

Дыхательные паузы в слитной речи: локализация и акустико-физиологические характеристики

Кривнова О.Ф.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, филологический ф-т.
Россия, 119899 Москва, Воробьевы горы, I гум. корпус.
Тел. (495) 939-26-01. E-mail: okri@philol.msu.ru

В сообщении излагаются результаты инструментального исследования речевого дыхания в слитной русской речи, предпринятого в целях расширения эмпирической базы для моделирования интонационно смыслового паузирования при чтении и порождении звучащего текста. Современный компьютерный инструментарий делает возможным анализ взаимосвязи между фонетическими параметрами пауз, их акустико-физиологическим заполнением и текстовой локализацией. Совмещение дыхательных циклов с базовыми текстовыми единицами и более сложными текстовыми фрагментами порождает ряд просодических ключей, которые могут использоваться при автоматической обработке и смысловом анализе речевой информации. К сожалению, к настоящему времени эти аспекты речевого дыхания изучены недостаточно. Задача настоящего исследования заключалась в том, чтобы получить дополнительные сведения о базовых фонетических характеристиках дыхательных пауз в репродуцированной речи обычных носителей русского языка.

Речепроизводство, как известно, включает три относительно самостоятельных, но тесно взаимодействующих процесса: инициацию (создание воздушного потока и его поддержание в речевом тракте говорящего), фонацию и собственно артикуляцию. Из этих процессов наименее изучен первый, по разным причинам: отчасти из-за преимущественно фонологической и сегментной направленности речевых исследований во второй половине XX в., отчасти из-за технических трудностей в инструментальном исследовании речевого дыхания и функционирования дыхательной системы в речи. Наиболее обстоятельные и надёжные результаты в этой области были получены известным американским фонетистом П.Ладефогедом в сотрудничестве с другими исследователями. Их экспериментальные данные изложены в большом количестве статей и обобщены в монографии [1], где речевое дыхание рассматривается в разных аспектах — физиологическом, аэродинамическом, акустическом, и во взаимодействии с другими речевыми процессами — фонацией и артикуляцией.

К сожалению, физиологическая и аэродинамическая сторона речевого дыхания по-прежнему мало доступна для прямого анализа в естественных речевых условиях. В современных методах исследования речепроизводства для получения комплексной картины используется *электромагнитное излучение и компьютерная томография*. С помощью этого инструментария можно получить трёхмерное изображение речевого тракта и данные об изменении всех его принципиально важных параметров. Однако, это довольно дорогой инструментарий, и далеко не все исследовательские фонетические центры им располагают. Здесь стоит вспомнить, что ещё в 60-е годы XX в. в Институте физи-

ологии им. И.П. Павлова АН СССР была разработана система датчиков, позволяющая регистрировать параллельно работу 11 артикуляторных органов (руководитель работ и изобретатель датчиков проф. В.А. Кожевников). В состав установки входил и плетизмограф, аппарат, с помощью которого можно было регистрировать общую картину речевого дыхания и расхода воздуха при произнесении речевых отрезков [2, 3]. В указанных монографиях приведён ряд интересных результатов, касающихся работы дыхательной системы, которые с тех пор сохраняют свою актуальность. К сожалению, установка, разработанная в Институте физиологии, как и многие аналоговые приборы, устарела морально и в настоящее время в научных исследованиях не используется.

Возвращаясь к современности, заметим, что в изучении речевого дыхания не исчерпаны полностью даже самые доступные возможности, которые предоставляет обычная компьютерная техника, звукозаписывающая аппаратура и программы автоматической обработки речи. Имеющиеся технические средства позволяют, в частности, осуществлять многократное усиление сигнала, в том числе на локальных участках. Если запись речи производится с использованием высокочувствительного микрофона, можно в большинстве случаев оценить на слух не только наличие вдоха/выдоха в темпоральной интонационной паузе, но и то, через какую полость носовую/ротовую) осуществляется дыхание. Несколько труднее оценивать на слух глубину вдоха, а она бывает разной, но и такую оценку в определённой степени можно сделать. Современный компьютерный инструментарий, кроме того, делает возможным анализ взаимосвязи между фонетическими параметрами пауз и их акустико-физиологическим заполнением.

Задача настоящего исследования заключалась в том, чтобы получить сведения о базовых фонетических характеристиках дыхательных пауз в слитной репродуцированной речи обычных носителей русского языка.

Материал и методика исследования. Материалом исследования служил корпус прочтений связного текста — небольшого современного рассказа о посещении научного учреждения¹. Текст был прочитан «с листа» десятью дикторами, носителями русского языка с высшим образованием, но без специальной дикторской подготовки; средняя длительность озвученного текста 3–3,5 минуты. Материал записывался на компьютер (SR 22050 Гц, 16-bit, Mono) в условиях тихой комнаты с использованием высокочувствительного микрофона, что позволило в большинстве случаев без труда определить дыхательный тип пауз в каждом прочтении текста.

Материал был отобран из более крупного массива, включавшего 30 прочтений текста разными дикторами (суммарный объем исходного речевого массива около 400 МБ). При отборе учитывались результаты аудиторского эксперимента по оценке нормативности (приемлемости) разных прочтений текста, который проводился с использованием специально разработанной методики анкетирования auditors, подробно описанной в [5]. Анкета для опроса auditors (их было 6 человек: 4 мужчин и 2 женщины) была составлена таким образом, чтобы отобрать нейтральные, нормативные прочтения. Кроме того, анкета содержала вопросы, специально посвя-

¹ Текст был взят из методической разработки по составлению текстовых массивов [4], а в качестве основы для него использовался отрывок из книги С. Иванова «Схватка с роботом». М., 1977.

щённые оценке правильности **паузирования** текста (с точки зрения количества пауз и их локализации, но без акцента на связь с дыханием). Этим оценкам при анализе результатов аудиторской экспертизы был придан большой вес.

Для дальнейшего анализа было выбрано 10 наилучших прочтений, среди которых удачно оказалось 5 мужских и 5 женских — далее они обозначаются соответственно m1-m-i и f-i, где i меняется от 1 до 10 и обозначает место, которое занял диктор в отобранной, лучшей, десятке текстовых прочтений.

Дыхательное заполнение интонационных пауз в прочитанных вариантах текста определялось на слух и визуально по осциллограммам и спектрограммам с использованием звукового анализатора Speech Analyzer — SA — SIL, версия 1.5 — 2002. Далее паузы, включающие вдох, мы будем называть дыхательными (ДП).

Текстовая локализация ДП в репродуцированной речи. Проведённое исследование показало, что главным фактором, который влияет на организацию речевого дыхания в репродуцированной речи, является стратегия интонационного паузирования диктора, для которой характерна тенденция к реализации темпоральных интонационных пауз после каждой клаузы в предложении. Однако, эта достаточно яркая тенденция взаимодействует с когнитивными характеристиками дикторов. В результате некоторые дикторы в определённых синтаксических условиях «пропускают» конечные границы произносимых клауз, в то время как другие регулярно реализуют дополнительные темпоральные паузы в определённых точках внутри произносимой клаузы.

Специфика использования интонационных пауз для речевых вдохов выражается в том, что в организации дыхания находит отражение иерархическая структура текстовых единиц, основание которой образуют отдельные предикации-клаузы.

Текстовые фрагменты, завершение которых сопровождается ДП, упорядочиваются в направлении убывания вероятности вдоха следующим образом (в скобках дается частота реализации вдоха в среднем по 10 дикторам):

Абзац (100%) > самостоятельное предложение внутри абзаца (94%) > клауза внутри предложения (65%) > компонент внутри клаузы (34%).

Когнитивные характеристики дикторов влияют не только на интонационное паузирование, но и на способ организации речевого дыхания в озвученном тексте. Это отражается в таких общих признаках дикторского чтения, как количество дыхательных пауз, длина и синтаксический состав дыхательных групп. В целом, полученные результаты подтверждают мнение многих исследователей о центральной роли пропозиции-клаузы в процессах порождения, понимания и озвучивания текста.

Общая картина дыхательных пауз с разной текстовой локализацией. На рис.1 представлены иллюстративные осциллограммы и спектрограммы ДП с разной текстовой локализацией в прочтениях экспериментального текста диктором-женщиной f-2 и диктором-мужчиной m-1. По экспертному рейтингу это наилучшие нормативные прочтения в соответствующих гендерных группах. Для сравнения на рисунке даны также акустические иллюстрации темпоральных интонационных пауз без элементов дыхания (чис-тых — ЧИП) с аналогичной текстовой локализацией.

Визуально-слуховой анализ материала, аналогичного представленному на рисунке по всем дикторам, приводит к следующему заключению:

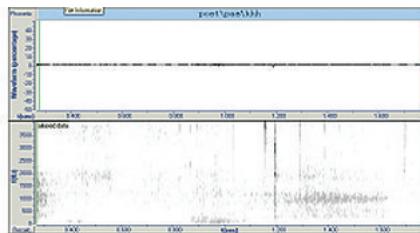
ДП с разной текстовой локализацией имеют различное акустико-физиологическое наполнение, которое регулярно воспроизводится в прочтениях всех дикторов. А именно: в ДП между **абзацами** отчетливо выделяются две фазы: сначала идет **носовой** вдох, которому может предшествовать краткий выдох, а затем следует достаточно резкий

ротовой вдох, которому обычно предшествуют явления чмокания, сглатывания и под. ДП между самостоятельными **предложениями** внутри абзаца характеризуются акустико-физиологической картиной, сходной с ДП между абзацами. Возможно, есть некоторые различия во временных характеристиках носовой и ротовой фаз ДП, что, в свою очередь, может быть связано с различиями в общей длительности ДП между и внутри абзаца. В ДП между **клаузами** внутри предложения, как правило, отчетливо выражена только **ротовая** фаза вдоха, а явления чмокания в ее начале менее заметны и встречаются реже, чем в ДП более высокого текстового уровня, рассмотренных выше. Кроме того, шум на ротовой фазе вдоха имеет существенно большую интенсивность. ДП **внутри клаузы** демонстрируют дальнейшее нарастание явлений, отмеченных для ДП после клаузы внутри предложения. Так, темпоральная интонационная пауза практически полностью заполнена ротовым вдохом, инициальных явлений чмокания не наблюдается, шум вдоха очень интенсивен. Что касается гендерных различий, то при сходстве общей акустико-физиологической картины ДП с разной текстовой локализацией между дикторами наблюдаются определенные различия в выраженности и интенсивности шума вдоха, особенно в ротовой фазе. В среднем дикторы-мужчины в своих текстовых прочтениях дышат более шумно, чем дикторы-женщины, что хорошо видно на рисунке.

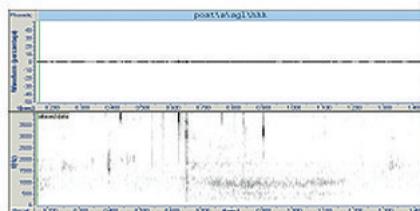
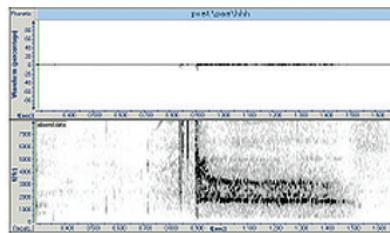
Заключение

Устойчивые различия в общей фонетической картине ДП разного типа (и интонационных пауз без вдоха) и тесная связь локализации дыхательных пауз с иерархической структурой текста создают возможность детектирования ранжированных границ между смысловыми отрезками текста как в естественном режиме устного дискурса, так и в задачах автоматической обработки звучащей речи, по крайней мере в режиме чтения. Реализация вдоха в темпоральной интонационной паузе является **достаточным** признаком наличия смысловой текстовой границы, а различия в общей картине ДП с разной текстовой локализацией, которые рассматривались в настоящей работе, сигнализируют о степени смысловой связи между отрезками текста. Дифференцирующая функция ДП разного типа усиливается также различиями в таких характеристиках, как длительность и интенсивность шума вдоха, которые требуют самостоятельного и детального рассмотрения. Кроме того, взаимодействие ДП разного типа с фонационно-артикуляционными процессами на краевых участках текстовых составляющих, разделяемых ДП, может приводить к созданию дополнительных ключей для детектирования в тексте разных смысловых границ. Этот вопрос также нуждается в дополнительном изучении.

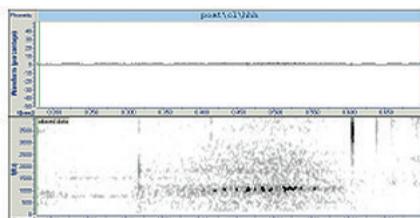
Нужно, однако, иметь в виду, что в общем случае реализация ДП не является **необходимым** признаком текстовой границы. Так, даже в режиме чтения некоторые дикторы в определенных текстовых условиях не делают вдохов между самостоятельными предложениями внутри абзаца [6].



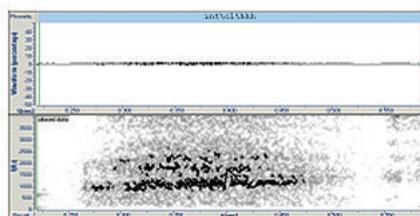
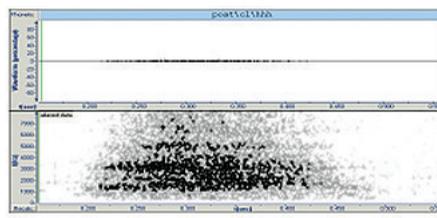
а) ДП между абзацами



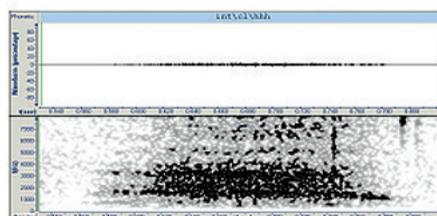
б) ДП между предложениями внутри абзаца



в) ДП между клаузами внутри предложения



г) ДП внутри клаузы



д) ЧИП между клаузами внутри предложения



е) ЧИП внутри клаузы

Рис. 1. Акустико-физиологическая картина дыхательных пауз (ДП). Слева данные диктора f-1, справа m-1. ЧИП — чистая интонационная пауза (без элементов дыхания). В иллюстративных целях осциллограммы масштабированы по вертикали в соотношении 1 x 2

ЛИТЕРАТУРА

1. Ladefoged P. Three Areas of Experimental Phonetics, Oxford UP, 1967.
2. Кожевников В.А., Арутюнян Э.А., Бороздин Л.В. и др. Методы изучения речевого дыхания // Механизмы речеобразования и восприятия сложных звуков. М.-Л., 1966.
3. Чистович Л.А., Кожевников В.А. и др. Речь. Артикуляция и восприятие. М.-Л., 1965.
4. Штерн. А.С. Артикуляционные таблицы. Методическая разработка для развития навыков аудирования и тестирования слуховой функции. Л., 1984.
5. Кривнова О.Ф., Чардин И.С. Паузирование при автоматическом синтезе речи // Теория и практика речевых исследований (АРСО-99). Материалы конференции. М., 1999.
6. Кривнова О.Ф. Фактор речевого дыхания в интонационно-паузальном членении речи // Лингвистическая полифония: Сборник статей в честь юбилея профессора Р.К. Потаповой. М., 2007.