

УДК-004.622+004.934+534.86=411.21

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗЛИЧИЙ ПО АРТИКУЛЯЦИИ ЗВУКА РУССКОЙ РЕЧИ АРАБОЯЗЫЧНЫМИ ДИКТОРАМИ

М.Ш. МАХМУД, М.О. АЛЬ-ХАТМИ, Л.М. ЛЫНЬКОВ, А.Г. ДАВЫДОВ, В.В. ЧЕПИКОВА

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Поступила в редакцию 11 октября 2010

Приводятся экспериментальные данные по исследованию условий выявления артикуляционных различий русскоязычных и арабоязычных дикторов при произношении текстов на русском языке с использованием статистических характеристик спектра их речи.

Ключевые слова: речь, диктор, спектр, артикуляция.

Введение

Быстрое развитие и широкое распространение средств цифровой вычислительной техники в настоящее время вызывает повышенный интерес к компьютерной обработке информации, в том числе и речи [1]. С учетом того, что проблема обеспечения безопасности становится с каждым годом все более актуальной, весьма перспективным и ценным является использование голосовых технологий для биометрики. Одной из задач речевых технологий является задача верификации диктора по голосу, которая представляет собой процедуру подтверждения личности говорящего на основе уникальных индивидуальных особенностей речи. Области использования голосовой биометрии сегодня постоянно расширяются. В первую очередь это организация защиты информации и контроля доступа в различного рода информационных системах. Кроме того возрастающая популярность голосовой верификации обусловлена бурным развитием и распространением мобильной связи что влечет за собой желание получать с использованием мобильных устройств безопасный доступ к банковским услугам, базам данных, почте и другой информации. Не менее актуальным является использование средств верификации диктора по голосу правоохранительными органами с целью криминалистической экспертизы, анализа записей переговоров [2].

Целью данного исследования является, разработка методик по оценке различий произношения звуков, произносимых на русском языке диктором арабоязычного происхождения.

Анализ фонетических особенностей русского и арабского языков

Арабские согласные [б], [ф], [т], [д], [с], [з], [м], [н] по своей артикуляции близки соответствующим русским согласным: б, ф, т, д, с, з, м, н. При артикуляции арабских средних согласных ([б], [ф], [т], [д], [с], [з], [м], [н]) органы речи (язык и губы), как и при артикуляции русских мягких согласных, не напрягаются [3].

Арабские краткие фонемы [а], [и], [у] аналогичны соответствующим русским фонемам: а, и, у. Что касается долгих фонем [ā], [ī], [ū], то они, качественно совпадая с краткими, отличаются от последних большей продолжительностью (примерно в 2 раза) артикуляции.

В противоположность русскому языку звонкие согласные арабского языка ([б], [д], [з] и другие) не оглушаются в конце слов и в середине перед глухими. Сохранение звонкости арабских согласных объясняется тем, что они во всех случаях в языке выступают только как фоне-

мы и не имеют своих вариантов; в русском же языке звонкие фонемы могут иметь один или несколько вариантов. Например: русское слово «суд» произносится «сут» (с приглушением *д*); арабское [с^д] «черные» сохраняет звонкое [д] в конце слова.

Арабские согласные [с], [з] являются межзубными фрикативными звуками. Полностью совпадая по месту артикуляции, они отличаются друг от друга тем, что фонема [з] является звонким согласным, т.е. произносится с участием голоса, а фонема [с] – глухим, т.е. произносится без участия голоса.

Для артикуляции [с] и [з] необходимо поместить кончик языка между зубами и добиться того, чтобы он плотно примыкал к верхним зубам; между кончиком языка и нижними зубами должна оставаться небольшая щель. В таком положении надо энергично произнести [с] или [з].

В русском языке межзубных согласных нет. Аналогичные согласные звуки есть, например, в английском языке. Так, арабский [с] соответствует глухому *th*, например, в словах *think* «думать», *thing* «вещь», а арабский [з] – звонкому английскому *th*, например, в словах *there* «там», *this* «этот».

Звуки [л] и [р] являются сонорными согласными. Обе фонемы, как переднебные, сходны по месту артикуляции, но различаются по способу артикуляции.

Арабский сонорный [л] не напряженный; примыкание и отрыв языка при его артикуляции происходит плавно. Арабский [л] ближе всего стоит к русскому мягкому *ль* (как в словах «ель», «мель»), но при русском мягком *ль* кончик языка отстоит от зубов дальше, чем при арабском [л]. Кроме того, в отличие от русского согласного *л*, арабский согласный [л] не имеет фонетических параллелей по признаку мягкости и твердости.

Арабский согласный [р] сходен с русским твердым *р*. Но арабский согласный [р] произносится гораздо энергичнее и напряженнее русского. [р] в арабском языке более раскатист, чем в русском языке, т.е. в одно и то же время количество вибраций кончиком языка при артикуляции арабского [р] значительно больше, чем при артикуляции русского *р*.

В связи с тем, что согласный [р] в арабском языке имеет твердое произношение, гласные в соседстве с ним не подвергаются каким-либо изменениям, т.е. произносятся как фонемы.

В арабском языке удвоение одного из согласных звуков в составе слова играет фонематическую (смыслоразличительную) роль и относится к одному из продуктивных средств формообразования и словосочетания.

Удвоенные согласные не встречаются в начале слова, так как фонетические нормы арабского языка не допускают этого.

Арабский согласный [к] существенно отличается от твердого русского согласного *к*. В русском языке этот согласный является задненёбным, а не средненёбным согласным. Арабский [к] произносится мягче и с некоторым придыханием. При артикуляции арабского [к] весь язык по своему положению более продвинут вперед и более поднят, чем при артикуляции русского *к*. Арабский средненёбный согласный [к] ближе всего стоит к русскому *к* в таких, например, словах, как «соткём», «кино», «Кяхта».

Отличие в артикуляции арабского и русского *ш* состоит в том, что при произношении русского *ш* к нёбу поднимается не средняя часть спинки языка, как это имеет место в арабском языке, а задняя; кончик языка приподнимается по направлению к альвеолам. При произношении арабского [ш] уголки губ несколько оттягиваются назад.

Согласный [х] является глубоко-задненёбным шумным фрикативным глухим звуком. Аналогичного звука в русском языке нет. Арабское [х] гораздо тверже русского *х* в таких словах, как «хрип», «храп», «хрупкий».

Звук [ʒ] является глубоко-задненёбным шумным фрикативным звонким согласным. Аналогичного звука в русском языке нет.

Методика эксперимента

Для записи использовались слова, подобранные таким образом, чтобы отразить все возможные комбинации использования звуков, произношение которых имеет различия в русском и арабском языках.

Например, для изучения различий в произношении звука [з] использовались следующие слова: зубр, забираться, заяц, зебра, здание, здесь, казак, кузнец, козёл, газ, таз, туз, паз, порез. Эти слова являются легкими для произношения примерами, где звук [з] употребляется в начале, в середине и в конце слова.

Для получения результатов спектрального анализа речи человека была использована программа Sound Forge 9.0, с помощью которой были получены результаты, необходимые для сравнения спектрограмм арабоязычного и русскоязычного дикторов [4].

Порядок получения спектрограмм:

1. Запись речи диктора.
2. Анализ полученных звуковых волн.
3. Выделение исследуемого участка звуковой волны, соответствующего рассматриваемому звуку.
4. Спектральный анализ выбранного участка.

При запуске программы Sound Forge 9.0 необходимо выбрать функцию записи. Запись дикторов должна проводиться в заглушенной комнате. После записи речи диктора на экране персонального компьютера появляется изображение звуковых волн, соответствующих произнесенным словам (рис. 1).

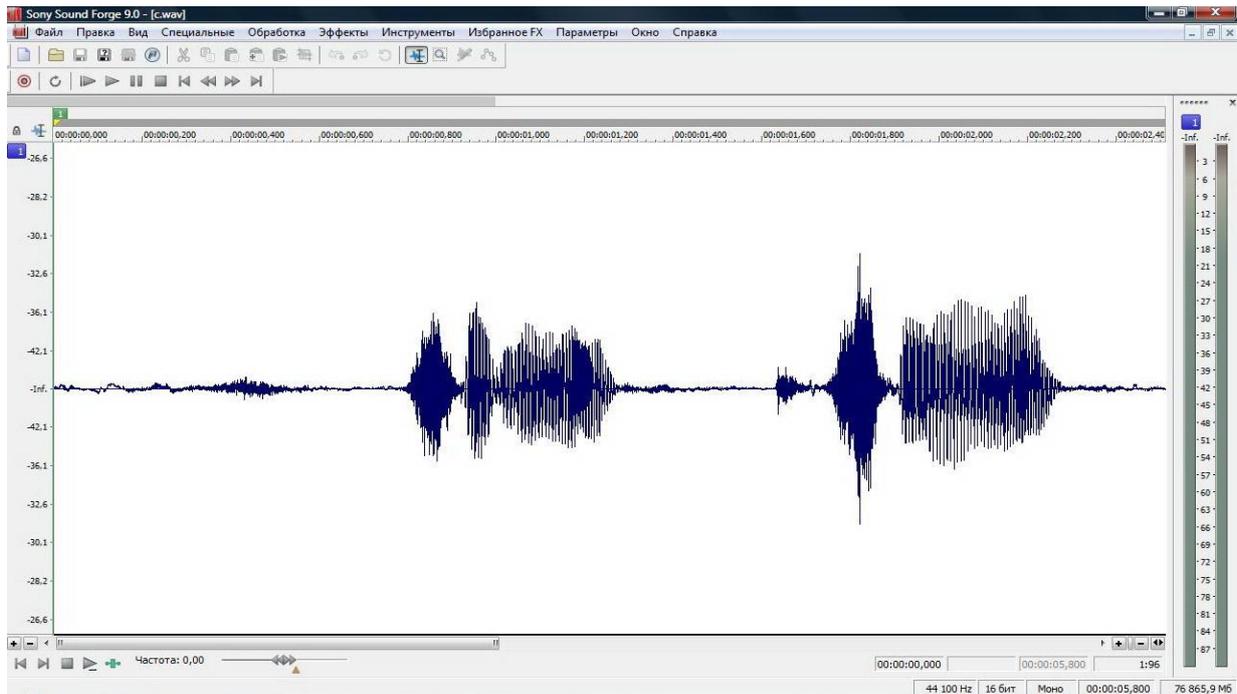


Рис. 1. Изображение звуковых волн

Далее следует выделить необходимый звук, который подлежит анализу. Выделение должно быть четким, чтобы на видимый спектр программы не было влияния соседних звуков (рис. 2).

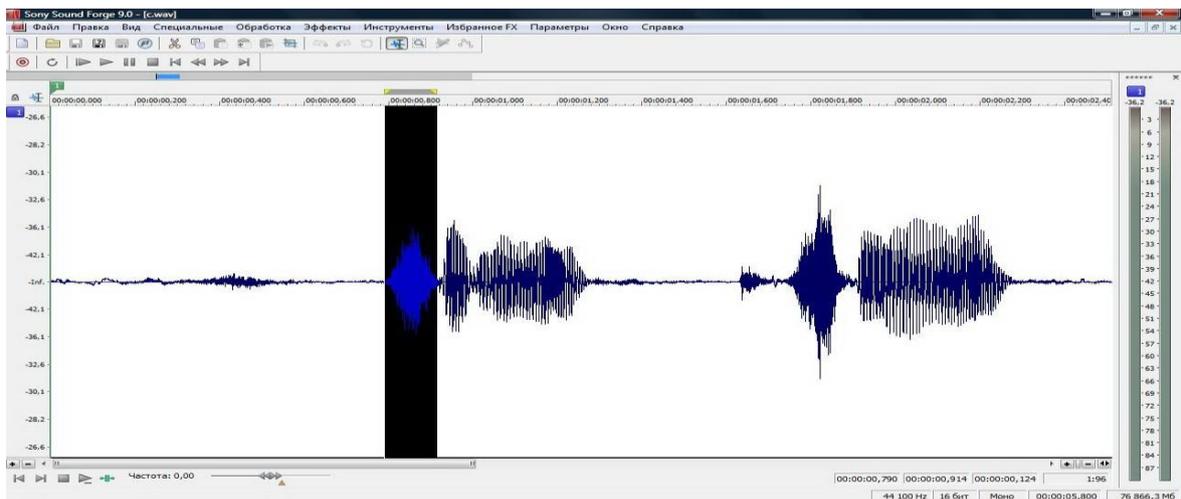


Рис. 2. Выделение исследуемого участка звуковой волны

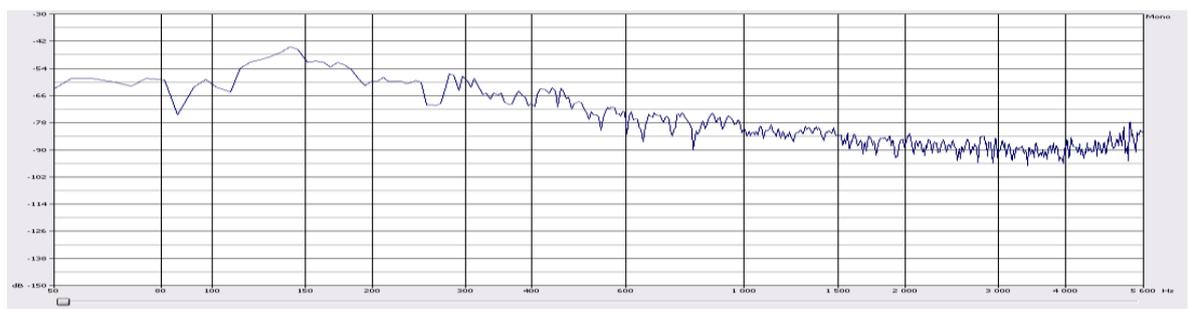
Затем необходимо активизировать окно спектрального анализа. После этого на экране появится спектрограмма выделенного участка звуковой волны, которая будет использоваться при сравнении произношения звуков арабоязычными и русскоязычными дикторами.

Аналогичный порядок процедур выполняется для остальных дикторов, что позволяет собрать статистический материал, по результатам которого можно проводить сравнение спектров звуков.

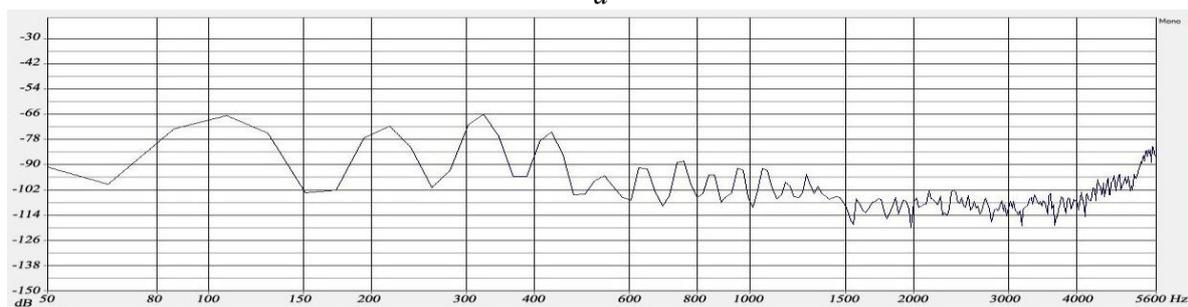
Результаты эксперимента

На рис. 3, 4, 5 представлены спектры звуков [з] в словах «казак», «заяц», «таз», произнесенные арабоязычными и русскоязычными дикторами.

Выбор звука [з] обусловлен тем, что он в арабской речи является межзубным, что не характерно для русского языка. Также отличием между русским и арабским языками является произношение звука [з] в конце слова.

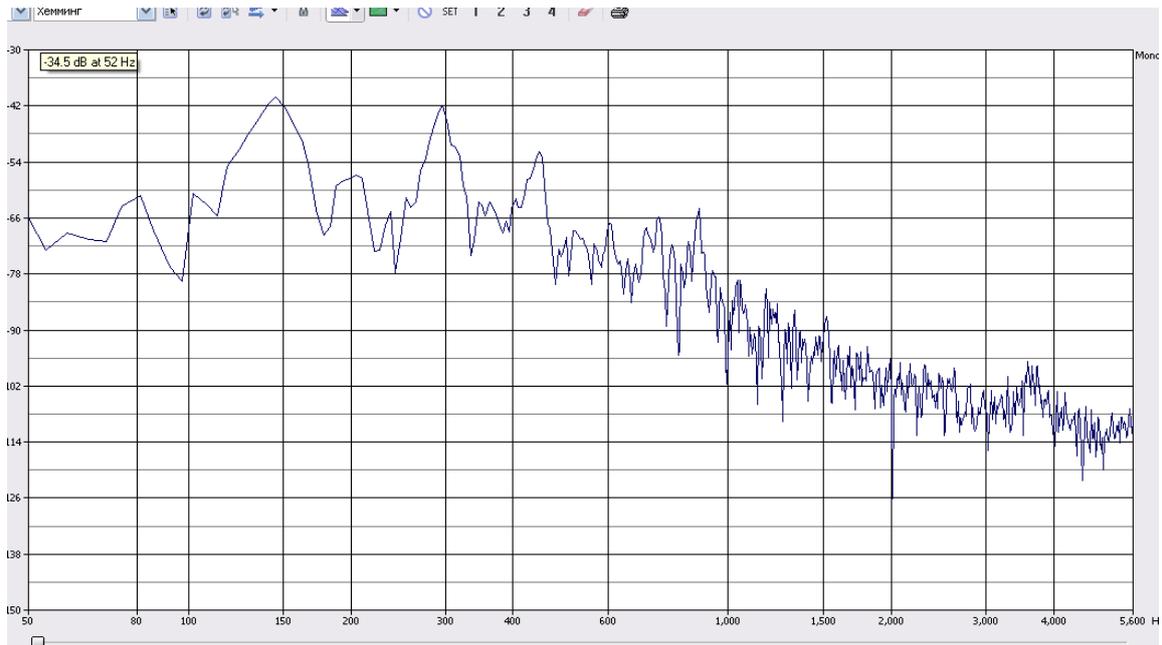


а

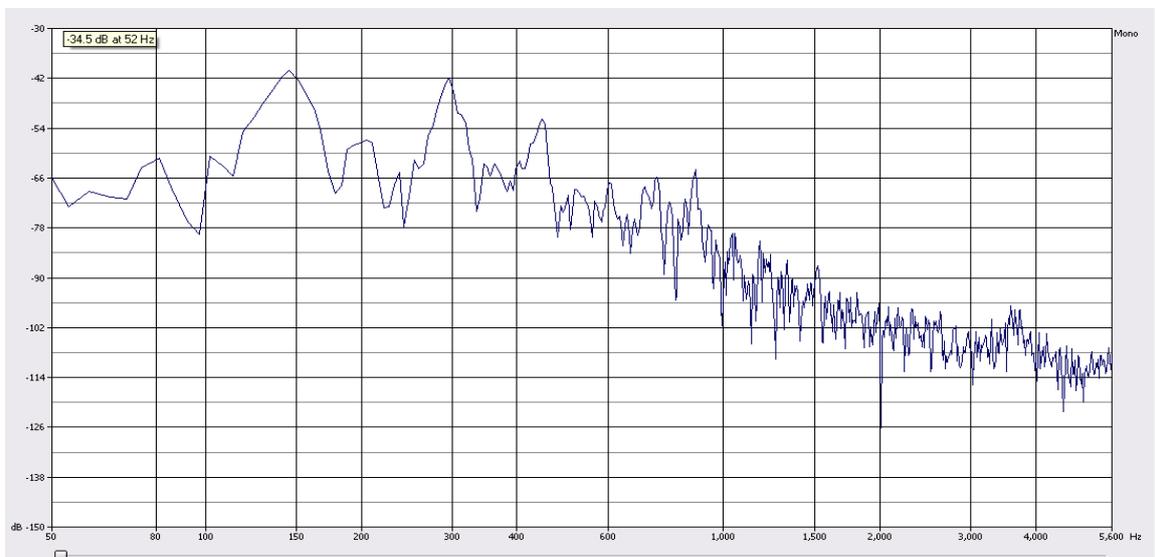


б

Рис. 3. Спектральная характеристика звука [з] в тестовом слове (Ка[з]ак):
а – арабоязычный диктор; *б* – русскоязычный диктор

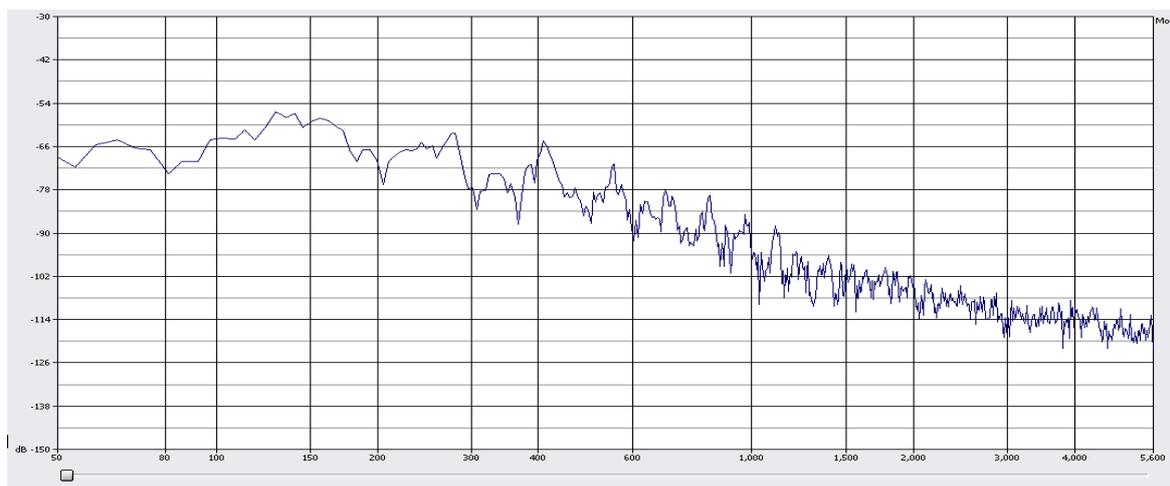


a

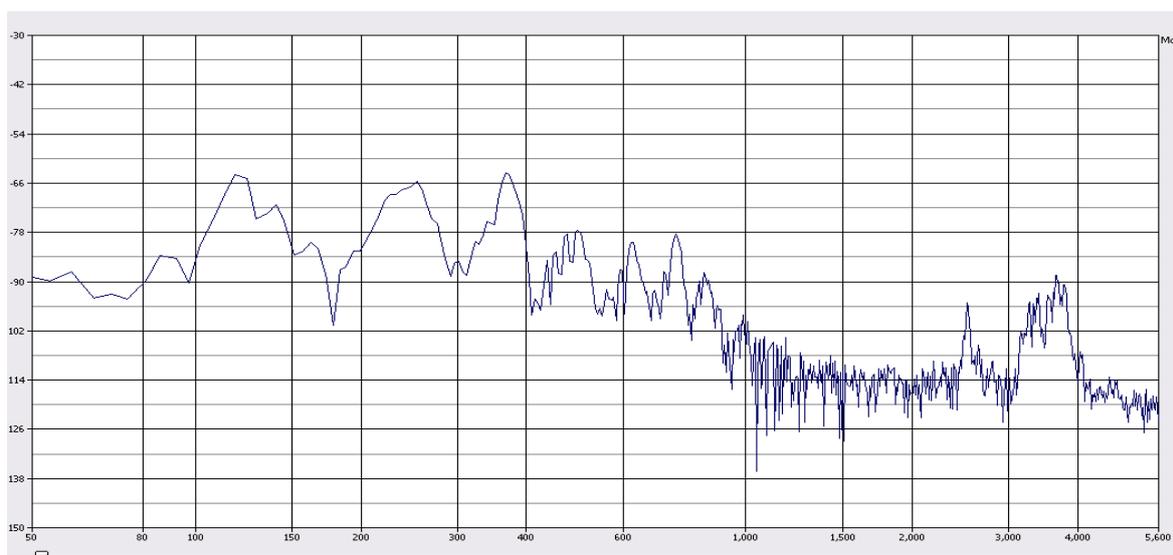


б

Рис. 4. Спектральная характеристика звука [з] в тестовом слове ([з]уб):
a – арабоязычный диктор; *б* – русскоязычный диктор



a



б

Рис. 5. Спектральная характеристика звука [б] в тестовом слове (стул[б]):
a – арабоязычный диктор; *б* – русскоязычный диктор

Так как в русском языке звонкие согласные оглушаются в конце слова, то на спектрах слова «таз» звук [з] переходит в звук [с]. Следствием этого является то, что на спектрах отсутствуют ярко выраженные пики.

Заключение

1. Разработаны принципы построения и описания баз данных на русском языке для сегментации речевых сигналов арабскоязычных дикторов. Для возможного автоматизированного распознавания дикторов арабского происхождения, которые произносят речь на русском языке, Первый этап построения такой методики заключается в определении русских согласных и гласных звуков, имеющих отличие по месту артикуляции. Второй этап характеризуется определением русских согласных и гласных звуков, которые не употребляются в арабской речи. На третьем этапе проводится анализ русскоязычных текстовых и их направленный выбор для оценки разборчивости речи.

2. Проведена работа по изучению различий в спектре речи разных языков, так как эти данные могут быть использованы при оценке разборчивости речи в каналах связи и построении систем защиты речевой информации для каждого конкретного языка.

3. Проведено экспериментальное исследование спектральных характеристик русскоязычных дикторов русского и арабского происхождения. Показано, что некоторых спектральных характеристик звуков в речи могут наблюдаться различия в их произношении, что свидетельствует о перспективности данной методики.

DETERMINATION OF MAJOR DIFFERENCES ON ARTICULATION OF SOUNDS IN RUSSIAN SPEECH BY ARABIC SPEAKERS

M.S. MAHMUD, M.O. AL-HATMI, L.M. LYNKOU, A.G. DAVYDOV, V.V. CHEPIKOVA

Abstract

The experimental data for the study of conditions for the articulation difference determination of Russian and Arabic speakers in their pronunciation of text in Russian with statistical features of the spectrum of their speech.

Литература

1. *Рылов А.С.* Анализ речи в распознающих системах. Минск, 2003.
2. *Зубов Г.Н., Хитров М.В.* // Voice Biometrics Conference: Тезисы докл. Москва, 2007.
3. *Шарбатов Р.Г.* Русско-арабский учебный словарь. Москва, 1979.
4. *Фант Г.* Анализ и синтез и восприятие речи. Новосибирск, 1976.