Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии:
по материалам международной конференции «Диалог 2016»

Москва, 1–4 июня 2016

ПРОБЛЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИКТОРА В УСЛОВИЯХ ШЕПОТНОЙ РЕЧИ

Крейчи С. А. (kreychi@mail.ru),
Кривнова О. Ф. (okrivnova@mail.ru),
Ступина Е. А. (ek.stupina@gmail.com)

МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

Ключевые слова: диктор, аудитор, речевой портрет, вербальный, паравербальные, экстравербальный, идентификация, артикуляция, индивидуальный, признак, нейтральная фонация, шепотная речь

THE PROBLEM OF SPEAKER IDENTIFICATION IN WHISPERED SPEECH

Kreychi S. A. (kreychi@mail.ru),
Krivnova O. F. (okrivnova@mail.ru),
Stupina E. A. (ek.stupina@gmail.com)

Moscow State Lomonosov University, Moscow, Russia

The problem of speaker identification in whispered speech is of some interest for cognitive science, as well as for forensic and language minority. The work is devoted to an experimental study of the problem of familiar and unfamiliar speaker identification in vocal speech and in whisper. The experiment simulated in some respects the task and conditions of identification of a speaker by a listener. The initial number of participants—18 persons has been increased with the help of a questionnaire survey on the Internet. The number of remote auditors amounted to 125 people. The experiment took place in “online”. The subject listened to and identified at least 16 pairs of entries. At the end of the experiment, he indicated if he had recognized any of the speakers. It was found that the main clues for correct recognition

of a familiar speaker are the individual characteristics of his articulation, the components of the extraverbal part of his “speech portrait”. The other features, such as individual speech style and individual manner of pauses and text macrosegmentation did not have any significant effects on speaker identification in whispered speech.

Key words: speaker, listener, speech portrait, verbal, extraverbal, identification, neutral phonation, whisper

1. Введение

При достаточно длительном периоде речевой коммуникации в памяти человека формируется «речевой портрет» собеседника, включающий характеристики разного рода: вербальные (остаточные диалектные или иноязычные явления и т. п.), паравербальные (индивидуальный способ передачи эмоциональных состояний) и экстравербальные составляющие (Потапов, Потапова 2008): типичный для говорящего темп и громкость речи, характерный способ макросегментации речевого потока и его паузирования, напряженность речевого тракта, характер коартикуляции, динамика основного тона. Экстравербальная составляющая включает в себя всю совокупность акустических параметров голоса и речи человека. Существенную роль при этом играют индивидуальные признаки целевых артикуляций, соответствующих фонемам и их звуковым реализациям в речи (Кедрова, Захаров, Анисимов, Пирогов 2003); (Kedrova, Borisoff 2013). Им соответствуют в памяти человека слуховые образы, которые также входят в «речевой портрет» говорящего. Механизм и навыки артикуляции формируются у человека с детства по мере обучения языку и устной речи, в совокупности с определенными индивидуальными признаками, которые сохраняются и в условиях шепотной речи, когда отсутствует нормальная голосовая фонация и дополнительная информация о тембральных характеристиках голоса и просодическом оформлении речевого сообщения. Тем не менее, повседневный коммуникативный опыт показывает, что знакомый собеседник, как правило, узнается по остальным параметрам речи, в том числе и за счет избыточности информации в речевом сигнале.

Вопросы идентификации личности говорящего по шепотной речи представляют определенный интерес для когнитивной науки, а также для форенсики и лингвокриминалистики, так как шепотная речь является частью доказательной базы при фоноскопическом анализе зафиксированных разговоров фигурантов уголовного дела. При этом в качестве образцов речи собеседников эксперту-фоноскописту предоставляются только фононограммы с использованием голоса.

Исследование формантной структуры звуков речи, произнесенных с участием голоса и шепотом (Костина 2013), показало, что резонаторы речевого тракта реагируют одинаково как на воздушный поток, модулированный импульсами голосовых связок, так и на турбулентный поток, образованный

при прохождении воздуха через межхрящевую щель при замкнутой полностью или частично междусвязочной щели (Зиндер 1979), (Кодзасов, Кривнова 2001). По полученным данным спектральная картина шепотной речи сохраняет основные черты спектральной картины того же высказывания, произнесенного тем же диктором, но с участием голоса. Исследование Костиной выявило также некоторые особенности шепотной речи. Так, более напряженная работа артикуляторов и более высокая степень произносительных усилий приводит к увеличению общего времени произнесения и длительности пауз. Среднезвуковая длительность в шёпотной речи в среднем на 5 % больше, чем в речи с участием голоса. Значительно (на 20 %) увеличивается общее время пауз. Это, видимо, обусловлено бóльшим расходом воздуха при шепоте и увеличением количества дыхательных пауз. В шепотной речи присутствуют также определенные корреляты частоты основного тона голоса (ЧОТ) (Лиханова 2007). Так, на гласных, примерно в той области, где в обычной речи происходит изменение ЧОТ, в шёпотной речи наблюдаются изменения частоты первых спектральных пиков.

Наша работа посвящена экспериментальному исследованию идентификации знакомого и незнакомого диктора по речи с голосом и в условиях шепотного произнесения. Эксперимент имитировал в определенной степени задачу и условия идентификации личности говорящего слушающим. В ходе эксперимента планировалось выявить перцептивно похожие между собой образцы речи (голоса́ в широком смысле слова), а также оценить степень сложности процедуры идентификации по шёпотной речи диктора, знакомого или незнакомого слушающему. Кроме того, планировалось также сравнить успешность идентификации говорящего при нейтральной фонации и в шёпотной речи.

Объектом исследования была экстравербальная составляющая «речевого портрета» говорящего. С целью уменьшения влияния вербальной и паравербальной частей речевого портрета на процесс идентификации, в качестве тестового материала использовались фрагменты двух текстов фактологического содержания. Для озвучивания текстов были отобраны две группы дикторов. Первая группа состояла из трех мужчин и четырех женщин, а вторая — из семи мужчин и девяти женщин. Запись звукового материала производилась на студийном оборудовании высокого класса, в дикторской кабине, изолированной от посторонних звуков. Каждый из дикторов прочитывал тексты дважды, с использованием голоса и шепотом. Дикторы принадлежали к одинаковой социальной группе, имели одинаковый уровень образования, владели хорошей техникой чтения и произносительными нормами современного русского литературного языка.

Для исследования проблемы идентификации говорящего в условиях шёпотной речи было проведено два перцептивных эксперимента. В обоих экспериментах изучалась возможность и сложность выполнения процедуры идентификации диктора по шёпотной речи. При этом первый эксперимент был подготовительным. В нем имитировалась задача и условия идентификации *знакомого* голоса и исследовались особенности идентификации голосов женщин

и мужчин. Второй эксперимент был проведен с помощью метода дистанционного анкетирования. Этот метод представляется удобным для проведения тестовых экспериментов из-за простоты и возможности получить значительную по объему выборку за минимальное время. Желательно при этом, чтобы эксперимент занимал не слишком много времени. Это уменьшит количество отказов (когда участник прерывает эксперимент, не закончив его). Если эксперимент не будет утомительным, можно ожидать, что участники эксперимента не отвлекаются и концентрируют свое внимание на задании. Кроме того, предлагаемое задание должно быть простым для объяснения. Непосредственно перед выполнением основного задания следует провести краткую тренировку, чтобы участник ознакомился с форматом задания.

Однако данный формат тестирования имеет ряд ограничений, связанных с отсутствием прямого контакта испытуемого и экспериментатора. Экспериментатор не имеет возможности следить за ходом эксперимента. Даже если само задание является простым и недолгим, у экспериментатора все равно нет возможности контролировать внимание участника во время эксперимента. Еще один немаловажный фактор, который можно контролировать с помощью опросника, — это разнообразие технических средств, с помощью которых происходит прослушивание экспериментальных стимулов. Кроме того, обычно подобные опросы распространяются через знакомых или социальные сети, что может привести к неслучайной выборке (т. н. snowball sampling).

В исследованиях восприятия речи используются, в основном, эксперименты двух типов: на идентификацию и на различение стимулов (identification and discrimination (Pols Louis 1989). Выбранный нами экспериментальный дизайн (discrimination task: same — different) представляется довольно удобным для дистанционного режима. Задание является простым для объяснения, участникам не требуется разъяснять, на какого рода особые различия в стимульном материале им следует обращать внимание. Им необходимо лишь отметить, одному ли диктору принадлежат оба прослушиваемых речевых отрезка. Благодаря тому, что участники принимают решение только после прослушивания второго стимула в паре, время реакции является достаточно надежным оценочным показателем, и его легко измерить. Одним из недостатков данного дизайна является, однако, возможная тенденция аудиторов отвечать «один и тот же», особенно, если задание кажется им сложным. В таком случае количество ошибочных ответов «один и тот же» становится неоправданно больше, чем количество ошибочных ответов «разные».

Наш эксперимент сохраняет высокую экологическую валидность ввиду естественности стимулов (обработка материала была минимальной: только нормализация по громкости). Для того, чтобы максимально приблизить речевой материал к естественному, мы использовали фрагменты прочитанных фактологических текстов, при этом сохранив идентичный лексический состав материала по всем дикторам. Таким образом, исследовалась возможность и сложность идентификации дикторов именно по экстравербальной информации.

2. Дизайн, задачи и результаты первого перцептивного эксперимента I

Для эксперимента I было выбрано 9 аудиторов, хорошо знакомых с дикторами первой группы (7 человек), и не знакомых с дикторами второй группы (16 человек).

Тестовый материал в данном эксперименте прослушивался с целью идентификации знакомого диктора в шепотной речи. Тембрально-высотные характеристики голосовой речи диктора являются дополнительной информацией, откладывающейся в памяти слушателя. Для исключения влияния речи с голосом на идентификацию того же диктора по шепоту каждому испытуемому предъявлялись в случайном порядке звуковые записи сначала все, произнесенные шепотом, а потом все с голосом. Испытуемый слушал очередную запись и, определившись с ответом, произносил имя знакомого диктора. При этом ответ аудитора и время от начала звучания текстового фрагмента до принятия решения фиксировались оператором. Каждый ответ оценивался как «+», если знакомый диктор был идентифицирован правильно, и «–» если неправильно. В таблицах 1–4 представлены результаты прослушивания. Рядом с результатами правильной идентификации указано время принятия решения в секундах (в скобках).

Таблица 1. Результаты прослушивания текстов, прочитанных женскими голосами с нейтральной фонацией. В строках содержатся данные по каждому диктору f1–f4, а в столбцах — результаты и время идентификации (в секундах) аудиторами 1–9

Дик-торы	Аудиторы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f1	+ (2)	–	+ (3)	–	+ (3)	+ (3)	+ (4)	–	+ (7)
f2	+ (12)	+ (13)	+ (29)	+ (6)	–	+ (1)	+ (3)	–	–
f3	–	–	+ (2)	+ (12)	–	+ (13)	+ (3)	–	+ (6)
f4	+ (3)	+ (2)	+ (1)	+ (2)	+ (2)	+ (2)	+ (2)	+ (1)	+ (2)

Таблица 2. Результаты прослушивания текстов, прочитанных женскими голосами шепотом. В строках содержатся данные по каждому диктору f1–f4, а в столбцах — результаты и время идентификации (в секундах) аудиторами 1–9

Дик-торы	Аудиторы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f1	+ (15)	–	+ (9)	–	+ (10)	–	+ (13)	–	+ (11)
f2	–	–	–	+ (23)	–	–	+ (3)	–	–
f3	–	–	+ (13)	–	–	+ (35)	+ (4)	–	+ (26)
f4	+ (2)	+ (3)	+ (2)	+ (2)	+ (5)	–	+ (2)	+ (1)	+ (1)

Таблица 3. Результаты прослушивания текстов, прочитанных мужскими голосами с нейтральной фонацией. В строках содержатся данные по каждому диктору m1–m3, а в столбцах — результаты и время идентификации (в секундах) аудиторами 1–9

Дик-торы	Аудиторы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m1	+ (2)	+ (2)	+ (2)	+ (3)	+ (1)	+ (1)	+ (4)	+ (1)	+ (9)
m2	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)
m3	+ (3)	+ (2)	+ (1)	+ (2)	+ (2)	+ (1)	+ (2)	+ (2)	+ (1)

Таблица 4. Результаты прослушивания текстов, прочитанных мужскими голосами шепотом. В строках содержатся данные по каждому диктору m1–m3, а в столбцах — результаты и время идентификации (в секундах) аудиторами 1–9

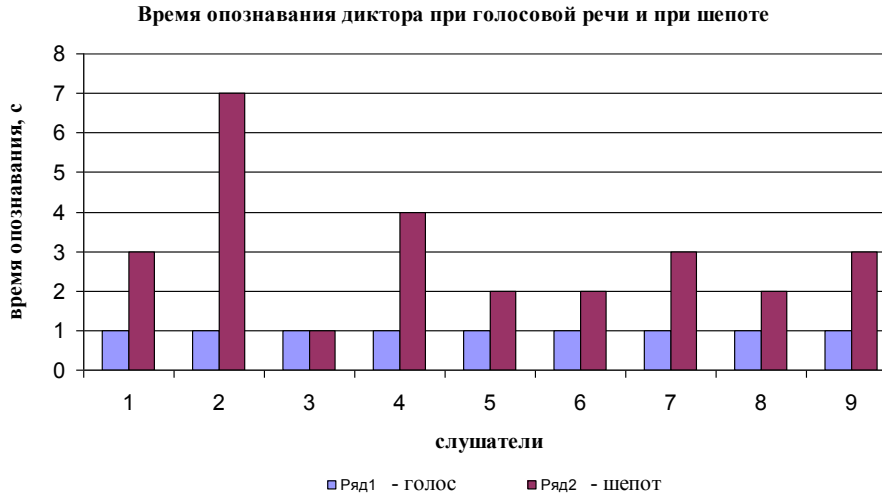
Дик-торы	Аудиторы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m1	+ (6)	+ (15)	+ (3)	+ (20)	+ (5)	+ (4)	+ (10)	+ (3)	–
m2	+ (3)	+ (7)	+ (1)	+ (4)	+ (2)	+ (2)	+ (3)	+ (2)	+ (3)
m3	–	+ (4)	+ (1)	+ (3)	+ (4)	+ (4)	+ (3)	+ (2)	+ (4)

Из таблиц 1–4 видно, что задача опознания знакомого женского голоса была выполнена аудиторами правильно на 72,2%, а опознания того же диктора по шепоту — на 52,8%. Для мужских голосов задача опознания знакомого диктора была выполнена правильно на 96,3%, а по шепоту — на 92,6%. Ниже приведена диаграмма, иллюстрирующая сравнительное *время* опознавания стопроцентно узнаваемого диктора при голосовой речи и при шепоте.

Заметна высокая степень узнаваемости диктора f4, носившего брекеты, что влияло на артикуляцию и создавало дополнительные индивидуальные экстравербальные признаки. Впрочем, этого можно было ожидать и заранее. Кроме того, наблюдались случаи отсутствия узнавания аудитором собственного голоса. Это объясняется тем, что при восприятии собственной речи звуковые волны приходят к органам слуха человека, в основном, не через внешнее пространство, а через ткани головы. При этом акустические параметры речевых сигналов отличаются. Поэтому для узнавания себя в звукозаписи требуется некоторый опыт прослушивания.

Результаты эксперимента I показали, что мужские голоса (как в шёпотной, так и в голосовой речи) идентифицируются аудиторами более успешно. Кроме того, наблюдаемая разница между результатами двух серий эксперимента (шёпот, голос) для мужских и женских голосов, различна. Для мужских голосов идентификация по шёпоту была хуже идентификации по речи с голосом всего на 3,7%, в то время как для женских — на 19,4%. При этом на узнавание

мужских голосов аудиторам требовалось значительно меньше времени. Для мужчин среднее время узнавания диктора при нейтральной фонации равно 1,6 сек, а в условиях шёпота — 4,78; аналогичные показатели для женской речи таковы: среднее время узнавания по голосу — 5,9 сек, а по шёпоту — 14,46 сек. Эти результаты подтверждают известные наблюдения о том, что мужские голоса более ярко отражают индивидуальные особенности речеобразования, вследствие чего легче поддаются идентификации (Златоустова 1986), (Штерн 1984).



Разница во времени идентификации разных дикторов, обнаруженная в эксперименте I, послужила основанием для проведения второго перцептивного эксперимента с целью выявления наиболее значимых особенностей речи для восприятия и идентификации диктора по шепоту.

3. Дизайн, задачи и результаты второго перцептивного эксперимента II

Основной целью эксперимента II являлась проверка возможности объединения мужских голосов в группы по перцептивному сходству при шёпоте, а также выделение ключевых признаков шёпотной речи, релевантных для идентификации дикторов. В эксперименте использовались те же записи, что и в эксперименте I, но были взяты только небольшие фрагменты, прочитанные десятью дикторами мужского пола в возрасте от 16 до 32 лет. По длительности фрагменты были трех типов: 1-й тип (длинные) — 27 слов, 3 предложения, общая длительность около 10 секунд; 2-й тип (короткие) — 6 слов, 1 предложение, длительность около 3 секунд:; 3-й тип (средние) — 14 слов, 1 предложение длительность около 6 секунд.

С целью определения опорных признаков для идентификации диктора, был проведен аудитивный анализ записей, использованных в эксперименте I, при котором у отдельных дикторов были выявлены характерные экстравербальные признаки речи, воспринимаемые как индивидуальные (картавость звука [r], «скрипучий» тембр голоса), индивидуальная манера интонирования тестовых фраз, паузирования, а также индивидуальная манера макросегментации длинного фрагмента из трех предложений. Результаты измерения длительностей отрезков фонации и пауз у десяти дикторов представлены в таблице 5.

Таблица 5. Длительность фрагмента из трех предложений и длительность пауз между синтагмами в шёпотной и обычной речи, сек. Строки таблицы соответствуют номерам дикторов, а столбцы — измеренным длительностям. Прочерк означает отсутствие паузы

Диктор	Общее время звучания		Длительность паузы между синтагмами 1 и 2		Длительность паузы между синтагмами 2 и 3	
	голос	шепот	голос	шепот	голос	шепот
1	10,1	9,9	0,75	0,58	0,85	0,75
2	8,9	8,6	0,43	0,70	0,79	0,5
3	8,8	9,1	0,34	0,39	0,56	0,6
4	9,5	9,8	—	—	0,14	-
5	8,3	9,5	0,54	0,70	0,75	0,69
6	8,4	9,3	0,61	0,35	0,50	0,57
7	8,6	9,6	0,53	0,18	0,09	0,35
8	8,9	9,7	0,14	0,56	0,36	0,59
9	9,3	10,1	0,30	1,12	0,38	0,66
10	10,2	10,5	0,60	1,03	0,79	0,81

Самый медленный темп речи на данном отрезке в три предложения показывает диктор 10 — самое большое общее время фонации и общая длительность пауз. Этот показатель может оказаться опорным признаком для идентификации данного диктора при сравнении образцов голоса и шёпота. Диктор 10 также показал самый медленный темп речи как в голосе, так и в шёпоте на записи типа 3, а диктор 4, имея довольно большое общее время фонации, вообще не делал пауз между предложениями. Манера чтения у этого диктора достаточно монотонная, что также может стать хорошим признаком для его идентификации.

Аудитивный анализ позволил выделить несколько возможных опорных признаков для выполнения процедуры идентификации дикторов-мужчин. На основании проведенного анализа можно было предположить, что некоторые дикторы — диктор 6 (имеющий дефект речи — картавость), диктор 10 (имеющий медленный, размеренный темп речи), диктор 4, который отличается монотонной манерой чтения без выраженных пауз, диктор 2, который имеет несколько особенностей речи, в том числе заметное придыхание в конце фраз, будут лучше отождествляться испытуемыми, по сравнению с другими дикторами.

На начальном этапе эксперимента II использовалась только одна переменная — личность диктора в рамках одной фонационной модальности. Каждому аудитору парами предъявлялись идентичные записи одного из вышеприведенных текстов, произнесенного одним и тем же диктором либо голосом, либо шёпотом. При этом типы записей по длительности в предъявляемой паре совпадали. Аудитор должен был определить, одному человеку или разным людям принадлежат обе записи в паре. В эксперименте приняло участие 18 аудиторов (9 мужчин и 9 женщин) в возрасте от 21 до 32 лет, с высшим или незаконченным высшим образованием, для которых русский язык являлся родным. Все испытуемые были заведомо незнакомы с дикторами и не знали их голосов. Задачей каждого аудитора было отождествление диктора в предъявляемой паре записей по образцам обычной и шёпотной речи. Каждый испытуемый должен был выполнить 10 обязательных заданий (5 заданий на шёпот и 5 заданий на обычную речь), после чего они могли либо закончить тестирование, либо продолжить (далее испытуемый мог в любой момент закончить тест). Оказалось, что многие испытуемые добровольно продолжали эксперимент и после выполнения обязательных заданий. В среднем каждый испытуемый выполнил 29 заданий. При этом двое испытуемых выполнили намного больше заданий, чем другие — 115 и 151 заданий. Всего восемнадцати испытуемым было предъявлено 529 пар записей (из них 268 пара записей шёпота и 261 пара записей голоса). В сумме испытуемые ошиблись 25 раз из 529. То есть, средний процент правильных ответов был очень высоким — 95, 27%. Большинство ошибок, как и ожидалось, пришлось на пары записей шёпота — 21. Средний процент правильных ответов в заданиях с записями голоса составил 98,47%, а в заданиях с записями шёпота — 92,16%.

В дальнейшем количество участников эксперимента II было увеличено с помощью анкетного опроса в интернете. Число дистанционных аудиторов составило 125 человек (71 женщина и 54 мужчины) в возрасте от 10 до 67 лет, не принимавших участие в предварительном эксперименте, для всех русский язык являлся родным. Эксперимент проходил в режиме «онлайн» на сайте http://poll.freshswag.ru/. Испытуемый заполнял анкету (опросный лист, содержавший данные о возрасте, поле, образовании и родном языке). Далее следовало задание: «*Прослушайте две записи. Постарайтесь определить, принадлежат ли данные аудиозаписи одному и тому же человеку. Вы можете прослушивать каждую запись столько раз, сколько вам потребуется для получения устойчивого решения. Своё решение зафиксируйте*».

Испытуемый прослушивал и отождествлял, по крайней мере, 16 пар записей. В конце эксперимента он указывал, узнал ли он кого-либо из дикторов, а также давал комментарий по поводу того, на что он ориентировался при выполнении задания. В опросной анкете испытуемый также указывал данные об оборудовании, которое использовалось для прослушивания.

Полученные результаты показали, что все испытуемые успешно справляются с задачей отождествления дикторов в рамках одной и той же фонационной модальности. После этого в эксперимент была введена вторая переменная — модальность фонации. Аудиторам парами предъявлялись записи двух дикторов (одного и того же или разных) и при этом в разных модальностях

фонации в одной паре (голос + шёпот). Типы записей по длительности в одной паре совпадали. Результаты идентификации дикторов в разных модальностях фонации в одной паре представлены в таблице 6.

Таблица 6. Средний процент правильного отождествления каждого из 10-и дикторов в разных модальностях фонации (по результатам 125 аудиторов)

Диктор	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
кол-во предъявлений	92	96	88	101	106	69	50	100	87	91
кол-во ошибок	38	49	41	42	39	15	25	42	29	30
% правильных ответов	58,7	49,0	53,4	58,4	63,2	78,3	54,5	58,0	66,7	67,0

Полученные результаты не позволяют сделать каких-либо определенных выводов относительно использования индивидуальной манеры паузирования и макросегментации текста в качестве опорных признаков для идентификации диктора в шепотной речи.

Мужские голоса как в шёпотной речи, так и при нейтральной фонации идентифицируются аудиторами лучше, чем женские. Успешность отождествления диктора в парах записей с разной фонационной модальностью практически не зависит от пола и возраста диктора. Длительность записи не влияет на процент правильных ответов. Не было выявлено также влияния общего времени и количества прослушиваний записи на успешность выполнения задания.

4. Заключение

Проведенные нами эксперименты выявили ряд нерешенных и сложных проблем. Оказалось, что задача идентификации незнакомого диктора (особенно если в распоряжении слушающего имеются лишь небольшие фрагменты его голоса и шёпота), достаточно сложна. На данном этапе проведенного нами анализа остается открытой и проблема выделения и веса признаков, опорных для идентификации диктора.

Литература

1. *Зиндер Л. Р.* (1979) Общая фонетика. Высшая школа, М.
2. *Златоустова Л. В.* (1986) Речевые тексты и их применение. М.
3. *Кедрова Г. Е., Захаров Л. М., Анисимов Н. В., Пирогов Ю. А.* (2003) Исследование артикуляторной базы русского языка методами магнитно-резонансной томографии// XIII сессия Российского акустического общества. Т. 3. Акустика речи. Медицинская и биологическая акустика, ГЕОС, М.

4. *Кодзасов С. В., Кривнова О. Ф.* (2001) Общая фонетика. РГГУ, М.
5. *Костина А. А., Крейчи С. А.* (2013) Особенности идентификации диктора по шепотной речи. //Материалы конференции «Комплексная безопасность Отечества»// Парламентский Центр, М., с. с. 156–161.
6. *Лиханова И.* (2007) Корреляты частоты основного тона в шёпотной речи. Конкурсная работа под руководством Скрелина П. А. СПбГУ, СПб.
7. *Потапов В. В., Потапова Р. К.* (2008) Перспективы развития концепции «речевой портрет говорящего» // Материалы XVII Международной научной конференции «Информатизация и информационная безопасность правоохранительных органов», М., с. с. 381–382.
8. *Штерн А. С.* (1984) Артикуляционные таблицы. Методическая разработка для развития навыков аудирования и тестирования слуховой функции. Л.

References

1. *Kedrova G. E., Zakharov L. M., Anisimov N. V., Pirogov J. A.* (2003) The study articulatory base of the Russian language using magnetic resonance imaging [Issledovanie artikulatornoj bazy russkogo jazyka metodami magnitnorezonansnoj tomografii]// XIII session of the Russian acoustical society. Acoustics of speech. Medical and biological acoustics, GEOS, M, p. p. 81–84.
2. *Kedrova G., Borissoff L.* (2013) The concept of 'basis of articulation' in Russia in the first half of the 20th century // Historiographia Linguistica. Vol. 40, no. 1/2, p. p. 151–198.
3. *Kodsasov S. V., Krivnova O. F.* (2001) General phonetics [Obshchaja fonetika], RGGU, M.
4. *Kostina A. A., Kreychi S. A.* (2013) Features of speaker identification in whisper speech. [Osobennosti identifikatsii diktora po shëpotnoj rechi] Materials of the conference "Integrated security of Fatherland". The Parliamentary Centre, M, pp. 156–161.
5. *Likhanova I.* (2007) Correlates of the frequency of the pitch in whispered speech. [Korrelaty chastoty osnovnogo tona v shëpotnoj rechi] Competitive work under the guidance Skrelin P. A., St. Petersburg University, St. Petersburg.
6. *Potapov V. V., Potapova R. K.* (2008) Prospects of development of the concept of "verbal portrait of the speaker"[Perspektivy razvitija kontseptsii "rechevoj portret govorjashchego"]. Materials of XVII International scientific conference "Informatization and information safety of law enforcement". M., p. p. 381–382.
7. *Pols Louis C. W.* (1989) Studying speech perception: from simple stationary stimuli to more and more complex speech(-like) signals. Proceedings of the 28th Acoustic Conference.
8. *Stern A. S.* (1984) Articulation tables. Methodological development for the development of listening skills and auditory function testing. [Artikulatsionnye tablitsy. Metodicheskaja razrabotka dla razvitija navykov audirovanija i testirovanija sluhovoj funktsii]. St. Petersburg.
9. *Zinder L. R.* (1979) General phonetics. [Obshchaja fonetika] Graduate school. M.
10. *Zlatoustova L. V.* (1986) Speech texts and their application. M.