

З.М. Базарбаева^{1*}, Д.А. Садық², Ж. Жұмабаева¹, А. Аманбаева¹

¹Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Тіл білімі институты, Алматы, Қазақстан;

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
(e-mail: zeynepmb@mail.ru)

Қазақ тіліндегі сөйлеу синтезінің фонетика-фонологиялық негіздері

Қазіргі кезеңінде ақпараттық, цифрлық технологиялар гуманитарлық ғылымдарында кеңінен пайдаланылады. Осыған байланысты қазақ тілінің мәртебесін көтеру және оның жан-жақты қызметін кеңейту үшін әртүрлі ізденістерді жүргізу қажет. Цифрлық технология дәуірінде тіл білімі саласында экспериментті-фонетикалық әдістер жиі пайдаланылады. Сегментті және суперсегментті бірліктерді зерттеу үшін компьютерлік бағдарлама қолданылады. Экспериментті ізденістер арқылы ауызша дискурстың ерекшеліктерін анықтап сипаттауға болады. Цифрландыру құбылысы көлемді мәтіндерді талдауға мүмкіндік береді. Оны синтагмаға, фонетикалық сөздерге, содан кейін буындарға және ең шағын фонетикалық бірлікке бөліп, олардың акустика-артикуляторлық сипаттамасын анықтау керек. Шағын тілдік бірліктер — фонемалар сөйлеу синтезін әзірлеу үшін деректі материал ретінде алынады. Қазақ тілінің синтезі мен танылуы бойынша зерттеулер өзекті. Сөйлеу синтезі кіріс мәтінінің белгілі бір қасиеттерін талдау және оның просодикалық белгіленуі негізінде әуеннің ағымдағы контурын, дыбыс күшін, фонемалық ұзақтығын және үзіліс ұзақтығын қалыптастырудың автоматты процедурасының болуын болжайды. Тіл білімінің соңғы ізденістерінде цифрландыру процестері кеңінен пайдаланылады. Корпустық лингвистикада, мәтіндерді автоматтандыруда, сөйлеу синтезін әзірлеу барысында компьютерлік бағдарламалар қолданылады. Мақала сөйлеу синтезінің фонетика-фонологиялық негіздерін анықтауға арналған. Эксперименттік-фонетикалық зерттеулер негізінде таңдалған мәтін дыбыстық бірліктерге — фонемаларға бөлінеді және арнайы бағдарлама арқылы дыбысталған мәтінге айналады. Сөз ағымындағы фонетикалық бірліктер әртүрлі дыбыстық өзгерістерге ұшырайды. Компьютер жадына енгізілген дыбыстардың сандық деректер сөйлеу сигналына айналады. Фонемалардың модификациясы, кейбір фонемалардың әлсіреуі, олардың басқа фонемалардың қасиеттерін алуы, редукция, ассимиляция процестерінің себептері тексерілді. Фонемалардың әлсіз позициясындағы вариант, вариациялардың просодикалық ерекшеліктері сипатталады. Сөз легіндегі әрбір фонема өзінің аллофондарында көрініс табады. Сөз синтезінің дыбыс қоры акустика-артикуляторлық сипаттамасына негізделеді. Дыбыс қорын зерттеп, сөз ағымындағы фонетикалық өзгерістерінің лингвистикалық және экстралингвистикалық себептерін анықтағанда, дыбыс түрленімінің типологиялық заңдылықтарын айқындау барысында әртүрлі стилдік мәтіндерді синтездеуге болады. Сонымен, дыбыстық бірліктердің әртүрлі реңкте, вариацияда айтылуы, дыбыстардың фонетикалық өзгерістері, фонема мен аллофондарының түрленім себептері, дыбыс өзгерістерінің жалпы типологиясы қолданбалы лингвистика үшін, нақты айтқанда сөз синтезінің платформасын жасау үшін өте қажет. Сөйлеу синтезінің негізгі қағидасы фонетика-фонологиялық мәліметтер базасын құру және оның негізгі элементтері белгілі бір тілде кездесетін фонемалардың аллофондары болып табылады. Инвариант фонемалардың сөйлеу барысындағы вариациялары, олардың синтагматикалық осьтегі жүзеге асуы арнаулы бағдарлама арқылы тексеріледі.

Кілт сөздер: сөйлеу синтезі, фонема, аллофон, айырым белгілері, вариант, вариация, лингвотехнология.

Kipicne

Қазіргі кезеңінде ақпараттық, цифрлық технологиялар гуманитарлық ғылымдарында кеңінен пайдаланылады. Осыған байланысты қазақ тілінің мәртебесін көтеру және оның жан-жақты қызметін кеңейту үшін әртүрлі ізденістерді жүргізу қажет. Цифрлық технология дәуірінде тіл білімі саласында экспериментті-фонетикалық әдістер жиі пайдаланылады. Сегментті және суперсегментті бірліктерді зерттеу үшін компьютерлік бағдарлама қолданылады. Экспериментті ізденістер арқылы ауызша дискурстың ерекшеліктерін анықтап сипаттауға болады. Цифрландыру құбылысы көлемді мәтіндерді талдауға мүмкіндік береді. Оны синтагмаға, фонетикалық сөздерге, содан кейін буындарға және ең шағын фонетикалық бірлікке бөліп, олардың акустика-артикуляторлық сипаттамасын анықтау керек. Шағын тілдік бірліктер — фонемалар сөйлеу синтезін әзірлеу үшін деректі материал ретінде алынады.

* Хат-хабарларға арналған автор. e-mail: zeynepmb@mail.ru

Қазақ тілінің синтезі мен танылуы бойынша зерттеулер өзекті болып саналады. Сөйлеу синтезі кіріс мәтінінің белгілі бір қасиеттерін талдау және оның просодикалық белгіленуі негізінде әуеннің ағымдағы контурын, дыбыс күшін, фонемалық ұзақтығын және үзіліс ұзақтығын қалыптастырудың автоматты процедурасының болуын болжайды. Тіл білімінің соңғы ізденістерінде цифрландыру процестері кеңінен пайдаланылады. Корпустық лингвистикада, мәтіндерді автоматтандыруда, сөйлеу синтезін әзірлеу барысында компьютерлік бағдарламалар қолданылады.

Тіл бірліктерінің функционалды негіздерін анықтау қазіргі тілтанымдағы көкейтесті мәселелердің бірі және қазақ сөзін синтездеуде өте маңызды. Фонема мен интонация тілдің фонетикалық жүйесінің компоненті болуымен бірге дыбыс тізбектерінде түрленіп әр алуан өзгерістерге түседі. Сөз легінде естілетін нақты дыбыстар фонемалардың материалдық символы ретінде көрінеді. Сөз ағымындағы сөз тіркестері, сөздер, дыбыстар түрлі өзгерістерге ұшырайды. Сөйлеу синтезін жасау үшін фонема-аллофондарының дерекқорын түгендеп, сипаттау керек. Сөйлеу барысындағы фонетика-фонологиялық құбылыстардың ерекшелігі әртүрлі мәндермен сипатталып, экспериментті әдістер арқылы тексеріледі. Фонемалардың айырым белгілерінің қасиеттері, оларға көршілес дыбыстардың және просодикалық тәсілдердің ықпалы, көкейтесті мәселелердің біріне жатады. Дайындықсыз сөйлеудегі просодикалық тәсілдердің (кідіріс, қарқын, әуен, үдемелік) көріністері, қызметі эксперимент әдістері арқылы тексерілді. Сөйлеу синтезі, мәтінді дауыстық хабарламаларға автоматты түрде түрлендіру технологиясы қазіргі әлемде маңызды рөл атқарады. Қазақ тілінің дыбыс құрамы жан-жақты зерттеліп жатыр. Фонологиялық талдау негізінде қазақ тілінің жалпы лингвистика құрамындағы орны, оның жалпы фонетикалық ғылыми аппараты толығымен анықталды. Қазақ тілінің фонетикалық қоры артикуляциялық, акустикалық және перцепциялық мәліметтерді түгел қамтиды.

Сөйлеу синтезінің негізгі қағидасы фонетика-фонологиялық мәліметтер базасын құру және оның негізгі элементтері белгілі бір тілде кездесетін фонемалардың аллофондары болып табылады. Инвариант фонема-интонациялардың сөйлеу барысындағы вариациялары, олардың синтагматикалық осьтегі жүзеге асуы арнаулы аспаптар арқылы тексеріледі. Дыбыстардың сөз ағымындағы өзгеруі, кейбір фонемалардың әлсіреуі, олардың басқа фонемалардың қасиетін алуы экспериментті түрде талданды. Сөйлеу синтезін жасау үшін фонема-аллофондарының дерекқорын түгендеп, сипаттау керек болды. Сөйлеу барысында пайда болатын редукция, ассимиляция процестерінің себептері анықталып, оларға фонетика-фонологиялық талдау жасалды. Сөз ағымында көрініс табатын интонация вариациялары анықталып, олардың позицияға, көршілес дыбыстарға, просодикалық тәсілдерге байланыстылығы эксперимент арқылы көрсетілді. Қазақ тілінің фонетикалық қоры қазақ теориялық фонетикасының жаңа ғылыми сатысына көтерілуіне, сондай-ақ қазақ тілі негізіндегі қолданба құралдардың жасалуына негіз болады.

Сөйлеу синтезін әзірлеу үшін ауызша мәтіндеріндегі анықталған фонемалардың просодикалық сипаттамасы берілді. Фонемалар өзінің аллофондары арқылы жүзеге асып, вариант және вариацияда көрініс табады. Тілдің даму процесіне байланысты фонемалардың аллофондары өзінің позиция тәуелділігінен құтылып дербес фонемаларға айналуы мүмкін. Олар ғасырлар бойы қалыптасып, акустика-артикуляторлық сипаттамасымен ерекшеленіп, мағына ажыратушы қызмет атқарады. Фонемалар айырым белгілері арқылы бір-бірінен ажыратылады. Сөйлеу тізбегін синтездеу үшін фонемалардың комбинаторлық және позициялық аллофондары бөлек көрсетіледі. Дыбыс бірліктерінің просодикалық сипаттамасы сөйлеу технологиясы саласындағы өте маңызды бағыт. Фонеманы сипаттау үшін оның әлді және әлсіз позицияларын анықтау керек. Әлді позицияда фонеманың негізгі ерекшелігі сақталады, ал әлсіз позицияда ол әртүрлі өзгеріске түсіп, басқа фонемалардың қасиетін алуы мүмкін. Фонеманың вариациясы мен варианттарын негізге алып қазақ тілінің сөз синтезін жасауға болады.

Әдебиетке шолу

Қазіргі тіл білімінде қарастырылып жатқан теориялық мәселелер баршылық, осымен байланысты тілді зерттеуде көптеген әдістер мен бағыттар қалыптасты. Қазіргі ғылым салалары сияқты қазақ тіл білімінде де жаңа ақпарат жылдан-жылға көбеюде. Осы ақпараттар ішінен белгілі бір салаға қатысты ғылыми деректерді жүйелеп және қазіргі әдістер мен мәселелерді игеру үшін білімді жетілдіру қажет. Сөйлеу синтезін әзірлеу үшін дыбысталған дискурстың экспериментті-фонетикалық зерттеу негізінде сегментті және суперсегментті бірліктері анықталады. Қазақ тілінің дыбыс қорын білім беру платформаларына енгізу қажет. Сондай-ақ студенттер ғылыми негізде

жүйеленген теориялық білімдер мен оқу құралдарына зәру болып отыр. Филолог мамандарды дайындау үшін арнайы лингвистикалық білімдерді жүйелеп, лингвистикалық теория нәтижесінің негізінде дәйектелген материалдар нақтылану керек.

Қазақ фонетикасының теориялық және практикалық тұрғыдан қарастырған ғалым-лингвистердің зерттеулері құнды. Қазақ тілінің фонетикалық жүйесі сегментті және суперсегментті деңгейде алғаш рет А. Байтұрсынұлы [1] мен Қ. Жұбановтың [2] еңбектерінде жан-жақты зерттелген. Ғалымдар қазақ тілінің фонетиканың, фонологияның және интонологияның теориялық негізін қалады. Фонология ғылымында терең білім алып, бірнеше шет тілдерін меңгергендіктен, олар қазақ тілінің фонетика-фонологиялық жүйесін басқа тілдермен салыстыра отырып зерделеген. Олардың ізбасарлары С. Кеңесбаев [3], Ж. Аралбаев [4], А. Жүнісбеков [5] қазақ фонетикасының қалыптасуына өз үлесін қосқан.

Жалпы тіл білімінде фонологияның мәселелері И.А. Бодуэн де Куртенэ [6], мен Н.В. Крушевский [7] және Қазан, Москва, Ленинград тілшілерінің бастамасымен жан-жақты зерттелді. 1960-70 жылдардағы қазақ фонетикасына қатысты шыққан монографиялар, мақалалар, жоғарғы оқу орындарына арналған оқулықтар мен оқу құралдары жұртшылыққа мәлім. Олардың біразы қазақ фонетикасының жеке мәселелеріне арналса, біразы жалпы қазақ фонетикасының жүйесіне арналған. Әр жұмыстың нақты мақсаты мен зерттеу міндеттері бар. Ғылыми жұмыста теориялық проблемалар шешілсе, оқу-әдістемелік жұмыстарда оқу процесі қамтылды. Алынған нәтижелер сол уақыттың теориялық және практикалық жағын көрсетеді. Вокализм мен консонантизм жүйесі, кейбір просодикалық мәселелер зерттеудің эксперименттік әдістері арқылы сипатталды. Батыс және орыс тіл біліміндегі эксперименталды фонетиканың қарқынды дамуы қазақ фонетикасына ықпал етті. Батыс, славян, орыс тіл білімі сияқты қазақ тіл білімінде де инструменталды әдістер кеңінен қолданыла бастады. Осымен байланысты эксперименталды фонетика бойынша ғылыми мақалалар мен монографиялар жарық көрді: В. Malmberg [8], V. Pinaéva [9], М. Halliday [10], И.Г. Торсуева [11], Т.М. Николаева [12], Л.А. Кантер [13], Н.У. Туркбенбаев [14], Ж. Аралбаев [15]. Өткен ғасырдың 90-жылдарынан бастап эксперименттік көрсеткіштердің негізінде дыбыстар акустикалық, артикуляторлық және перцептивтік тұрғыдан сипатталды. Қазақ тілінің дыбыс құрамы, фонетика жүйесі, дыбыстың варианттылығы, буын түрлері туралы жеткілікті ақпараттар жинақталды.

Қазіргі кезде алынған зерттеу нәтижелері қазақ тілінің толық фонетикалық қорын дайындауға, жасанды сөйлеу тілінің ерекшелігін анықтауға мүмкіндік береді. Тіл біліміндегі сегментті және суперсегментті фонетика, фонология, интонология, просодика бойынша іргелі зерттеу нәтижелері монографияларда, еңбектерде, ғылыми мақалаларда жарияланған және сөз синтезін жасау үшін қазіргі кезде мол материал сұрыпталып, жасанды сөйлеуді құрастыруға мәтіндердің ауқымды базасы жинақталған.

Сөйлеу синтезінің зерттеу тарихын XVIII ғасырдан Ресей Ғылым академиясының толық мүшесі, дат ғалымы Христиан Кратценштейн бес ұзақ дауысты дыбысты (а, е, и, о, у) айтуға қабілетті адамның сөйлеу жолының моделін жасады [16]. Модель ауа ағынымен қоздырылған дірілдейтін тілдердің көмегімен дауысты дыбыстар шығаратын әр түрлі формадағы акустикалық резонаторлар жүйесі болды. XIX ғасырдың аяғында әйгілі ғалым Александр Белл өзінің «сөйлейтін» механикалық моделін жасады, ал XX ғасырда электр машиналарының дәуірі басталды және ғалымдар дыбыстық толқын генераторларын қолдануға және олардың негізінде алгоритмдік модельдер құруға мүмкіндік алды. Есептеу техникасына негізделген сөйлеуді синтездеудің алғашқы жүйелері 1950 жылдардың соңында пайда болды, ал алғашқы «мәтіннен сөйлеуге» синтезатор 1968 жылы құрылды. Сөйлеу синтезі жүйелерін құру бойынша жүргізілген зерттеулер фонетика мен фонологияның теориялық мәселелерін жаңа қырынан қарастыруға мүмкіндік береді. Дыбыс құрамы, дыбыс жүйесі, түрленім үлгілері, буын түрлері жайында мол мәлімет жиналып берілді. Фонетикалық жүйесінің негізінде білім беру платформаларына сай қазақ тілінің сөйлеу синтезі әзірленеді.

Әдісі мен материалы

Бұл зерттеудің әдіснамалық негізі ресейлік және қазақстандық ғалымдардың әртүрлі тілдеріндегі сегментті-просодикалық жүйелерін зерттеу мәселелері бойынша теориялық тұжырымдамалары, сонымен қатар сөйлеу синтезіне арналған еуропа ғалымдарының еңбектері Л.В. Бондарко, Л.А. Вербицкая, М.В. Гордина [17]; Н.В. Черемисина-Ениколопова [18]; З.М. Базарбаева З.М. [19];

О.В. Кривнова [20]; Б.М. Лобанов, Л.И. Цирульник [21]; Дж. Фланаган [22]; В. Кузнецов [23]; А.І. Monaghan [24] басшылыққа алынды.

Сөз синтезінің фонетикалық-фонологиялық деректерін модельдеу үшін зерттеу барысында фонетиканың эксперименттік әдістері қолданылды: аудиторлық, просодикалық, фонологиялық, сонымен қатар компьютерлік деректерді талдау әдістері. Қазіргі эксперименттік фонетикалық жұмыстарда құрылымдық талдау әдісі кеңінен пайдаланылады. Оның барлық өзара байланысты элементтерін тұтас талдауды, физикалық сипаттамалардың (негізгі тон жиілігі, қарқын және үдемелік) көрсеткіштерін зерттеуді көздейтін бұл әдісті ресейлік ғалымдар әзірлеп, тәжірибеге енгізген Н.Д. Светозарова [25]; Р.К. Потапова, В.В. Потапов [26]. Тілдік материалды зерделеу кезінде талдаудың субъективті және объективті әдістері қолданылады. Субъективті әдіс деп, әдетте, аспаптық талдаудан бұрын болатын аудиторлық талдауды айтады. Аудиторлық талдау өте көлемді және әртүрлі эксперименттік материалды қамтуы үшін ыңғайлы. Аудиторлық талдау әдетте бірнеше кезеңнен тұрады, сондықтан аудиторлар бірнеше топ болып, олардың алдына зерттеу мақсатына байланысты әртүрлі міндеттер қойылады. Бірінші кезеңде іріктеу талдауы жүргізіледі, нәтижесінде сәтсіз, тілдік материал (нашар оқылған немесе тілдің орфоэпиялық нормаларына сәйкес келмейтін) жойылады. Келесі кезеңдерде аудиторлардың қай тобына кіретініне байланысты аудиторлардың алдына нақты міндеттер қойылады. Сөйлеудің белгілі бір түрлерінің сегменттік-просодикалық сипаттамаларын анықтаудың аудиторлық әдісі жасанды сөйлеуді синтездеуде кеңінен қолданылады. Аудиторлық талдауы нәтижесінде сегменттік-просодикалық құралдардың шартты белгілерімен фонологиялық транскрипция пайдаланылады.

Сөз ағымын мүшелену ауызша дискурстың басым проблемаларының бірі. Бұл тілдің дискретті бірліктері мен үздіксіз сөйлеу толқыны учаскелері арасындағы арақатынасты іздеуге байланысты. Аудиторлық талдаудан кейін арнайы бағдарламамен жүзеге асырылатын деректерді компьютерлік өңдеу қажет. Компьютерлік бағдарлама тональдық, темпоральдық және динамикалық параметрлер бойынша сандық деректерді береді. Бұл ретте просодикалық параметрлердің абсолюттік емес, салыстырмалы мәндері назарға алынады. Субъективті және объективті зерттеу әдістері сөйлеуді одан әрі синтездеу үшін сегменттік-просодикалық құралдарды сипаттауда шынайы және сенімді нәтижелер алу үшін негізгі база. Аудиторлық әдіс белгілі бір сөйлеу әрекетінің просодикалық сипатын ғана білдірмейді, сонымен қатар жасанды ауызша сөзді синтездегенде де қолданылады. Экспериментте синтезделген интонациялық контурды қабылдауда сөйленімнің коммуникативтік түрін тану және синтезделген интонацияның табиғилық деңгейін анықтау міндеті қойылады. Сонымен, синтез кадамдары: алдымен мәтін қысқартулар мен сандарды ашатын арнайы алгоритммен дайындалады. Содан кейін мәтін фразаларға бөлінеді және әр фраза фонетикалық транскрипция мен интонацияны модельдеу арқылы өтеді. Соңында, акустикалық модель осы мәліметтер негізінде дыбыс толқындарын жасайды.

Сөйлеу синтезінің бірнеше негізгі әдістері бар, олардың әрқайсысы өзіндік ерекшеліктерімен сипатталады. Компиляциялық синтез әдісі сөйлемдер құру үшін құрастырылған алдын-ала жазылған дыбыстық фрагменттерді қолданады. Мұндай технологияның мысалы ретінде пойыздардың келуін және кетуін жариялау үшін вокзалдарда қолданылатын жүйені келтіруге болады. Формантты синтез адамның сөйлеуіне еліктейтін дыбыстарды шығару үшін формант модельдерін (негізгі резонанстық жиіліктер) қолданады. Формантты синтез алғашқы әдістердің бірі болды және табиғи дыбыстарды шығаруға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл адамның дауыс жолының акустикалық қасиеттерін математикалық модельдеуге негізделген және формант параметрлерін өзгерту арқылы әртүрлі сөйлеу дыбыстарын шығаруға қабілетті. Сөйлеу синтезі контекстінде аддитивті синтезді дауыстық трактінің әртүрлі сипаттамаларын модельдеу үшін қолдануға болады, бұл сөйлеудің табиғи дыбысын жасауға ықпал етеді. Бұл технологиялар үлкен көлемдегі деректерді оқыту арқылы адамға жақын табиғи және мәнерлі дыбысты қамтамасыз етеді және сөйлеудің контекстін, интонациясын және эмоционалды бояуын ескеруге қабілетті, бұл сөйлеу синтезінің сапасын едәуір жақсартады.

Нәтижелер және талқылау

Жаһандану дәуірінде цифрлық технологиялар ғылымның барлық салаларында және әсіресе тіл білімінде кеңінен қолданылады. Қоғамды жаңғырту жағдайында лингвотехнология басқа бағыттардан озып келеді. Әлемдік техникалық жетістіктер лингвотехнологияның тууына әсер етті. Гуманитарлық ғылымның цифрландыру процесі, корпустық лингвистиканың дамуы, сөйлеу синтезінің әзірленуі соған дәлел. Сөйлеу синтезі жүйелерінде фонологиялық ережелер қолданылады,

олар әріптің фонемаға және фонемалардың дыбыстық түрге айналуын сипаттайды. Сөйлеу синтезін әзірлеу үшін тілдің дыбыс қорын анықтау қажет. Қалыптасқан аллофондық мәліметтер базасы қазақ тіліне арналған мәтін бойынша сөйлеуді синтездеудің толық жүйесін құруға негіз бола алады және сөйлеуді автоматты синтездеудің барлық салаларында қолданылады.

Қазақ тілінің дыбыс жүйесі 28 төл фонеманы құрайды. Фонемалар үн мен салдырдың қатысы бойынша екі топқа бөлінетіні белгілі (9 дауысты фонема, 19 дауыссыз фонема).

Бір фонеманың екінші фонемаға ұқсамайтын өзгеше сипаты айырым белгілер деп аталады. Тілдегі дыбыстардың айырым белгілері олардың акустикалық және артикуляциялық сипаттамасымен тығыз байланысты.

Қазақ тілінің вокализм жүйесі келесі фонемалардан тұрады: а, ә, е, о, ө, и, ү, у, і м. Дауысты дыбыстар сөйлеу мүшелерінің қатысуына қарай бірнеше топқа бөлінеді. Қазақ тіліне тән дауысты дыбыс жүйесі айырым белгілер арқылы сипатталады. Олардың айырым белгілер негізінде мынадай бинарлық оппозициялар құрайтыны белгілі: ашық/қысаң, жуан/жіңішке, езулік/еріндік. Дыбыстардың бинарлық оппозициялық айырым белгілері төмендегі кестелерде ұсынылған.

1 - кесте

Жақтың қатысына қарай оппозициялық айырым белгілер

Дауысты фонемалар	а	ә	о	ө	е	и	ү	у	і
Ашық	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Қысаң	-	-	-	-	+	+	+	+	+

Бірінші кестеде жақтың қатысына қарай оппозициялық айырым белгілер берілген.

2 - кесте

Тілдің қатысына қарай оппозициялық айырым белгілер

Дауысты фонемалар	а	ә	о	ө	е	и	ү	у	і
Жуан	+	-	+	-	-	+	-	+	-
Жіңішке	-	+	-	+	+	-	+	-	+

Екінші кестеде тілдің қатысына қарай оппозициялық айырым белгілер берілген.

3 - кесте

Еріннің қатысына қарай оппозициялық айырым белгілер

Дауысты фонемалар	а	ә	о	ө	е	и	ү	у	і
Езулік	+	+	-	-	+	-	-	+	+
Еріндік	-	-	+	+	-	+	+	-	-

Үшінші кестеде еріннің қатысына қарай оппозициялық айырым белгілер берілген.

Қазақ тілінің консонантизм жүйесі сөйлеу мүшелерінің бір-бірімен жанасуы немесе толық қабысуы арқылы пайда болады. Дауыссыз фонемалар келесі дыбыстардан тұрады: **b, g, ğ, d, j, z, ɫ, k, q, ɭ, m, n, ɳ, p, r, s, t, u, f, h, v, ʃ.**

Қазақ тіліне тән дауыссыз фонемалар дауыс қатысына және жасалуына қарай өзара бірнеше топтарға бөлініп, жүйеленеді. Үн мен салдырдың қатысына қарай: **ұяң, қатаң, үнді** дауыссыздарға бөлінеді.

Үн мен салдырдың қатысы арқылы жасалған дауыссыз фонемаларды **ұяң дауыссыздар** деп атаймыз. Ұяң дауыссыздарда үннен гөрі салдыры басым болады. Ұяң дауыссыздарға мына фонемалар жатады: **b, g, ğ, d, j, z, v.**

Тек салдырдан жасалған дауыссыз фонемаларды **қатаң дауыссыздар** деп атаймыз. Қатаң фонемаларға мыналар жатады: **p, k, q, t, s, f, ʃ.**

Үн мен салдырдың қатысынан жасалып, бірақ салдырдан гөрі үн басым болатын фонемаларды **үнді дыбыстар** деп атаймыз. Үнді дауыссыздарға мыналар жатады: **ɫ, ɭ, r, u, m, n, ɳ.** Үнді

дауыссыздар жұмсақ таңдайдың қалпына қарай екіге бөлінеді: ауыз жолды: **ɪ, l, r, u**; мұрын жолды: **m, n, ñ**.

Айтылу жолына қарай дауыссыздар **шұғыл (тоғысыңқы)**, **ызың (жуысыңқы)** және **діріл** дауыссыздарға бөлінеді. Шұғыл дауыссыздарға мыналар жатады: **b, p, g, d, t, k, q, m, n, ñ, ʃ**. Ызың дауыссыздарға мыналар жатады: **ǵ f, v, j, z, ɪ, l, s, u, h, ʒ**. Діріл дауыссызы **r** дыбысы болып табылады.

Жасалу орнына қарай дауыссыз фонемалар **ерін (лабиаль)** және **тіл (лингваль)** дауыссыздарға бөлінеді: Ерін дауыссыз фонемаларға мыналар жатады: **b, m, p, u, f, v**. Тіл дауыссыз фонемалар тілдің қатысына қарай үшке бөлінеді: тіл алды: **d, j, z, ɪ, l, n, r, s, t, ʃ**; тіл ортасы: **g, k**; тіл арты: **ǵ, q, ñ, h**.

Келесі кестеде дауыссыз фонемалардың үн мен салдырдың қатысына қарай **ұяң-қатаң** оппозициялық **айырым белгілері** берілген.

4 - кесте

Дауыссыз фонемалардың үн мен салдырдың қатысына қарай **ұяң-қатаң** оппозициялық айырым белгілері

Дауыссыз дыб.	b	v	g	ǵ	d	j	z	ɪ	k	q	l	m	n	ñ	p	r	s	t	u	f	h	ʃ
ұяң	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
қатаң	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+

Төртінші кестеде дауыссыз фонемалардың үн мен салдырдың қатысына қарай **ұяң-қатаң** оппозициялық **айырым белгілері** берілген.

5 - кесте

Дауыссыз фонемалардың айтылу жолына қарай **шұғыл(тоғысыңқы)-ызың (жуысыңқы)** оппозициялық айырым белгілер

Дауыссыз дыб.	b	v	g	ǵ	d	j	z	ɪ	k	q	l	m	n	ñ	p	r	s	t	u	f	h	sh
Шұғыл (тоғыс)	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
Ызың (жуыс)	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+

Бесінші кестеде дауыссыз фонемалардың айтылу жолына қарай **шұғыл (тоғысыңқы)** — **ызың (жуысыңқы)** оппозициялық айырым белгілері берілген.

6 - кесте

Дауыссыз фонемалардың жасалу жолына қарай **ерін-тіл** оппозициялық айырым белгілер

Дауыссыз дыб.	b	v	g	ǵ	d	j	z	ɪ	k	q	l	m	n	ñ	p	r	s	t	u	f	h	sh
ерін	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
тіл	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+

Алтыншы кестеде дауыссыз фонемалардың жасалу жолына қарай **ерін-тіл** оппозициялық айырым белгісі берілген

7 - кесте

Үнді дауыссыз фонемалардың жұмсақ таңдайдың қалпына қарай ауыз жолды және мұрын жолды оппозициялық айырым белгілер

Дауыссыз дыбыстар	ɪ	l	m	n	ñ	ɾ	u
Ауыз жолды	+	+	-	-	-	+	+
Мұрын жолды	-	-	+	+	+	-	-

Жетінші кестеде үнді дауыссыз фонемалардың жұмсақ таңдайдың қалпына қарай **ауыз жолды және мұрын жолды** оппозициялық айырым белгісі берілген.

Әр фонема инвариант ретінде оның айырым белгілерінің жиынтығы. Оның айырым белгілері әр фонеманың қолдануында қайталанып, кең диапазонда құбылып тұрады. Фонологиялық айырым белгілер жиынтығының бір-біріне сәйкес келмеуі, олардың бірнеше фонеманың көрінісі болғандығынан. Айырым белгілердің жиынтығы фонемалардың фонологиялық мазмұнын құрайды. Мысалы, <ɗ> фонемасының фонологиялық мазмұны мынадай: 1) ұяң, 2) тоғысыңқы, 3) тіл алды. Фонемалардың айырым белгілері олардың акустика-артикуляциялық ерекшеліктерінен көрінеді. Олар сөйлеушілердің қабылдауымен фонемаларды бір-бірінен ажыратып, сөз бен морфемаларды түсінуге жол ашады. Қазақ тіліндегі <a> ~ <ä>, <o> ~ <ö>, <u> ~ <ü>, <y> ~ <i> дауыстыларының жуан-жіңішкелігі олардың айырым белгісі.

Тілдердің дыбыс жүйесі әртүрлі болады, олардағы дыбыстардың сапасы да біркелкі емес. Кейбір тілдердегі дыбыс ерекшеліктерінің мәні маңызды болса, басқа тілдер үшін олардың мәні болмайды.

Сөйлеу тіліндегі әр дыбысты анықтау оның айтылуымен (естілуімен) ғана байланысты емес. Ұлтына қарай әр тілде сөйлейтін адамдар бірдей айтылған сөздердегі біркелкі дыбыстарды әрқайсысы әртүрлі, яғни өзінше қабылдайды. Мысалы, кәрістер [r] дыбысы мен [ʀ] дыбысының айырмасын байқамайды; арабтар [o] мен [u]-дың айырмасын байқамайды; француздар *керек* деген сөздегі бірінші және екінші буындағы [e] дауысты дыбысын екі түрлі естиді, кейбір ұлттардың өкілдері сөздің соңындағы жуан және жіңішке дауыссыз дыбыстардың айырмашылығын естімейді, айырмасын байқамайды. Сонымен, әр ұлттың өкілдері сөздегі дыбыстардың санын да, оның өзгешеліктерін де әртүрлі қабылдайды.

Тіл фонемалары адам санасында сақталып, естумен қабылданады. Әр халықтың *фонологиялық елегі* болады. Сол арқылы жат тілінің фонемалары өтіп, адамның жадында сақталады. Сөйлеу барысында біз өзіміздің фонологиялық елегімізге сүйенеміз, сондықтан көптеген қателер, олқылықтар кездеседі. Осындай жағдайда фонологиялық интерференция деген құбылыс орын алады. Интерференциялық қателерді жібермеу үшін тіл үйретуде оның артикуляциялық базасын дұрыс меңгеру керек. Инвариант фонемалар өздерінің вариант, вариацияларында көрініс табады, вариантсыз фонема болмайды, әр сөздің ішінде кездесетін дыбыстар белгілі бір фонеманың аллофоны болып табылады.

Сайып келгенде, вариация деген ұғым бір фонемаға қатысты болса, вариант дегеніміз екі фонемаға байланысты. Фонема әлді позицияда өзінің негізгі қасиетін, ерекшелігін сақтайды, ал әлсіз позицияда әртүрлі өзгеріске түседі. Әлсіз позицияда фонеманың вариациясы және варианты жүзеге асады. Перцептивтік әлсіз позицияда көрінетін инвариант фонемалардың вариациялары бір фонеманың көлемінде олардың синонимі, ал екі фонемаға қатысты фонеманың варианттары олардың омонимі болып, сигнификативті әлсіз позицияда көрініс табады.

Мысалы *есек* [ʰEsek], *ежелгі* [ʰeʒelgi], *етек* [ʰetek], *ертегі* [ʰertegi], *ескі* [ʰeski], *енді* [ʰendi], деген сөздерде анлаут позициясында <e> фонемасы [ʰe] вариациясымен ерекшеленеді, инлаут және ауслаут позициясында [e]-нің алдында әнтек [j] қосылмайды. Сондай-ақ *etik-ketik* [ʰetik-ketik], *esik-kesik* [ʰesik-kesik] деген сөздерде <e> фонемасы өзінің [ʰe, e] вариацияларында көрінеді.

<E> фонемасының әлсіз позициясы сөздің басында [ʰe] вариация арқылы көрініс табады:

[ʰe] [ʰekpin] *ekpin*
[ʰe] [ʰegemen] *egemen*
[ʰe] [ʰelek] *elek*
[ʰe] [ʰemle] *emle*

<E> фонемасының әлсіз позициясы [Ö] вариация арқылы көрініс табады:

[ö] [jüre^ök] *jüre^ök*
[ö] [köile^ök] *köile^ök*
[ö] [sö^önge^ön] *sö^öngen*
[ö] [külge^ön] *külgen*

<O> фонемасының әлсіз позициясы сөздің басында [ʰO] вариация арқылы көрініс табады:

[ʰo] [ʰorman] *orman*
[ʰo] [ʰotan] *otan*
[ʰo] [ʰoʃaq] *oʃaq*

[^uo] [^uoty^un] *otyn*

<Ö> фонемасының әлсіз позициясы [^üÖ] вариация арқылы көрініс табады:

[^uö] [^uörük] *örük*

[^uö] [^uömir] *ömir*

[^uö] [^uörkeniet] *örkeniet*

[^uö] [^uösımdık] *ösımdık*

<Y> фонемасының әлсіз позициясы [^üY] вариация арқылы көрініс табады:

[^üy] [^qorjy^un] *qorjyn*

[^üy] [^momy^un] *momyn*

[^üy] [^qoñy^us] *qoñys*

[^üy] [^togy^uz] *togyz*

<I> фонемасының әлсіз позициясы [^üI] вариация арқылы көрініс табады:

[^üi] [^sözi^un] *söziñ*

[^üi] [^köli^uk] *kölik*

[^üi] [^külki^u] *külki*

[^üi] [^jügi^ur] *jügir*

<S> фонемасының әлсіз позициясындағы [ts] вариациясы төрт реңкі арқылы көрініс табады: жуан-езулік, жіңішке-езулік, жуан-еріндік, жіңішке-еріндік.

[ts] [^aittsa] *aitsa*

[ts] [^ketts¹e] *ketse*

[ts] [^üttss⁰y^un] *ütsyn*

[ts] [^öttss¹⁰i^un] *ötsin*

<Ş> фонемасының әлсіз позициясындағы [tş] вариациясы төрт реңкі арқылы көрініс табады: жуан-езулік, жіңішке-езулік, жуан-еріндік, жіңішке-еріндік.

[tş] [^qaıttşy] *qaitşy*

[tş] [^kettş¹i] *ketşi*

[tş] [^üttş⁰y^u] *ütsy*

[tş] [^öttş¹⁰i^u] *ötşi*

<Z> фонемасының әлсіз позициясындағы варианттары [S], [Ş], [J] төрт реңкі арқылы көрініс табады: жуан-езулік, жіңішке-езулік, жуан-еріндік, жіңішке-еріндік.

[s] [^qassyn] *qassyn*

[s¹] [^s¹is¹s¹iz¹] *sızsız*

[s⁰] [^t⁰os⁰s^{0u}n⁰] *tozsyn*

[s¹⁰] [^s¹⁰ös¹⁰s^{10u}z¹⁰] *sözsız*

[ş] [ⁿamaşşam] *namaz şam*

[ş¹] [^t¹iş¹ş¹i] *tizşi*

[ş⁰] [^t⁰üş⁰ş⁰y^u] *tüzşy*

[ş¹⁰] [^s¹⁰üş¹⁰ş^{10u}i] *süzşi*

[j] [^qyjjaqsy] *qyz jaqsy*

[j¹] [^qyj¹j¹ibek] *qyz jibek*

[j⁰] [^boj⁰j⁰orğa] *boz jorğa*

[j¹⁰] [^k¹⁰öj¹⁰j¹⁰ügürti] *köz jügürti*

Сонымен, сигнификативтік әлді позицияда фонемалар өзінің мағына ажыратушы қызметін атқарады. Перцептивтік әлсіз позицияда қоршаған дыбыстардың әсерінен фонемалар өзінің вариацияларында көрініс табады. Сигнификативтік әлсіз позицияларда фонемалар бейтараптанып, өзінің варианттарында қолданылады. Қандай тілдің болса да, негізгі фонема құрамын сипаттау үшін

оның сигнификативтік және перцептивтік әлді-әлсіз позицияларын қарастыру қажет. Сонда ғана сигнификативтік әлді позициялардағы және сигнификативтік, перцептивтік әлсіз позициялардағы фонеманың вариант-вариацияларын анықтауға болады. Сөйлеу синтезінің жасалу барысында мәтін фразаларға бөлінеді және әр фраза фонетикалық транскрипция мен интонацияны модельдеу арқылы өтеді. Соңында, акустикалық модель осы мәліметтер негізінде дыбыс толқындарын жасайды.

Қорытынды

Фонологияның тіл білімінің басқа салаларынан айырмашылығы ол — сандармен жұмыс істейтін және ең бастысы сандарды оқып, сандық деректерді түсіндіре алатын нақты ғылым. Сөйлеу синтезін бастамас бұрын және дұрыс айтылуын қамтамасыз ету үшін мәтін фонетикалық транскрипцияға түрлендіріледі. Экранда дыбыс толқынының осциллограммасы және оның акустикалық сипаттамалары көрінеді. Сөйлеу синтезін әзірлеу мақсатында спектр, тон, қарқын, үдемелік, ұзақтылық сияқты фонемалардың акустикалық сипаттамаларының сенімді деректерін компьютерлік бағдарлама пайдаланылады. Фонологиялық айырым белгілердің тұрақтылығы және тұрақсыздығы, олардың өзгеруі, көршілес дыбыстардың қасиетін алуы, фонетикалық заңдылықтардың түрлері жан-жақты талданды. Қазіргі кезде алынған зерттеу нәтижелері қазақ тілінің толық фонетикалық қорын дайындауға, жасанды сөйлеу тілінің ерекшелігін анықтауға мүмкіндік береді. Дыбыстардың редукциясы, түсіп қалуы, просодикалық тәсілдердің өзгеруі, қарқынның баяулауы және жылдамдауы, сегментті бірліктер түрленімдерінің өзгеруі — осының бәрі сөйлеу барысында көрініс тауып, сөйлеу синтезін жасауына негіз болады.

Сонымен, қазақ сөзінің синтезін жасау үшін фонемалардың саны және сапасы анықталды. Сөз барысында көрініс табатын фонеманың вариант-вариациялары түгелденіп, олардың позицияға, көршілес дыбыстарға байланыстылығы эксперимент арқылы дәлелденді. Инвариант фонемалардың аллофондары мысалдар арқылы сипатталды. Ақпараттық технологияның дамуы адамды сөйлеу қарым-қатынасы мәселесі бойынша күрделі компьютерлік бағдарламамен қамтамасыз етуде өзекті болып табылады. Бұл қолданбалы сала мамандарын қажет етіп, техника құралдары арқылы сөздің фонетикалық қасиеті зерттеледі. Автоматты түрде сөзді тану мәселесін зерттеу мен жалпы фонетикадағы мәліметтер бойынша сөз сигналдарының синтезін жасау қазіргі таңда өте қажет. Нәтижесінде, сөйлеу синтезінің нәтижелері көпсалалы дәрігерлер мен логопедтерге, аурулардың сөйлеуі мен естуін қалпына келтіретін мамандарға, балалардың сөзін дұрыстау үшін пайдаланылады.

Мақала ЖТН BR24993111 «Қазақ тілінің орфоэпиялық нормасы негізінде сөз синтезі жүйесін әзірлеу» атты бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру аясында дайындалды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Байтұрсынов А. Шығармалары: өлендер, аудармалар, зерттеулер / А. Байтұрсынов. — Алматы: Жазушы, 1989. — 320 б.
- 2 Жұбанов Қ. Қазақ тілі жөніндегі зерттеулер / Қ. Жұбанов. — Алматы: Ғылым, 1999. — 369 б.
- 3 Кеңесбаев С. Қазіргі қазақ тілі. Лексика, фонетика / С. Кеңесбаев, Ғ. Мусабаев. — Алматы: Мектеп, 1962. — 305 б.
- 4 Аралбаев Ж.А. Қазақ фонетикасы бойынша этюдтер / Ж.А. Аралбаев. — Алматы: Ғылым, 1988. — 144 б.
- 5 Джунисбеков А. Просодика слова в казахском языке / А. Джунисбеков. — Алма-Ата: Наука, 1987. — 97 с.
- 6 Бодуэн де Куртенэ И.А. Избранные труды по общему языкознанию / И.А. Бодуэн де Куртенэ. — Москва: АН СССР, 1963. — 384 с.
- 7 Крушевский Н.В. Избранные труды по языкознанию / Н.В. Крушевский. — Москва: Наследие, 1998. — 395 с.
- 8 Malmberg B. Les domaines de la phonétique / B. Malmberg. — Paris: Presses universitaires de France, 1971. — 300 p.
- 9 Pinaéva V. Aperçu de l'intonation française / V. Pinaéva. — Moscou: École supérieure, 1965. — 83 p.
- 10 Halliday M. Intonation and grammar in British English / M. Halliday. — Paris: The Hague, 1967. — 62 p.
- 11 Торсуева И.Г. Интонация и смысл высказывания / И.Г. Торсуева. — Москва: URSS Либроком, 1979. — 109 с.
- 12 Николаева Т.М. Фразовая интонация славянских языков / Т.М. Николаева. — Москва: Наука, 1977. — 281 с.
- 13 Кантер Л.А. Системный анализ речевой интонации / Л.А. Кантер. — Москва: Высшая школа, 1988. — 128 с.
- 14 Туркбенбаев Н.У. Сравнительная фонетика казахского и русского языков / Н.У. Туркбенбаев. — Алма-Ата: Мектеп, 1981. — 100 с.
- 15 Аралбаев Ж. Қазақ фонетикасы бойынша этюдтер / Ж. Аралбаев. — Алматы: Ғылым, 1988. — 144 б.

- 16 Копелевич Ю.Х. Христиан Готлиб Кратценштейн / Ю.Х. Копелевич, Г.К. Цварава. — Л.: Наука, 1989. — 131 с.
- 17 Бондарко Л.В. Основы общей фонетики / Л.В. Бондарко, Л.А. Верицкая, М.В. Гордина — Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. — 160 с.
- 18 Черемисина-Ениколопова Н.В. Законы и правила русской интонации: учеб. пос. / Н.В. Черемисина-Ениколопова. — Москва: Флинта, 1999. — 517 с.
- 19 Базарбаева З.М. Қазақ фонологиясының негіздері / З.М. Базарбаева. — Алматы: Қазақ кітабы, 2019. — 1100 б.
- 20 Кривнова О.В. Автоматический синтез русской речи по произвольному тексту / О.В. Кривнова // Труды международного семинара по компьютерной лингвистике и ее приложениям. — Таруса: Диалог98, 1998. — 195 с.
- 21 Лобанов Б.М. Компьютерный синтез и клонирование речи / Б.М. Лобанов, Л.И. Цирульник. — Минск: Белорусская наука, 2008, — 344 с.
- 22 Фланаган Дж.Л. Анализ, синтез и восприятие речи / Дж.Л. Фланаган. — Москва: Связь, 2018. — 400 с.
- 23 Кузнецов В. Автоматический синтез речи. Алгоритмы преобразования «Буква-звук» и управление длительностью речевых сегментов / В. Кузнецов, А. Отт. — Москва: Валгус, 2007. — 136 с.
- 24 Monaghan A.I. Rhythm and stress shift / A.I. Monaghan // Computer Speech and Language. — No. 4. — 12. — Monaghan, 1990.
- 25 Светозарова Н.Д. Пауза / Н.Д. Светозарова // Лингвистический энциклопедический словарь. — Москва: Высшая школа, 1993. — 369 с.
- 26 Потапова Р.К. Речевая коммуникация. От звука к высказыванию / Р.К. Потапова, В.В. Потапов. — Москва: Языки славян. культур, 2012. — 464 с.

З.М. Базарбаева, Д.А. Садық, Ж.Т. Жумабаева, А.Ж. Аманбаева

Фонетико-фонологические основы синтеза казахской речи

В настоящее время информационные и цифровые технологии широко используются в гуманитарных науках. В связи с этим необходимо проведение различных исследований по повышению статуса казахского языка и расширению его функционального использования. В эпоху цифровых технологий в области языкознания все чаще применяются экспериментально-фонетические методы. Для изучения сегментарных и суперсегментарных единиц используются компьютерные программы. С помощью экспериментального исследования можно выявить и описать особенности устного дискурса. Феномен оцифровки позволяет анализировать объемные тексты. Его следует разделить на синтагмы, фонетические слова, затем слоги и наименьшую фонетическую единицу, а также определить их акустико-артикуляционные характеристики. В качестве исходного материала для разработки синтеза речи берутся наименьшие языковые единицы — фонемы. В настоящее время особенно актуальны исследования по синтезу и распознаванию казахского языка. Синтез речи предполагает наличие автоматической процедуры формирования текущего контура мелодии, высоты тона, фонемной длительности и длительности пауз на основе анализа определенных свойств входного текста и его просодической разметки. Процессы оцифровки широко используются в исследованиях в области лингвистики. Компьютерные программы используются в корпусной лингвистике, автоматизации текста и разработке синтеза речи. Статья посвящена определению фонетико-фонологических основ синтеза речи. На основе экспериментально-фонетических исследований отобранный текст делится на звуковые единицы — фонемы и через специальную программу преобразуется в звучащий текст. Фонетические единицы в потоке речи претерпевают различные звуковые изменения. Цифровые данные звуков, введенные в память компьютера, преобразуются в речевой сигнал. Анализируются модификации фонем, ослабление одних фонем, приобретение ими свойств других фонем, причины процессов редукции, ассимиляции. Выявляются варианты и вариации фонем в слабой позиции с описанием их просодических свойств. Каждая фонема в слове отражается в его аллофонах. Звуковой фонд синтеза слов основан на акустико-артикуляционных характеристиках. При изучении звукового фонда, выявлении лингвистических и экстралингвистических причин фонетических изменений в потоке речи, определении типологических закономерностей звуковых преобразований возможно синтезирование текстов различных стилей. Таким образом, произношение звуковых единиц в различных оттенках, фонетические изменения звуков, выявление причин модификации фонем и аллофонов, общая типология звуковых изменений необходимы для прикладной лингвистики, в частности, для создания платформы синтеза речи. Основной принцип синтеза речи — создание фонетико-фонологической базы данных, основными элементами которой являются аллофоны фонем, встречающиеся в данном языке. Изменения инвариантных фонем в речи, их реализация на синтагматической оси исследуются с помощью специальной программы.

Ключевые слова: синтез речи, фонема, аллофон, дифференциальные признаки, вариант, лингвотехнология.

Z.M. Bazarbayeva, D.A. Sadyk, Zh.T. Zhumabayeva, A.Zh.Amanbayeva

Phonetic-Phonological Fundamentals of Synthesis of Kazakh Speech

At present, information and digital technologies are widely used in the humanities. In this regard, it is necessary to conduct various studies to improve the status of the Kazakh language and expand its functional use. In the era of digital technologies, experimental phonetic methods are increasingly used in the field of linguistics. A computer program is used to study segmental and supersegmental units. Experimental research can identify and describe the features of oral discourse. The phenomenon of digitization allows for the analysis of voluminous texts. It should be divided into syntagmas, phonetic words, then syllables and the smallest phonetic unit, and their acoustic-articulatory characteristics should be determined. The smallest linguistic units — phonemes — are taken as the source material for the development of speech synthesis. Currently, research on the synthesis and recognition of the Kazakh language is particularly relevant. Speech synthesis involves the presence of an automatic procedure for forming the current melody contour, pitch, phoneme duration and pause duration based on the analysis of certain properties of the input text and its prosodic marking. Digitization processes are widely used in linguistic research. Computer programs are used in corpus linguistics, text automation, and speech synthesis development. The article is devoted to determining the phonetic-phonological foundations of speech synthesis. Based on experimental phonetic research, the selected text is divided into sound units — phonemes and, through a special program, converted into sound text. Phonetic units in the stream of speech undergo various sound changes. Digital sound data entered into the computer's memory is converted into a speech signal. Modifications of phonemes, the weakening of some phonemes, their acquisition of properties of other phonemes, the reasons for the processes of reduction and assimilation are analyzed. Variants and variations of phonemes in weak position are identified with a description of their prosodic properties. Each phoneme in a word is reflected in its allophones. The sound fund of word synthesis is based on acoustic-articulatory characteristics. When studying the sound fund, identifying linguistic and extralinguistic causes of phonetic changes in the flow of speech, and determining the typological patterns of sound transformations, it is possible to synthesize texts of various styles. Thus, the pronunciation of sound units in various shades, phonetic changes in sounds, identifying the reasons for the modification of phonemes and allophones, and the general typology of sound changes are necessary for applied linguistics, in particular, for creating a speech synthesis platform. The basic principle of speech synthesis is the creation of a phonetic-phonological database, the main elements of which are allophones of phonemes found in a given language. Changes in invariant phonemes in speech, their implementation on the syntagmatic axis are studied using a special program.

Keywords: Speech synthesis, phoneme, allophone, differential features, variant, variation, linguistic technology.

References

- 1 Baitursynov, A. (1989). *Shygarmalary: olender, audarmalar, zertteuler* [Works: Poems, translations, research]. Almaty: Zhazushy [in Kazakh].
- 2 Zhubanov, K. (1999). *Qazaq tili zhonindegi zertteuler* [Research on the Kazakh language]. Almaty: Gylym [in Kazakh].
- 3 Kenesbayev, S., & Musabaev, G. *Qazirgi qazaq tili* [Modern Kazakh language. Vocabulary, phonetics]. Almaty: Mektep [in Kazakh].
- 4 Aralbaev, Zh.A. (1988). *Qazaq fonetikasi boiynsha etuidter* [Etudes on Kazakh phonetics]. Almaty: Gylym [in Kazakh].
- 5 Dzhunisbekov, A. (1987). *Prosodika slova v kazakhskom yazyke* [Prosody of a word in the Kazakh language]. Alma-Ata: Nauka [in Kazakh].
- 6 Baudouin, de Courtenay I.A. (1963). *Izbrannye trudy po obshchemu yazykoznaniuu* [Selected works on general linguistics]. Moscow: Akademii Nauk SSSR [in Russian].
- 7 Krushevsky, N.V. (1998). *Izbrannye trudy po yazykoznaniuu* [Selected works on linguistics]. Moscow: Nasledie [in Russian].
- 8 Malmberg, B. (1971). *Les domaines de la phonétique* [The fields of phonetics]. Paris: Presses universitaires de France [in French].
- 9 Pinaéva, V. (1965). *Aperçu de l'intonation française* [Overview of French intonation]. Moscow: École supérieure [in French].
- 10 Halliday, M. (1967). *Intonation and grammar in British English*. Paris: The Hague.
- 11 Torsueva, I.G. (1979). *Intonatsiia i smysl vyskazyvaniia* [Intonation and meaning of the statement]. Moscow: URSS Librikom [in Russian].
- 12 Nikolaeva, T.M. (1977). *Frazovaia intonatsiia slavianskikh yazykov* [Phrase intonation of Slavic languages]. Moscow: Nauka [in Russian].
- 13 Kanter, L.A. (1988). *Sistemnyi analiz rechevoi intonatsii* [Systematic analysis of speech intonation]. Moscow: Vyshaia shkola [in Russian].

- 14 Turkbenbaev, N.U. (1981). *Sravnitelnaia fonetika kazakhskogo i russkogo yazykov* [Comparative phonetics of the Kazakh and Russian languages]. Alma-Ata, Mektep [in Kazakh].
- 15 Aralbaev, Zh. (1988). *Qazaq fonetikasy boiynsha etuidter* [Etudes on Kazakh phonetics]. Almaty: Gylym [in Kazakh].
- 16 Kopelevich, Yu.Kh., & Tsverava, G.K. (1989). *Khristian Gotlib Krattsenshtein* [Christian Gottlieb Kratzenstein]. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 17 Bondarko, L.V., Verbitskaya, L.A., & Gordina, M.V. (2004). *Osnovy obshchei fonetiki* [Fundamentals of general phonetics]. Saint Petersburg: Izdatelstvo Sankt Peterburgskogo universiteta [in Russian].
- 18 Cheremisina-Enikolopova, N.V. (1999). *Zakony i pravila russkoi intonatsii* [Laws and rules of Russian intonation]. Moscow: Flinta [in Russian].
- 19 Bazarbaeva, Z.M. (2019). *Qazaq phonologiasynyn negizderi* [Fundamentals of Kazakh phonology]. Almaty: Qazaq kitaby [in Kazakh].
- 20 Krivnova, O.V. (1998). Avtomaticheskii sintez russkoi rechi po proizvolnomu tekstu [Proceedings of the international seminar on computer linguistics and its applications]. *Trudy mezhdunarodnogo seminara po kompiuternoi lingvistike i ee prilozheniiam — Proceedings of the International Workshop on Computational Linguistics and its Applications*. Tarusa [in Russian].
- 21 Lobanov, B.M., & Tsurulnik, L.I. (2008). *Kompiuternyi sintez i klonirovanie rechi* [Computer synthesis and cloning of speech]. Minsk, Belorusskaia nauka [in Russian].
- 22 Flanagan, J. (2018). *Analiz, sintez i vospriiatie rechi* [Analysis, synthesis and perception of speech]. Moscow, Sviaz [in Russian].
- 23 Kuznetsov, V. (2007). *Avtomaticheskii sintez rechi. Algoritmy preobrazovaniia «Bukva-zvuk» i upravlenie dlitelnostiu rechevykh segmentov* [Automatic speech synthesis. “Letter-to-sound” transformation algorithms and control of speech segment duration]. Moscow: Valgus [in Russian].
- 24 Monaghan, A.I. (1990). Rhythm and stress shift. *Computer Speech and Language*, 4, 12. Monaghan.
- 25 Svetozarova, N.D. (1993). Pauza [Pause]. *Lingvisticheskii entsiklopedicheskii slovar* [Linguistic Encyclopedic Dictionary]. Moscow: Vysshiaia shkola [in Russian].
- 26 Potapova, R.K., & Potapov, V.V. (2012). *Rechevaia kommunikatsiia. Ot zvuka k vyskazyvaniu* [Speech communication. From sound to utterance]. Moscow: Yazyki slavianskikh kultur [in Russian].

Information about the authors

Bazarbayeva Zeinep Muslimovna — Doctor of Philological Sciences, Professor, Institute of Linguistics named after Akhmet Baitursynuly, Almaty, 050000, Kazakhstan; e-mail: zeynepmb@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1141-1027

Sadyk Didar Aidarly — Doctoral student, Al-Farabi National University, Almaty, 050000, Kazakhstan; e-mail: sadyk_didar@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8271-7165

Zhumabayeva Zhanar Tolendievna — Candidate of Philological Sciences, Institute of Linguistics named after Akhmet Baitursynuly, Almaty, 050000, Kazakhstan; e-mail: janar_tolendi@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0025-5201

Amanbayeva Aisaule Zhantemirovna — Candidate of Philological Sciences, Institute of Linguistics named after Akhmet Baitursynuly, Almaty, 050000, Kazakhstan; e-mail: aaisaule@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4278-7457