešķirot tai vērtību 0. Ja līdzskaņa artikulācijas rezultātā gaisa plūsmas ceļā ir radīts šķērslis, kuru apejot gaisa plūsma tiek virzīta uz sāniem, artikulācija tiek klasificēta kā „laterāla” un tai piešķirta vērtība 1 (sk. 2. tab.).

	Balsīgums	Mīkstrums	Nemug. vieta	Lūpstiepums	Atvērums	Trīcīgums	Šķērseniskums	Deguniskums
<b>a</b>	0	-2	0	0	3	0	0	0
<b>ā</b>	0	-2	0	1	3	0	0	0
<b>α</b>	0	-1,8	0	0	3,5	0	0	0
<b>ē</b>	0	-0,5	0	0	5	0	0	0
<b>e</b>	0	0	0	0	4,5	0	0	0
<b>e</b>	0	2	0	0	4	0	0	0
<b>ē</b>	0	2	0	0	3,5	0	0	0
<b>ä</b>	0	-1,8	0	0	4,5	0	0	0
<b>a<sup>e</sup></b>	0	-1,8	0	0	3,8	0	0	0
<b>ie</b>	0	2	0	0	3,2	0	0	0
<b>i</b>	0	2	0	0	3	0	0	0
<b>ý</b>	0	1,25	0	0	3	0	0	0
<b>y</b>	0	0,5	0	0	3	0	0	0
<b>u</b>	0	0	0	1	3	0	0	0
<b>ü</b>	0	1	0	1	3	0	0	0
<b>ü</b>	0	2	0	1	3	0	0	0
<b>o</b>	0	0	0	0,75	5	0	0	0
<b>o.</b>	0	1	0	0,75	5	0	0	0

<b>ö</b>	0	2	0	0,75	5	0	0	0
<b>uo</b>	0	0	0	0,85	4	0	0	0
<b>ə</b>	0	0	0	0	5	0	0	0
<b>p</b>	2	0	3	0	0	0	0	0
<b>p'</b>	2	1	3	0	0	0	0	0
<b>b</b>	0	0	3	0	0	0	0	0
<b>b'</b>	0	1	3	0	0	0	0	0
<b>f</b>	2	0	2,5	0	1	0	0	0
<b>f'</b>	2	1	2,5	0	1	0	0	0
<b>v</b>	0	0	2,5	0	1	0	0	0
<b>v'</b>	0	1	2,5	0	1	0	0	0
<b>t</b>	2	0	2	0	0	0	0	0
<b>t'</b>	2	1	2	0	0	0	0	0
<b>d</b>	0	0	2	0	0	0	0	0
<b>d'</b>	0	1	2	0	0	0	0	0
<b>c</b>	2	0	2	0	0,5	0	0	0
<b>c'</b>	2	1	2	0	0,5	0	0	0
<b>dz</b>	0	0	2	0	0,5	0	0	0
<b>dz'</b>	0	1	2	0	0,5	0	0	0
<b>s</b>	2	0	2	0	1	0	0	0
<b>s'</b>	2	1	2	0	1	0	0	0
<b>z</b>	0	0	2	0	1	0	0	0
<b>z'</b>	0	1	2	0	1	0	0	0

č	2	0	1	0	0,5	0	0	0
č'	2	1	1	0	0,5	0	0	0
dž	0	0	1	0	0,5	0	0	0
dž'	0	1	1	0	0,5	0	0	0
š	2	0	1	0	1	0	0	0
š'	2	1	1	0	1	0	0	0
ž	0	0	1	0	1	0	0	0
ž'	0	1	1	0	1	0	0	0
k	2	0	0	0	0	0	0	0
k'	2	1	0	0	0	0	0	0
ķ	2	2	0	0	0	0	0	0
g	0	0	0	0	0	0	0	0
g'	0	1	0	0	0	0	0	0
ġ	0	2	0	0	0	0	0	0
m	0	0	3	0	2	0	0	1
m'	0	1	3	0	2	0	0	1
n	0	0	2	0	2	0	0	1

n'	0	1	2	0	2	0	0	1
ŋ	0	2	0	0	2	0	0	1
ŋ'	0	0	0	0	2	0	0	1
l	0	0	1	0	2	0	1	0
l'	0	1	1	0	2	0	1	0
ļ	0	2	1	0	2	0	1	0
ļ'	0	-0,5	1	0	2	0	1	0
r	0	0	1	0	2	1	0	0
r'	0	1	1	0	2	1	0	0
r <sub>u</sub>	0	-1	1	0	2	1	0	0
x	2	0	0	0	1	0	0	0
x'	2	1	0	0	1	0	0	0
ɾ	2	0	0	0	1	0	0	0
j	0	2	0	0	1	0	0	0
j'	0	2	0	0	2	0	0	0

**3. tabula.** Latviešu izlokšnēs sastopamo fonēmu un to variantu jeb alofonu koordinātes autoru piedāvātajā astoņdimensiju telpā.

Deguniskuma dimensija ļauj nošķirt orālās skaņas no nazālajām. Ja skaņas artikulācija notiek caur muti, bloķējot gaisa plūsmai ceļu caur deguna dobumu, kā tas notiek lielākās skaņu daļas artikulācijas gadījumā, artikulācija tiek klasificēta kā „neitrāla”, piešķirot tai vērtību 0. Ja skaņas izrunas laikā gaisa plūsmai ceļš caur deguna dobumu ir atvērts, tad artikulācija tiek klasificēta kā nazāla, piešķirot tai vērtību 1 (sk. 2. tab.). Nāseņu jeb nazālo līdzskaņu klasifikācija rosināja pārdomas par tās neatbilstību tradicionāli pieņemtajai, kad tos sauc par slēdžeņiem. Asociatīvi „slēdzenis” saistās ar gaisa plūsmas pilnīgu pārtraukumu kaut vai uz īsu brīdi. Protams, nazālo līdzskaņu izrunas laikā gaisa plūsmai ceļš caur muti tiek bloķēts, taču gaisa plūsma un skaņa samērā brīvi izplūst caur deguna dobumu, iegūstot nazālajām skaņām raksturīgās papildrezonanses. Tieši šis brīvais gaisa plūdums un skanīgums ir pamats nazālo līdzskaņu ierindošanai skaneņu grupā. Ņemot vērā šīs nāseņu īpašības, autori atļāvās tos klasificēt pēc atvēruma nevis kā „slēdzenis”, bet gan kā „vairāk atvērts spraudzenis”.

Vadoties no latviešu izlokšnēs sastopamo fonēmu fonētiskajām īpašībām, autori tām piešķīra nosacītas koordinātes, kuras, neraugoties uz savu nosacītību, ataino fonēmu savstarpējo tuvību pietiekami labi, respektīvi, atbilst tradicionālajiem, intuitīvajiem priekšstatiem. Papildus fonēmām šādas koordinātes tika piešķirtas arī izlokšnēs sastopamo fonēmu variantiem jeb alofoniem (sk. 3. tab.).

Lai būtu iespējams aprēķināt vērtību ne tikai skaņas aizvietošanai ar kādu citu, bet arī tās dzēšanai vai pievienošanai, ir jādefinē arī t. s. neitrālais punkts jeb ε, šinī gadījumā to varētu saukt par tukšās skaņas koordinātēm. Autori izskatīja trīs iespējamus risinājumus: koordināšu sistēmas sākumpunktu (tam atbilstu līdzskanis /g/), izmantoto intervālu viduspunktu (šādai parametru kombinācijai atbilstu mistiska, neizrunājama skaņa), kā arī fizioloģiski pamatotu, īpaši definētu punktu. Vispamatotākais šķita trešais ceļš, tāpēc autori izšķīrās par labu tam. Tomēr arī fizioloģiski definēta punkta izvēle nebija tik viennozīmīga: piemēram, punkta, kas atbilst mierīgai elpošanai caur degunu koordinātes būtu (2, 0, 3, 0, 0, 0, 0, 1), bet mierīgai elpošanai caur muti - (2, 0, 0, 0, 4, 0, 0, 0). Salīdzinot šo punktu koordinātes ar fonēmu koordinātēm (sk. 3. tab.) redzams, ka pirmais ir tuvāks līdzskaņiem, nekā patskaņiem, bet otrais – otrādi. Skaitliskā izteiksmē par to var pārliecināties, sarēķinot attālumus. Tā kā mūsu intuitīvajā uztverē patskaņi ir izrunājami ar mazāku piepūli, piekam līdzskaņi ir grūti izrunājami bez patskaņa



pieskaņas, tad pamatotāka šķīta esam tāda nulles punkta izvēle, kurš atrodas tuvāk patskaņiem. Tāpēc autori izšķīrās par labu elpošanai caur muti:  $\varepsilon = (2, 0, 0, 0, 4, 0, 0, 0)$ .

	a	ā	ɑ	ē	ē	e	ē	ā	a <sup>e</sup>	ie	i	ĩ	y	u	ũ	ū	o	o.	ō	uo	ə	p	p'	b	b'	f
a	0,00	1,00	0,51	2,14	1,80	2,24	2,06	1,50	0,81	2,01	2,00	1,62	1,25	1,41	1,80	2,24	2,36	2,61	2,93	1,65	2,24	4,47	4,61	4,36	4,50	3,50
ā	1,00	0,00	1,12	2,36	2,06	2,45	2,29	1,81	1,28	2,24	2,24	1,91	1,60	1,00	1,50	2,00	2,25	2,51	2,84	1,42	2,45	4,58	4,72	4,47	4,61	3,64
ɑ	0,51	1,12	0,00	1,63	1,35	1,96	1,90	1,00	0,30	1,92	1,96	1,60	1,25	1,44	1,79	2,20	1,90	2,18	2,53	1,34	1,75	4,80	4,92	4,70	4,82	3,78
ē	2,14	2,36	1,63	0,00	0,56	1,60	1,95	0,82	1,36	2,19	2,36	2,18	2,06	2,25	2,36	2,56	0,79	1,06	1,46	1,34	0,25	5,92	5,96	5,84	5,88	4,83
e	1,80	2,06	1,35	0,56	0,00	1,12	1,41	0,90	1,14	1,64	1,80	1,62	1,52	1,80	1,87	2,06	0,90	1,03	1,35	0,99	0,50	5,50	5,52	5,41	5,43	4,42
ē	2,24	2,45	1,96	1,60	1,12	0,00	0,50	1,96	1,91	0,80	1,00	1,07	1,25	1,73	1,50	1,41	1,60	1,35	1,25	1,31	1,41	5,20	5,12	5,10	5,02	4,15
e	2,06	2,29	1,90	1,95	1,41	0,50	0,00	2,15	1,92	0,30	0,50	0,62	0,90	1,50	1,22	1,12	1,95	1,75	1,68	1,40	1,80	4,82	4,74	4,72	4,64	3,81
ā	1,50	1,81	1,00	0,82	0,90	1,96	2,15	0,00	0,70	2,30	2,42	2,14	1,89	2,01	2,28	2,62	1,27	1,67	2,10	1,34	1,03	5,57	5,68	5,48	5,59	4,51
a <sup>e</sup>	0,81	1,28	0,30	1,36	1,14	1,91	1,92	0,70	0,00	1,99	2,06	1,72	1,40	1,57	1,90	2,29	1,68	1,99	2,37	1,25	1,50	5,02	5,14	4,92	5,04	3,99
ie	2,01	2,24	1,92	2,19	1,64	0,80	0,30	2,30	1,99	0,00	0,20	0,43	0,78	1,43	1,14	1,02	2,19	2,01	1,95	1,54	2,06	4,61	4,53	4,50	4,41	3,62
i	2,00	2,24	1,96	2,36	1,80	1,00	0,50	2,42	2,06	0,20	0,00	0,38	0,75	1,41	1,12	1,00	2,36	2,19	2,14	1,65	2,24	4,47	4,39	4,36	4,27	3,50
ĩ	1,62	1,91	1,60	2,18	1,62	1,07	0,62	2,14	1,72	0,43	0,38	0,00	0,38	1,18	1,01	1,07	2,23	2,14	2,17	1,45	2,10	4,40	4,36	4,29	4,24	3,41
y	1,25	1,60	1,25	2,06	1,52	1,25	0,90	1,89	1,40	0,78	0,75	0,38	0,00	1,03	1,03	1,25	2,15	2,15	2,26	1,34	2,02	4,37	4,37	4,25	4,25	3,36
u	1,41	1,00	1,44	2,25	1,80	1,73	1,50	2,01	1,57	1,43	1,41	1,18	1,03	0,00	0,50	1,00	2,02	2,08	2,25	1,01	2,24	4,47	4,50	4,36	4,39	3,50
ũ	1,80	1,50	1,79	2,36	1,87	1,50	1,22	2,28	1,90	1,14	1,12	1,01	1,03	0,50	0,00	0,50	2,08	2,02	2,08	1,13	2,29	4,50	4,47	4,39	4,36	3,54
ū	2,24	2,00	2,20	2,56	2,06	1,41	1,12	2,62	2,29	1,02	1,00	1,07	1,25	1,00	0,50	0,00	2,25	2,08	2,02	1,42	2,45	4,58	4,50	4,47	4,39	3,64
o	2,36	2,25	1,90	0,79	0,90	1,60	1,95	1,27	1,68	2,19	2,36	2,23	2,15	2,02	2,08	2,25	0,00	0,50	1,00	1,00	0,75	5,96	5,98	5,88	5,90	4,88
o.	2,61	2,51	2,18	1,06	1,03	1,35	1,75	1,67	1,99	2,01	2,19	2,14	2,15	2,08	2,02	2,08	0,50	0,00	0,50	1,12	0,90	5,98	5,96	5,90	5,88	4,91
ō	2,93	2,84	2,53	1,46	1,35	1,25	1,68	2,10	2,37	1,95	2,14	2,17	2,26	2,25	2,08	2,02	1,00	0,50	0,00	1,42	1,25	6,05	5,98	5,96	5,90	4,98
uo	1,65	1,42	1,34	1,34	0,99	1,31	1,40	1,34	1,25	1,54	1,65	1,45	1,34	1,01	1,13	1,42	1,00	1,12	1,42	0,00	1,31	5,17	5,19	5,07	5,10	4,12
ə	2,24	2,45	1,75	0,25	0,50	1,41	1,80	1,03	1,50	2,06	2,24	2,10	2,02	2,24	2,29	2,45	0,75	0,90	1,25	1,31	0,00	5,92	5,94	5,83	5,85	4,82
p	4,47	4,58	4,80	5,92	5,50	5,20	4,82	5,57	5,02	4,61	4,47	4,40	4,37	4,47	4,50	4,58	5,96	5,98	6,05	5,17	5,92	0,00	0,50	1,00	1,12	1,12
p'	4,61	4,72	4,92	5,96	5,52	5,12	4,74	5,68	5,14	4,53	4,39	4,36	4,37	4,50	4,47	4,50	5,98	5,96	5,98	5,19	5,94	0,50	0,00	1,12	1,00	1,22
b	4,36	4,47	4,70	5,84	5,41	5,10	4,72	5,48	4,92	4,50	4,36	4,29	4,25	4,36	4,39	4,47	5,88	5,90	5,96	5,07	5,83	1,00	1,12	0,00	0,50	1,50
b'	4,50	4,61	4,82	5,88	5,43	5,02	4,64	5,59	5,04	4,41	4,27	4,24	4,25	4,39	4,36	4,39	5,90	5,88	5,90	5,10	5,85	1,12	1,00	0,50	0,00	1,58
f	3,50	3,64	3,78	4,83	4,42	4,15	3,81	4,51	3,99	3,62	3,50	3,41	3,36	3,50	3,54	3,64	4,88	4,91	4,98	4,12	4,82	1,12	1,22	1,50	1,58	0,00
f'	3,67	3,81	3,93	4,88	4,44	4,06	3,71	4,63	4,13	3,51	3,39	3,36	3,36	3,54	3,50	3,54	4,91	4,88	4,91	4,15	4,85	1,22	1,12	1,58	1,50	0,50
v	3,35	3,50	3,65	4,72	4,30	4,03	3,67	4,39	3,86	3,48	3,35	3,26	3,21	3,35	3,39	3,50	4,78	4,80	4,88	4,00	4,72	1,50	1,58	1,12	1,22	1,00
v'	3,54	3,67	3,80	4,78	4,33	3,94	3,57	4,52	4,01	3,37	3,24	3,20	3,21	3,39	3,35	3,39	4,80	4,78	4,80	4,03	4,74	1,58	1,50	1,22	1,12	1,12
t	3,87	4,00	4,25	5,48	5,02	4,69	4,27	5,10	4,50	4,03	3,87	3,79	3,75	3,87	3,91	4,00	5,53	5,55	5,62	4,66	5,48	1,00	1,12	1,41	1,50	1,12
t'	4,03	4,15	4,38	5,53	5,05	4,61	4,18	5,22	4,63	3,94	3,77	3,74	3,75	3,91	3,87	3,91	5,55	5,53	5,55	4,69	5,50	1,12	1,00	1,50	1,41	1,22
d	3,74	3,87	4,13	5,39	4,92	4,58	4,15	5,01	4,39	3,90	3,74	3,66	3,61	3,74	3,77	3,87	5,44	5,46	5,53	4,55	5,39	1,41	1,50	1,00	1,12	1,50
d'	3,91	4,03	4,27	5,44	4,95	4,50	4,06	5,12	4,52	3,81	3,64	3,61	3,61	3,77	3,74	3,77	5,46	5,44	5,46	4,58	5,41	1,50	1,41	1,12	1,00	1,58
c	3,50	3,64	3,85	5,03	4,58	4,27	3,87	4,67	4,09	3,65	3,50	3,41	3,36	3,50	3,54	3,64	5,08	5,11	5,18	4,24	5,02	1,12	1,22	1,50	1,58	0,71
c'	3,67	3,81	3,99	5,08	4,61	4,18	3,77	4,79	4,22	3,54	3,39	3,36	3,36	3,54	3,50	3,54	5,11	5,08	5,11	4,27	5,05	1,22	1,12	1,58	1,50	0,87
dz	3,35	3,50	3,72	4,93	4,47	4,15	3,74	4,56	3,96	3,51	3,35	3,26	3,21	3,35	3,39	3,50	4,98	5,01	5,08	4,12	4,92	1,50	1,58	1,12	1,22	1,22
dz'	3,54	3,67	3,87	4,98	4,50	4,06	3,64	4,69	4,10	3,40	3,24	3,20	3,21	3,39	3,35	3,39	5,01	4,98	5,01	4,15	4,95	1,58	1,50	1,22	1,12	1,32
s	3,16	3,32	3,47	4,59	4,15	3,87	3,50	4,25	3,69	3,29	3,16	3,06	3,01	3,16	3,20	3,32	4,64	4,67	4,75	3,84	4,58	1,41	1,50	1,73	1,80	0,50
s'	3,35	3,50	3,63	4,64	4,18	3,77	3,39	4,38	3,85	3,18	3,04	3,00	3,01	3,20	3,16	3,20	4,67	4,64	4,67	3,87	4,61	1,50	1,41	1,80	1,73	0,71
z	3,00	3,16	3,33	4,48	4,03	3,74	3,35	4,13	3,56	3,14	3,00	2,90	2,84	3,00	3,04	3,16	4,53	4,56	4,64	3,70	4,47	1,73	1,80	1,41	1,50	1,12
z'	3,20	3,35	3,49	4,53	4,06	3,64	3,24	4,27	3,71	3,01	2,87	2,83	2,84	3,04	3,00	3,04	4,56	4,53	4,56	3,74	4,50	1,80	1,73	1,50	1,41	1,22
č	3,04	3,20	3,44	4,72	4,24	3,91	3,46	4,34	3,70	3,21	3,04	2,94	2,88	3,04	3,08	3,20	4,78	4,80	4,88	3,87	4,72	2,06	2,12	2,29	2,35	1,58
č'	3,24	3,39	3,60	4,78	4,27	3,81	3,35	4,47	3,85	3,09	2,92	2,88	2,88	3,08	3,04	3,08	4,80	4,78	4,80	3,90	4,74	2,12	2,06	2,35	2,29	1,66
ž	2,87	3,04	3,29	4,62	4,12	3,77	3,32	4,22	3,56	3,05	2,87	2,76	2,70	2,87	2,92	3,04	4,67	4,70	4,78	3,74	4,61	2,29	2,35	2,06	2,12	1,87
ž'	3,08	3,24	3,46	4,67	4,15	3,67	3,20	4,35	3,72	2,92	2,74	2,70	2,70	2,92	2,87	2,92	4,70	4,67	4,70	3,77	4,64	2,35	2,29	2,12	2,06	1,94
š	2,65	2,83	3,01	4,25	3,77	3,46	3,04	3,88	3,26	2,80	2,65	2,53	2,46	2,65	2,69	2,83	4,31	4,34	4,42	3,42	4,24	2,24	2,29	2,45	2,50	1,50
š'	2,87	3,04	3,20	4,31	3,81	3,35	2,92	4,03	3,44	2,66	2,50	2,45	2,46	2,69	2,65	2,69	4,34	4,31	4,34	3,46	4,27	2,29	2,24	2,50	2,45	1,58

7. attēls. Attālumi starp fonēmām (programmas ģenerētās tabulas fragments).

Programmēšanas valodā PERL A.Bērziņš izstrādāja programmu, kura pēc augstāk definētajām koordinātēm aprēķina Eiklīda attālumu starp visiem fonēmu pāriem un uzskatāmi izvada rezultātus tabulas veidā tīmekļa pārlūka logā (sk. 7. att.). Programmā iespējams interaktīvi mainīt dimensiju svāra koeficientus, respektīvi – mazināt vai palielināt dimensiju ietekmi uz attālumu [2]. Eksperimentējot autori nonāca pie secinājuma, ka labāk intuitīvajam priekšstatam par attālumiem starp fonēmām atbilst tabula, kurai mīkstuma dimensijas svāra koeficients ir 0,5, pārējām atstājot pēc noklusējuma esošos koeficientus ar vērtību 1.

Vienu no fonēmu telpas „darba versijām“ A.Bērziņš izmantoja latviešu izlokšņu materiāla salīdzināšanai un kategorizēšanai un ieguva labus rezultātus [7].

Literatūra:

1. Ball M. J. Teaching Vowels in Practical Phonetics: The Auditory or Articulatory Route? – <http://www.phon.ucl.ac.uk/home/johnm/ball.htm>
2. Bērziņš A. Attālumi starp fonēmām. – <http://ansis.lv/fonatt/fonatt.cgi>
3. Corporate Author International Phonetic Association (1999). Handbook of the International Phonetic Association: A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet. Cambridge: Cambridge University Press.
4. Kessler B. (1995). Computational dialectology in Irish Gaelic // Proc. of the European ACL. Dublin – pp. 60-66.
5. Markus D. un Grigorjevs J. (2004.). Fonētikas pētīšanas un vizualizēšanas metodes – II grām. sēr.: Fonētikas pētīšanas un vizualizēšanas metodes – Rīga: Rasa ABC.
6. University College London, Dept. of Phonetics and Linguistics (1996). Cardinal Vowels by Daniel Jones. London: UCL Press.
7. Берзинь А.У. (2006). Измерение фонеморфологического расстояния между латышскими наречиями путём применения расстояния Вагнера-Фишера // Труды международной конференции «Диалог 2006». М.: Издательство РГГУ – стр. 65-72.
8. Пиотровский Р. Г. (1960). Еще раз о дифференциальных признаках фонемы. // Вопросы языкознания – N° 6 – М: РАН – стр. 24-38.