

С.В.КНЯЗЕВ, С.К.ПОЖАРИЦКАЯ

СОВРЕМЕННЫЙ РУССКИЙ

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЯЗЫК.

ФОНЕТИКА, ГРАФИКА, ОРФОГРАФИЯ

Москва, 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый учебник ориентирован на программу раздела «Фонетика» общего курса «Современный русский язык»¹, который читается на отделении «Русский язык и литература» филологического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. В основе его лежит многолетний опыт чтения данного курса авторами учебника в МГУ.

Мы стремились отразить в этом учебнике достижения фонетической науки последних десятилетий – а следует отметить, что эти десятилетия характеризуются не только появлением огромного количества новых фактов, полученных в результате применения естественно-научных методов исследования, но и выработкой принципиально новых подходов к описанию звуковой коммуникации. Таким образом, своей основной задачей мы считали системное изложение фактов русского языка в соответствии с современными представлениями об устройстве фонетического компонента языка². Этим обусловлено включение некоторых разделов, ранее отсутствовавших в учебниках (таких, как «Перцептивный аспект фонетических описаний», «Артикуляционная база русского языка», «Разговорная речь»), а также существенное расширение сведений из области речепроизводства и речевой акустики (при изложении основ перцептивной фонетики мы основывались на тех сведениях, которые содержатся в главе «Восприятие речи» книги С.В.Кодзасова и О.Ф.Кривновой «Общая фонетика», поскольку в ней обобщаются результаты важнейших и самых последних исследований в этой области).

Одной из важнейших задач вузовского учебника мы считаем объективное изложение разных концепций, разных способов описания одного и того же объекта, которое позволяет студенту сделать свой собственный выбор. В соответствии с этим в главе «Суперсегментная фонетика» в разделе «Слог» излагаются основные теории структуры слога и слогоделения, включая самую современную – теорию оптимальности, а в разделе «Интонация» изложение концепции Е.А.Брызгуновой дополнено изложением комбинаторной модели интонации в соответствии с последними достижениями в этой области на основе работ С.В.Кодзасова.

Часть II «Лингвистическая фонетика», которая посвящена описанию фонологической системы русского языка, сохраняя, по существующей в МГУ традиции, в центре внимания концепцию Московской фонологической школы, уделяет значительное место изложению и анализу других концепций, исторически и идейно связанных с МФШ – идей И.А.Бодуэна де Куртенэ, теории Л.В.Щербы и его последователей (Ленинградская фонологическая школа), концепции Н.С.Трубецкого (Пражский лингвистический кружок), концепции Р.И.Аванесова, отраженной в его книге «Фонетика современного русского литературного языка» (1956 г.), а также некоторых современных фонологических теорий. Раздел «Динамические модели в фонологии», в связи с этим, представляется нам особенно важным, поскольку он отсутствует в учебных пособиях по фонетике русского языка, а знакомство студентов-русистов с самыми последними идеями в области фонологии нельзя не признать необходимым.

В разделах о фонематической транскрипции («Морфофонематическая транскрипция» и «Словофонематическая транскрипция») части II дается не только подробное описание процедуры фонемного транскрибирования в рамках соответствующих фонологических концепций, но и образцы фонемной транскрипции ряда слов. Изложение теории Л.В.Щербы также заканчивается образцом фонематической транскрипции, основанной на его идеях. Все это позволяет отчетливо представить себе неединственность интерпретации фонемного состава слова, а также сильные и слабые стороны разных фонологических теорий, проявляющиеся в фонемных транскрипциях.

¹ Князев С.В., Пожарицкая С.К. Фонетика. Программа 2 // Русский язык и его история. Программы кафедры русского языка для студентов филологических факультетов государственных университетов. М., 1997.

² Эти представления изложены в книге Кодзасов С.В., Кривнова О.Ф. Общая фонетика. М., 2001.

Разделы «Графика» и «Орфография» существенно расширены по сравнению с теми, которые встречаются в других учебниках; в частности, они содержат очерки истории графики и орфографии русского языка. Кроме того, в них делается попытка представить актуальную проблематику этих прикладных разделов фонетики.

Формально работа над текстом была распределена следующим образом: введение и части I-II (кроме разделов "Фонетическая транскрипция" и "Фонематическая транскрипция") написаны С.В.Князевым, а части III-V и указанные разделы – С.К.Пожарицкой

В заключение мы хотели бы выразить нашу глубокую благодарность всем тем, кто помогал нам в работе – декану филологического факультета М.Л.Ремневой, без поддержки и участия которой эта книга вряд ли была бы когда-нибудь написана; нашим рецензентам – Е.Л.Бархударовой, Е.М.Большевой и О.Ф.Кривновой, чьи замечания позволили нам не только существенно улучшить текст учебника, но и по-новому взглянуть на некоторые проблемы современной фонетики; а также тем студентам филфака МГУ, которые учились по рукописи учебника, обнаруживали в ней неточности и несвязки и задавали нам вопросы, заставлявшие задуматься (особая благодарность – А.Дремовой, И.Макарову и Е.Моисеевой).

ВВЕДЕНИЕ

ЯЗЫК КАК ПРЕДМЕТ ЛИНГВИСТИКИ

§ 1. Курс фонетики современного русского литературного языка – это первый раздел общего курса, предметом которого является современный русский литературный язык.

Язык вообще или какой-либо конкретный язык – главный объект изучения в любом лингвистическом курсе. Для того чтобы описать любой объект, необходимо определить:

- для чего он предназначен,
- из чего он состоит,
- как он работает, функционирует – каким образом выполняет свои функции,
- каким образом его можно изучать.

Назначение языка

§ 2. Человеческое общество не может существовать без общения, без обмена информацией. Обмен информацией, то есть ее передача и прием, называется **коммуникацией**. Для обеспечения общения между людьми, для обмена мыслями и предназначен человеческий язык, его основная функция – **коммуникативная**: язык должен позволять передавать и получать любую информацию наиболее рациональным способом.

В любом общении принято выделять два плана – план содержания (то, что передается) и план выражения (как передается содержание). Изначально информация разного рода существует в сознании человека в образном, не материальном виде и не может быть непосредственно передана от одного человека к другому. Чтобы обеспечить передачу и прием информации, ее нужно преобразовать в такую форму, чтобы она могла быть отправлена одним человеком и получена другим – ведь передавать сами по себе мысли обычные люди не способны. Этой формой в человеческом обществе является звуковой сигнал, то есть колебания давления во внешней среде, которые могут быть произведены и восприняты человеком (хотя существуют и другие, менее распространенные, способы общения – например, при помощи жестов или прикосновений).

Итак, язык служит для преобразования информации от ментальной, образной формы к физической, звуковой и обратно. Этот процесс является чрезвычайно сложным; на своем пути информация многократно подвергается различным трансформациям.

В коммуникации участвуют три механизма:

- *когнитивный механизм* (в нем формируется представление о виде и содержании информационного сообщения),
- *язык* позволяет найти языковое выражение для передаваемой информации,
- *механизмы речевого производства и речевосприятия* осуществляют трансформацию языкового выражения в физическую форму, доступную для слушающего, и его реконструкцию.

Звучащая речь является исходной и основной формой речевой коммуникации, но в человеческом обществе используется и другая, вторичная, производная от звуковой, форма коммуникации – письменная. Ее значение сейчас столь велико, что часто она воспринимается как более важная.

Устройство языка. Знак

§ 3. Человеческий язык **состоит из знаков**, и коммуникативная функция языка основывается именно на его знаковой природе. Знаки имеют, во-первых, значение или содержание – эта часть знака называется *означаемое*), во-вторых – внешнюю форму, *означающее*. При этом между означаемым и означающим существует условная, неприродная связь; поэтому одно и то же означаемое может быть передано разными означающими, именно потому существуют разные языки и возможность перевода с одного языка на другой. Знаками являются, например, дорожные знаки, сигналы

светофора, телефонные гудки, знаки отличия в армии, цвет парусов на корабле Тесей, экзаменационные отметки, наличие или отсутствие цветка в окне явочной квартиры и т.п.:

означающее	означаемое
красный сигнал светофора	проезд закрыт
зеленый сигнал светофора	проезд открыт
длинные телефонные гудки	линия свободна
короткие телефонные гудки	линия занята
одна маленькая звездочка	младший лейтенант
одна звезда средних размеров	майор
три звезды средних размеров	полковник
одна крупная звезда	генерал-майор
белый парус	Тесей жив
черный парус	Тесей мертв

В языке информация кодируется при помощи знаков. Основными знаковыми единицами в языке являются слова́ и морфемы (значимые части слов). Языковой знак произволен – так, понятие "дом" не связано никаким внутренним отношением с последовательностью звуков [д]-[о]-[м]. Означающее языкового знака имеет линейный характер, то есть состоит из определенных элементов, следующих друг за другом. Слова позволяют связывать друг с другом понятийную сферу и сферу звучаний.

Слова́ являются основным строительным материалом речевых сообщений. Вся совокупность знаковых единиц языка называется словарем знаков или **лексиконом**. Вторая составляющая языка – правила операций над этими единицами (их отбора, сочетаемости и т.п.). Совокупность языковых правил иногда называется **грамматикой**. Так же устроены и описания языков, в том числе иностранных: в словарях содержатся слова данного языка с переводом или объяснением значения, а в грамматике – правила построения высказываний из этих слов.

Языковые знаки образуют не простой набор элементов, а такую их совокупность, где элементы взаимосвязаны и взаимообусловлены, а изменение одного элемента влечет за собой изменение других. Такая совокупность называется **системой**. Язык – это знаковая система. Языковые единицы образуют, по меньшей мере, четыре основных уровня:

- фонетический (его составляют фонетические единицы – звуки, звукотипы и фонемы),
- морфологический (морфемы),
- лексический (слова́),
- синтаксический (словосочетания и предложения).

Каждый из этих уровней характеризуется наличием собственных единиц и правил и представляет собой систему в пределах общей системы языка. Поэтому язык является сложной знаковой системой или макросистемой: "Язык – это грамматическая система, виртуально существующая у нас в мозгу, и система знаков, в которой единственно существенным является соединение смысла и акустического образа"³.

Язык и речь

§ 4. Итак, язык существует в сознании говорящих на нем людей, но не является врожденным – он не передается по наследству, а усваивается в раннем детстве (чем

³ Соссюр, Ф. де. Курс общей лингвистики. Екатеринбург, 1999.

старше становится человек, тем труднее ему усвоить язык). Ребенок, оказавшийся вне языкового коллектива, не будет владеть никаким языком. О существовании языка и его свойствах можно судить только по тому, как он используется в процессе коммуникации. Таким образом, важнейшим свойством языка является его **ненаблюдаемость**.

Навыки общения с помощью языка формируются у человека совершенно неосознанно и вскоре становятся автоматизированными: при построении речевых сообщений и их понимании нужные слова в нужной форме и в нужном порядке "приходят в голову" сами собой. Языковые механизмы существуют в нашем сознании, но не в "светлой" его зоне; они не осознаются и не могут быть осознаны говорящими, как не могут быть осознаны механизмы, управляющие движением пальцев или течением мысли. Поэтому судить о языковой системе можно только по ее проявлениям в конкретных актах человеческой коммуникации.

Использование языка в конкретных ситуациях общения называется речью. **Речь** – это конкретное говорение, протекающее во времени и облеченное в звуковую или письменную форму. Обычно под речью понимают как сам процесс говорения (речевую деятельность), так и его результат (речевые произведения, фиксируемые памятью или письмом). Противопоставление язык/речь ввел в лингвистику швейцарский ученый Фердинанд де Соссюр (1857-1913). Для того, чтобы продемонстрировать различие между языком (системой, существующей в сознании человека) и речью (ее конкретной реализацией), он сравнивал язык с шахматами (как шахматы состоят из определенного набора фигур и правил их передвижения, так и язык состоит из набора знаков и лингвистических правил), а речь – с конкретной, единичной шахматной партией.

Речь – это форма существования языка, способ его материального проявления, "речь есть индивидуальный акт воли и разума"⁴. Хотя язык проявляется в речи, он может существовать и вне ее – так, человек, утративший дар речи, продолжает владеть языком. Под "речью" в современном языкознании понимают не только устную, но и письменную речь. В широком смысле в это понятие включается и внутренняя речь, то есть мышление при помощи языка. Дело в том, что язык – не только средство передачи мысли, но и средство ее формирования. Мышление у человека может осуществляться двумя способами: во-первых, при помощи наглядно-чувственных образов (невербальное мышление); такой тип мышления характерен, в частности, для творчества художника или композитора. Другой тип мышления – это мышление при помощи языка (вербальное мышление), когда мысль существует в виде внутренней речи и формируется при помощи слов; такое мышление свойственно любому человеку.

Речь состоит из речевых актов. Отдельный *речевой акт* включает в себя формирование сообщения, говорение, слуховое восприятие и понимание сообщения (в случае письменной речи – писание и чтение). Речевой акт представляет собой проявление речевой деятельности. В процессе речевого акта порождается *текст* – любое "речевое произведение" (устное или письменное), созданное говорящим. Язык может быть воссоздан, "извлечен" из текстов – мы можем на основании сохранившихся записей реконструировать мертвый язык; точно так же можно исследовать и живой (в том числе – родной) язык, используя созданные с его помощью тексты.

Накопив знания о единицах и правилах данного языка, можно попытаться построить его функциональную **модель**, то есть искусственно созданное устройство, упрощенно имитирующее важнейшие свойства поведения оригинала. Построение такой модели является основной задачей науки о языке. Если нам удастся создать устройство, которое будет делать то, что делает язык, – строить правильные высказывания, – тогда можно считать, что механизмы языка изучены нами в достаточной степени.

Итак, **язык** – это закономерно развивающаяся сложная знаковая система, часть сознания, система знаний, организованная в виде словаря и грамматики и обеспечивающая передачу информации от ментальной формы к физической путем построения речевых текстов.

⁴ Соссюр, Ф. де. Курс общей лингвистики. Екатеринбург, 1999.

Основными свойствами языка являются: 1) коммуникативная функция; 2) кодовая природа; 3) внутренняя упорядоченность (системность); 4) ненаблюдаемость.

Языковые знания конкретного человека (неодинаковые у разных людей) называются *языковой компетенцией*. Для того, чтобы состоялся речевой акт, языковые компетенции говорящего и слушающего должны совпадать или хотя бы пересекаться.

Разновидности языковых систем

§ 5. Практически в любом обществе существует несколько разновидностей языковых систем, различающихся между собой по своим функциям или по территории распространения. Важнейшими из этих разновидностей являются литературный язык, диалекты и просторечие.

Литературный язык (ЛЯ) – это высшая форма существования языка, характеризующаяся следующими основными свойствами:

- наличие сознательно установленных и сознательно поддерживаемых *норм*, отраженных в словарях и грамматиках (закрепление языковых норм в словарях и грамматиках называется кодификацией);
- наличие *письменности*;
- *наддиалектный* характер: эта разновидность языка должна быть понятна всем говорящим на данном языке;
- *полифункциональность* – литературный язык может обслуживать коммуникацию в любой сфере человеческой деятельности: он уместен и при чтении лекции, и в беседе с близким другом, и в любой другой ситуации.

Литературный язык противопоставляется

- *территориальным диалектам* – языковым системам, функционирующим лишь на части территории распространения данного языка и обладающим системой норм, основанных лишь на традиции;
- *социальным диалектам (жаргонам)* – языковым системам (обычно только лексическим), распространенным среди определенных социальных групп; а также
- *просторечию* как языку "необразованных" людей, отличающемуся от ЛЯ лишь определенным набором отступлений от норм литературного языка.

Таким образом, просторечие и жаргон, в отличие от литературного языка и диалекта, не являются самостоятельной языковой системой.

С другой стороны, литературный язык нужно отличать от языка художественной литературы – это понятие шире понятия ЛЯ, так как в языке художественной литературы наряду с литературным языком возможно использование и особенностей всех других разновидностей национального языка: и просторечных, и диалектных, и жаргонных.

Современный русский литературный язык имеет две разновидности, существенно отличающиеся друг от друга (в первую очередь, в области фонетики, синтаксиса и словообразования):

1. **Кодифицированный литературный язык (КЛЯ)**, который обычно используется при официальном и/или подготовленном общении – при разговоре с начальником, чтении заранее написанного текста и т.п. В такой ситуации можно, например, сказать: *Здравствуйте, Александр Александрович*.
2. **Разговорный язык** (часто условно называемый разговорной речью, сокращенно – РР) – разновидность литературного языка, которая обычно употребляется при неофициальном неподготовленном непосредственном общении – например, в непринужденной беседе с близким другом. В этой ситуации мы можем сказать: *А, Сан Саныч, здрасте*⁵.

⁵ Подробнее о кодифицированной и разговорной разновидностях литературного языка см. *Русская разговорная речь*. Под ред. Е.А.Земской. М., 1973.

В большинстве случаев коммуникации мы используем разговорную речь – именно эта форма русского языка является для нас обычной, естественной; для того, чтобы говорить на кодифицированном языке, необходимо прикладывать определенные усилия, тщательно контролировать свою речь. Однако объектом изучения в языкознании, в первую очередь, является именно кодифицированная форма существования языка.

Термин **современный** (по отношению к русскому языку) может употребляться в следующих значениях: 1) русский литературный язык со второй трети XIX века, то есть язык, сформировавшийся в творчестве А.С.Пушкина; 2) тот язык, на котором говорят люди сегодня. Мы в дальнейшем будем употреблять этот термин во втором значении.

Лингвистика

§ 6. Наука, изучающая естественный язык с точки зрения его устройства и функционирования, называется **лингвистикой** (языкознанием).

Долгое время в лингвистике господствовал структурный подход к языку; в его рамках основной задачей науки о языке являлось выявление языковых единиц и их классификация. В современной лингвистике происходит смена структурного подхода системно-функциональным, основной задачей которого является изучение использования языка человеком в процессе коммуникации.

В функциональной лингвистике язык понимается как особый механизм, который используется для связывания двух внеязыковых сущностей: коммуникативного намерения говорящего и звукового сигнала. Условно – это модель "смысл → звучание", где "→" и есть язык. Основные функции языка осуществляются в процессе порождения и смысловой интерпретации текста, поэтому моделирование языка можно осуществлять через описание тех преобразований, которым подвергаются характеристики текста при его синтезе и анализе.

Текст представляет собой сложный объект, в котором можно выделить, по крайней мере, 3 зоны – 1) семантическую (смысловую), 2) грамматическую и 3) фонетическую. Семантическая и фонетическая зоны текста связаны с внеязыковыми сферами речевой деятельности: семантическая – с концептуальной (где формируется коммуникативное намерение говорящего), а фонетическая – с моторно-слуховой (где порождается сам звуковой сигнал и строится его слуховое описание); собственно языковой сферой является только грамматическая. Сказанное можно представить в виде схемы:



Языковая сфера содержит конечный набор единиц и признаков, с помощью которых строится бесконечное количество текстов. Разные этапы построения текста требуют разных творческих усилий и, соответственно, характеризуются разной степенью автоматизма; хуже всего осознается человеком фонетическая деятельность как наименее творческая и наиболее автоматизированная: так, например, выбор того или иного слова в конкретном высказывании может быть и часто бывает осознанным, в то время как его звучание чаще всего не контролируется говорящим.

Фонетика: предмет, задачи и разделы. Виды фонетических описаний

§ 7. Лингвистика как наука о языке состоит из нескольких разделов, изучающих разные составляющие языковой системы и разные этапы порождения и восприятия речи. Наиболее крупными из этих разделов являются семантика, грамматика и фонетика.

Фонетика – это раздел лингвистики, изучающий звуковую сторону речевой коммуникации.

В процессе коммуникации информация первоначально кодируется при помощи языковых единиц – слов. В дальнейшем эти слова должны быть озвучены, преобразованы в звуковые колебания говорящим, а слушающий должен произвести обратную операцию. Таким образом, **функции фонетического компонента языка состоят в звуковом кодировании текста при синтезе (говорении) и декодировании его при анализе (восприятии).**

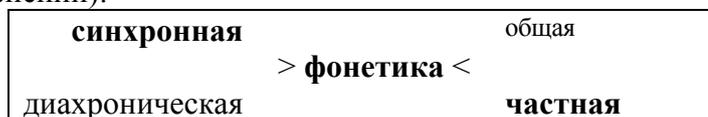
Звуковая сторона речевой коммуникации чрезвычайно сложна и разнообразна, она состоит из нескольких этапов, которые изучаются в разных разделах фонетики. *Артикуляционная* фонетика изучает анатомио-физиологическую базу артикуляции (речевой аппарат) и механизм речеобразования; *перцептивная* фонетика исследует процессы слухового анализа; в *акустической* фонетике изучаются физические характеристики звуковых единиц; эти разделы формируют субстанциональную фонетику. Лингвистическая фонетика (*фонология*) изучает функции звуковых средств языка в связи с формированием значащих языковых единиц (см. Таблицу 1).

Таблица 1. Разделы фонетики.

разделы фонетики		основной объект изучения
субстанциональная фонетика	артикуляционная фонетика	механизм речеобразования
	акустическая фонетика	звуковой (физический) сигнал
	перцептивная фонетика	механизм речевосприятия
лингвистическая фонетика	фонология	звуковая система языка

Фонетические знания применяются в различных сферах человеческой деятельности – таких, как преподавание фонетики иностранного языка, орфоэпия, лингвокриминалистика, автоматический синтез и анализ (распознавание) речи, диагностика нарушений деятельности головного мозга и психики.

Фонетические описания принято разделять на *общие* (универсальные) и *частные* (на базе конкретных языков), а также на *синхронные* (описывающие состояние фонетической системы в определенный момент времени) и *диахронические* (исследующие историю фонетических изменений):



Фонетика современного русского литературного языка (СРЛЯ) представляет собой частное синхронное описание.

Задачи фонетики как одного из разделов лингвистики состоят в том, чтобы выявить набор звуковых средств языка, определить системные отношения между ними и описать функционирование этих средств в реальных речевых актах.

Звуковые средства языка

§ 8. Звуковые (или фонетические) средства языка подразделяются на

- фонетические *единицы* и
- фонетические *признаки* (свойства).

Фонетическими единицами называются линейные объекты (то есть, те объекты, которые могут следовать друг за другом). Они делятся на *сегментные* и *суперсегментные*

(или *супрасегментные*). Сегментные единицы – это минимальные линейные (последовательные) единицы звуковой системы, к ним относятся *звук, звукотип и фонема*. Суперсегментные единицы – *слог, фонетическое слово, синтагма, фраза* – состоят из сегментных единиц⁶.

Фонетические признаки тоже делятся на сегментные и суперсегментные. Сегментные признаки (например, глухость/звонкость, место образования и т.п.) характеризуют звуки, звукотипы и фонемы, а суперсегментные признаки (к ним относятся ударение и интонация) организуют сегментные единицы в более крупные комплексы – единицы суперсегментные. Важное свойство всех признаков состоит в том, что они не могут существовать сами по себе, без какого-либо носителя – таким носителем как раз и являются фонетические единицы; кроме того, признаки не являются линейными сущностями, то есть не следуют друг за другом, а образуют цельные комплексы (см. Таблицу 2).

Таблица 2. Звуковые средства языка.

	сегментные	суперсегментные
единицы	звук, звукотип, фонема	слог, фонетическое слово, синтагма, фраза
признаки	глухость/звонкость, твердость/мягкость, место и способ образования согласного, ряд, подъём и лабиализация гласного...	ударение, интонация

Важнейшая особенность сегментных фонетических единиц состоит в том, что они не обладают значением, то есть не являются знаками (в отличие от слов и морфем), а лишь составляют знаковые единицы языка.

§ 9. Знаки имеют содержание (*означаемое*) и внешнюю оболочку (*означающее*). В лексиконе (и в памяти носителя языка) означающее языкового знака состоит из последовательности определенных сегментов, не обладающих значением. Сегменты эти характеризуются двумя важными свойствами: они

дискретны, то есть следуют друг за другом и отделены друг от друга) и

инвариантны – их свойства постоянны и не зависят от индивидуальных особенностей говорящего, то есть являются общими для всех носителей данного языка.

Человеку, говорящему на данном языке, кажется совершенно естественным представление любого слова в виде последовательности отдельных единиц. В языке используется небольшой набор таких элементов (в среднем 25-50), но с его помощью можно строить и различать огромное количество разных знаков – морфем и слов. Эти минимальные фонетические единицы языка называются фонемами.

Фонема – это абстрактная единица языка, служащая для формирования означающего языковых знаков. Разные знаки состоят из разного набора фонем; таким образом, важнейшая функция фонемы – различение знаковых единиц (единиц лексикона).

Одна из функций фонетического компонента языка состоит в "озвучивании" этих символических ментальных единиц, то есть в преобразовании их последовательностей в непрерывный звуковой (акустический) сигнал. Звуковой сигнал состоит из конкретных

⁶ Следует иметь в виду, что языковые единицы могут быть разделены на два принципиально разных типа сущностей: 1) единицы, которые хранятся в памяти (то есть составляют инвентарь или словарь соответствующего уровня) – например, фонемы и морфемы; 2) образования, которые сами по себе не составляют инвентаря; в языке представлены не сами эти сущности, а лишь абстрактные типы или схемы, по которым они строятся (формируются) при построении высказывания – например, словосочетания и предложения. Просодические единицы (слог, фонетическое слово и синтагма) относятся к единицам второго типа – то есть мы храним в памяти не все существующие в языке слоги, фонетические слова и синтагмы, а только их возможные типы.

речевых фрагментов, являющихся результатами звуковой деятельности и обладающих определенными артикуляционными, акустическими и перцептивными свойствами – **звуков речи**. Звуки речи, в отличие от фонем, не обладают свойствами дискретности (они образуют непрерывный речевой поток) и инвариантности (ни один звук не может быть в точности воспроизведен дважды, поэтому их число бесконечно велико).

Итак, фонема – это абстрактная единица языка, а звук – ее конкретная реализация в речи. Как осуществляется переход от абстрактных языковых единиц (фонем) к конкретным звукам? В механизме речеобразования в процессе коммуникации каждой фонеме соответствует определенный уклад речевых органов, своего рода произносительный (артикуляционный) эталон, "идеальная артикуляция". Эти артикуляционные эталоны называются *целевыми артикуляциями*⁷, а двигательные акты, с помощью которых реализуются в речи целевые артикуляции, называются *артикуляционными жестами* (АЖ).. Каждой фонеме в системе речеобразования должна соответствовать, по меньшей мере, одна целевая артикуляция (но может быть и больше: например, в русском языке звукам [и] и [ы] соответствуют разные целевые артикуляции, но, как будет показано позднее (см. ниже § 126, 146), можно считать, что эти звуки представляют в СРЛЯ одну фонему).

Звуковой сигнал, в отличие от записи знаков в словаре, непрерывен: в нем не всегда выражены границы между звуками, и разбиение его на отрезки на основе физических характеристик часто не совпадает с разбиением на основании языковых знаний. Например, информация о свойствах того или иного сегмента может содержаться не только в самом этом сегменте, но и в соседних сегментах (так, гласный, выделенный из слова *пять* [п'ят'] и предьявленный изолированно, может восприниматься как [э], а первый согласный того же слова – как твердый [п], следовательно, информация о мягкости [п'] содержится в соседнем с ним гласном).

Итак, в словаре представлены знаковые элементы в символической звуковой записи; фонетический компонент языка позволяет переходить от дискретной символической записи к непрерывному физическому сигналу и обратно, то есть на входе системы речеобразования имеется последовательность отдельных символов, а на выходе – плавный поток артикуляционных движений и порождаемый им непрерывный звуковой сигнал⁸. Этот переход не является автоматическим, он обеспечивается специальной *моторной программой*, которая вырабатывает удобную для артикулирующих органов и управляющих ими мышц последовательность артикуляций – на этом уровне и теряется дискретность звуковых единиц. Приспособление друг к другу различных артикуляций (одновременное осуществление артикуляционных движений, относящихся к разным артикуляционным жестам) называется **коартикуляцией**.

§ 10. В механизме речевосприятия целевой артикуляции соответствует "*слуховой образ*" (СО) – стандартное слуховое ощущение, которое возникает у человека при обнаружении им в звуковом сигнале некоторого набора перцептивно значимых физических характеристик. Слуховой образ – это перцептивный эталон, он ненаблюдаем и является эквивалентом определенного набора физических характеристик звукового сигнала.

⁷ Схематические изображения целевых артикуляций (*артикуляционные профили*) некоторых русских гласных и согласных приведены в Приложении А (рисунки А1 – А14).

⁸ Простейшая гипотеза, объясняющая этот факт, состоит в том, что этот переход является проявлением инерционности речевых органов, отражающейся в виде переходных участков между звуками. Однако в реальности имеет место не только запаздывание артикуляции (влияние предшествующего звука на последующий), но и упреждение (влияние последующего звука на предшествующий).

Звуковой сегмент, которому соответствует одна целевая артикуляция и один слуховой образ, называется **звукотипом** (или звуком языка⁹). Звукотип – не единица речи (в отличие от звука); он – единица языкового сознания носителя языка¹⁰. Звукотип – это то, что говорящий на данном языке оценивает как отдельную звуковую единицу, то, что он может произнести отдельно, изолированно от других единиц, то, что он "собирается произнести" в каждом конкретном случае. Так, в словах *нас* и *час* произносятся разные гласные ([a] в первом слове и [ʌ] во втором), однако большинство носителей русского языка этой разницы не замечает, для них эти разные звуки речи представляют собой один звукотип – [a]. Очевидно, что в словах *нас* и *час* любой говорящий по-русски намеревается произнести один и тот же гласный, а разные результаты объясняются действием моторной программы (коартикуляцией). Таким образом, звукотип формируется множеством звуков речи, близких друг другу в артикуляционном и перцептивном отношениях для носителей данного языка.

Число звукотипов в языке больше или равно числу фонем¹¹ и значительно меньше числа звуков речи. Каждой фонеме в сознании носителя языка соответствует один или несколько звукотипов. Например, можно считать, что разные звукотипы [и] и [ы] соответствуют в СРЛЯ одной фонеме (см. ниже § 126, 146). Тем самым, звукотип – более абстрактное понятие, чем звук речи, а фонема – более абстрактное, чем звукотип.

Итак, в процессе коммуникации информация изначально существует в образной форме. Затем она кодируется при помощи языковых знаков – слов (формируется языковое выражение). Задача фонетического компонента языка состоит в том, чтобы

- создать фонетическую (символьную) характеристику речевого сообщения (звуковую форму языкового выражения, состоящую из сегментов-фонем и просодических признаков, характеризующих группы сегментов) и
- преобразовать последовательность отдельных символьных единиц (фонем, из которых состоит оболочка каждого слова) в непрерывный звуковой сигнал, состоящий из звуков речи¹². Для этого каждой фонеме в механизме речепроизводства после действия фонологических правил ставится в соответствие определенная целевая артикуляция (а в механизме речевосприятия – слуховой образ). Различные целевые артикуляции приспособляются друг к другу при помощи моторной программы:



⁹ Термин "звук языка" является более распространенным, но менее удобным технически (в этом случае противопоставляются звуки речи и звуки языка); мы в дальнейшем вместо термина "звук речи" будем употреблять термин "звук", а вместо "звук языка" – "звукотип".

¹⁰ Конечно, язык в целом тоже является частью сознания. В данном случае речь идет о том, что звукотип – это такая языковая единица, существование которой рядовой носитель языка в состоянии осознать. Можно сказать, что фонема – это единица теоретического описания языка, а звукотип – единица языкового поведения человека: число фонем в языке определяется путем лингвистического анализа этого языка, а число звукотипов – языковым сознанием носителя языка.

¹¹ Таким образом, если число звукотипов больше числа фонем, то в языковой системе необходимо постулировать два уровня единиц – фонемы и звукотипы (такое понимание характерно, например, для представителей Московской фонологической школы, МФШ); если число звукотипов равно числу фонем, этот уровень только один (такое понимание характерно, например, для представителей Ленинградской фонологической школы, ЛФШ) – подробнее о фонологических теориях см. ниже § 128-148.

¹² Безусловно, фонетический компонент языка должен обеспечивать и обратное преобразование.

Звуковые преобразования осуществляются особым механизмом, включающим три относительно самостоятельные, но в то же время тесно взаимодействующие системы:

- *звуковую систему языка* (набор звуковых средств и правил формирования фонетической характеристики высказывания);
- *речепроизводящую систему* (совокупность речевых органов и артикуляционно-двигательных навыков);
- *речевоспринимающую систему* (совокупность слуховых органов и перцептивных навыков).

Литература

Кодзасов С.В., Кривнова О.Ф. Общая фонетика. М., 2001.

Маслов Ю.С. Введение в языкознание. М., 1997.

Соссюр, Ф. де. Курс общей лингвистики. Екатеринбург, 1999.

ЧАСТЬ I. СУБСТАНЦИОНАЛЬНАЯ ФОНЕТИКА

СЕГМЕНТНАЯ ФОНЕТИКА

АРТИКУЛЯЦИОННЫЙ АСПЕКТ ФОНЕТИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ

§ 11. Артикуляционная фонетика изучает анатоμο-физиологическую базу артикуляции (речевой аппарат) и механизм речеобразования. Процесс порождения речи – это сложный многоступенчатый процесс. В нем, в первую очередь, выделяются два принципиально различных рода деятельности:

1) построение лингвистической программы произнесения (изучением этой части речевой деятельности занимается фонология),

2) реализация этой программы в виде движений речевых органов, создающих акустический сигнал, который может быть воспринят слушающим – эта сторона речевой деятельности исследуется в артикуляционной фонетике. В данном блоке также выделяется несколько последовательных этапов:

- фаза *моторного программирования*, во время которой происходит отбор и координация действия тех мышц, которые будут участвовать в артикуляции;
- *нейромышечная* фаза – передача импульсов к мышечным волокнам и сокращение мышц;
- *органическая* фаза – движение речевых органов, которое обеспечивается сокращением мышц;
- *аэродинамическая* фаза – сжатие и выталкивание воздуха, возникновение воздушных импульсов, завихрений вследствие этих движений;
- *акустическая* фаза: аэродинамические процессы вызывают колебания воздушного давления (звуковые волны), которые распространяются от говорящего к слушающему.

Аэродинамическая и акустическая фазы речи рассматриваются обычно в акустической фонетике.

Устройство речевого аппарата

§ 12. Человеческие органы, используемые для образования звуков, называются произносительными органами и составляют *речевой* (или *произносительный*) *аппарат* человека (см. рис. 1, 2).

Рисунок 1. Базовые компоненты речеобразующего механизма (КОК 2.1).

С точки зрения участия в звукообразовании их можно разделить на 3 группы:

- дыхательный аппарат, при помощи которого создается воздушный поток, необходимый для образования речевых звуков (*инициация*);
- гортань, в которой может происходить преобразование воздушного потока (*фонация*);
- надгортанные полости (полости глотки, рта и носа), в которых осуществляется *артикуляция*.

Пространство, в котором может осуществляться артикуляция (от голосовых связок до губ), называется **речевым трактом**.

Дыхательный аппарат расположен в грудной клетке, которая образуется двенадцатью парами ребер и отделяется от брюшной полости диафрагмой. Он состоит из легких, бронхов и трахеи. Легкие – это совокупность заполненных воздухом мельчайших пузырьков, каждый из которых является завершением бронхиальных ответвлений. Эти ответвления соединяются во все более крупные ветви и в результате объединяются в ствол – трахею (дыхательное горло). Трахея представляет собой трубку, образованную полукольцевидными хрящами и завершающуюся гортанью.

Механизм дыхания состоит в чередовании вдоха и выдоха. При вдохе объем грудной клетки увеличивается за счет того, что поднимаются концы ребер и опускается средняя часть

диафрагмы – происходит всасывание воздуха. При выдохе соответствующие мышцы расслабляются, объем грудной клетки уменьшается, легкие сжимаются и часть заключенного в них воздуха вытесняется через бронхи в трахею.

Дыхание разделяется на физиологическое и речевое. При физиологическом, обычном, дыхании вдох равен выдоху, а при речевом вдох немного ускоряется, а выдох существенно удлиняется (при этом объем выдыхаемого воздуха может быть увеличен в три раза по сравнению с физиологическим дыханием). При речевом дыхании, в отличие от физиологического, выдох осуществляется через рот.

В конце трахеи находится гортань, прикрываемая сверху надгортанником (эпиглоттисом). Над гортанью расположена полость глотки (фаринкс), переходящая в носовую и ротовую полости, разделенные небом. Проход воздуха в носовую полость регулируется увулой (маленьким язычком – частью небной занавески); если она поднята, то проход в носовую полость закрыт, если опущена – открыт.

Рисунок 2. Сагиттальный разрез головы (6а)

В ротовой полости находятся основные *органы артикуляции*: губы, зубы, альвеолы, твердое и мягкое небо, увула и язык. Небо подразделяется обычно на три зоны – переднюю, среднюю и заднюю. Язык имеет нижнюю поверхность, кончик (латинское название – *арех*), верхнюю поверхность (*спинку*), а также корень. Верхняя поверхность языка подразделяется на переднюю (*lamina*), среднюю и заднюю (*dorsum*) части – см. рис.3.

Рисунок 3. Артикуляционные зоны языка (КОК 2.8)

Артикулирующие органы делятся на подвижные (губы, язык, увула) и неподвижные (зубы, альвеолы, небо).

Звук речи. Гласные и согласные

§ 13. Основным объектом изучения в артикуляционной фонетике является звук речи. **Звук речи** – это минимальная единица звуковой цепи, являющаяся результатом определенной артикуляционной деятельности и обладающая специфическими акустическими и перцептивными свойствами. Звук речи – это конкретный звук, произнесенный в конкретной ситуации, материальная единица (в отличие от звукотипа и фонемы)¹³.

Звук речи, произнесенный изолированно, можно представить как последовательность трех фаз или состояний речевого тракта:

- экскурсия – переход речевых органов из состояния покоя в состояние, необходимое для производства данного звука);
- выдержка – пребывание в этом состоянии;
- рекурсия – переход к нейтральному состоянию.

В реальной речи экскурсия и даже выдержка одного звука может накладываться на рекурсию и выдержку другого.

Все звуки делятся на два класса – **гласные и согласные**. Ниже перечислены их основные отличия:

- 1) *тип источника звука*: у согласных имеется шумовой источник (шумообразующая преграда, которая обычно находится в ротовой полости), а у гласных есть только голосовой источник, локализованный в гортани;
- 2) *локализация мускульного напряжения* при образовании звука: при произношении согласных звуков, в отличие от гласных, место артикуляции всегда четко определено;

¹³ Однако членение высказывания на звуки речи связано, главным образом, не с артикуляционными, акустическими или перцептивными свойствами самих звуков, а с их соотношением с фонемами (элементами символического кода).

- 3) *роль в образовании слога*: гласные обычно образуют вершину слога, а согласные – слоговую периферию (при определенных условиях в различных языках встречаются как неслоговые гласные, так и слоговые согласные¹⁴, но в сочетании согласного с гласным вершину всегда образует гласный).

Основные компоненты речеобразования

§ 14. С точки зрения физиологии и аэродинамики в процессе речеобразования выделяется три основных функциональных компонента:

- **инициация** – создание воздушного потока в речевом тракте;
- **фонация** – модуляция потока воздуха при его прохождении через гортань;
- **артикуляция** – придание речевому тракту определенной конфигурации.

Эти компоненты соответствуют трем основным частям произносительного аппарата (дыхательный аппарат, гортань, надгортанные полости). Инициация и артикуляция – необходимые условия образования всех звуков, фонация же отсутствует при произнесении глухих звуков. Все компоненты речеобразования подразделяются на несколько типов.

Инициация

§ 15. Инициация – это создание в речевом тракте воздушного потока в результате движения одного из речевых органов, вызывающего увеличение или уменьшение давления в одном из участков речевого тракта.

Типы инициации подразделяются в зависимости от направления потока воздуха и органа, осуществляющего инициацию. Поток воздуха, направленный наружу, называется эгрессивным, а соответствующий тип инициации – выдавливанием; поток воздуха, направленный внутрь речевого тракта, называется ингрессивным, а соответствующий тип инициации – всасыванием.

В зависимости от органа, осуществляющего инициацию, выделяются легочный, глоттальный и велярный типы инициации. Самым обычным типом инициации является легочное выдавливание, говорение на выдохе; иногда некоторые фразы (чаще междометия) произносятся на вдохе – это легочное всасывание.

Артикуляция

§ 16. Как уже говорилось выше (см. § 11), в процессе артикуляции принято выделять три этапа:

- 1) построение моторной программы произнесения, задающей наиболее удобную последовательность сокращения мышц и движения речевых органов,
- 2) сокращение мышц,
- 3) движение органов речи, приводящее речевой тракт в состояние, необходимое для произнесения данного звука.

Термин "артикуляция" в широком смысле относится ко всем этапам, в узком – только к последнему. В этом понимании **артикуляция** – согласованное движение (положение) органов речи, придающее речевому тракту конфигурацию, необходимую для производства того или иного звука. Хотя артикуляция может быть осуществлена на всем протяжении речевого тракта от гортани до губ, но обычно она осуществляется в ротовой полости – например, в русском языке все звуки артикулируются именно там¹⁵.

Речевой тракт можно схематически представить в виде трубы, имеющей три пространственных измерения:

- *продольное* (горизонтальное), связанное с локализацией артикуляции в определенном месте речевого тракта (место артикуляции),
- *вертикальное* (оно связано с характером преграды – способом артикуляции),
- *поперечное* (связано с местом прохода воздушного потока – по центру или по бокам, это тоже разновидности способа артикуляции).

¹⁴ Подробнее об этом см. в разделе *Слог*.

¹⁵ В других языках встречаются также увулярные; фарингальные (pharynx – глотка); эпиглоттальные (epiglottis – надгортанник) и ларингальные (larynx – гортань) согласные.

Место артикуляции

§ 17. Место артикуляции – это локализация преграды (или сужения) в речевом тракте. Место артикуляции согласных¹⁶ принято описывать по **активному** и **пассивному** артикулирующим органам. Активным называется тот орган, который сам осуществляет движение при артикуляции данного звука, а пассивным – тот орган, по направлению к которому это движение производится. При описании места артикуляции согласного сначала указывается активный орган, а затем – пассивный.

В русском языке в качестве активных артикулирующих органов могут выступать

- нижняя губа (первая часть названия таких согласных – *губно-*) и
- разные части языка (первая часть их названия – *переднеязычные, среднеязычные, заднеязычные*).

Пассивными артикулирующими органами в русском языке могут быть

- верхняя губа¹⁷ (вторая часть их названия – *губные*),
- верхние зубы (*зубные*);
- альвеолы и передняя часть неба (*переднеязычные*);
- средняя часть неба (*среднеязычные*);
- задняя часть неба (*заднеязычные*).

Наибольшее разнообразие артикуляций в русском языке, как и во всех других языках, сосредоточено в дентально-альвеолярной зоне.

Каждый активный действующий орган в силу физиологических причин может приближаться лишь к ограниченному числу пассивных органов артикуляции (так, очевидно, что нижняя губа может достать до верхней губы или до зубов, но не может дотянуться до задней части неба). Сочетаемость активных и пассивных артикулирующих органов в русском языке приведена в таблице 3., а артикуляционные зоны неба – на рис.4.

Таблица 3. Сочетаемость активных и пассивных артикулирующих органов в русском языке (в скобках приведены термины, основанные на латинских названиях места артикуляции согласных)

активный орган	пассивный орган	пример
губно-	губной (билабиальный)	[п], [б], [м]
	зубной (лабио-дентальный)	[в], [ф]
переднеязычный-	зубной (дентальный)	[т], [с], [н], [л], [ц]
	переднеязычный (альвеолярный)	[ш], [ч], [р]
среднеязычный-	среднеязычный (палатальный)	[й]
заднеязычный-	среднеязычный	[к'], [г'], [х']
	заднеязычный (велярный)	[к], [г], [х]

Согласные одного места образования называются *гоморганными*.

Рисунок 4. Артикуляционные зоны неба (КОК 2.10)

Типы согласных по положению кончика языка

§ 18. В зависимости от того, какая часть языка принимает участие в артикуляции переднеязычных¹⁸ согласных, в фонетике принято разграничивать апикальные, ламинальные и ретрофлексные согласные.

¹⁶ У гласных не принято выделять место образования, так как при их произнесении локализация мускульного напряжения отсутствует.

¹⁷ В действительности, при произношении губно-губных согласных верхняя губа тоже слегка смещается из нейтрального положения, однако ее движение значительно менее существенно, чем смещение нижней губы.

¹⁸ Переднеязычные согласные иногда называются корональными (от английского coronal).

Апикальные согласные артикулируются кончиком языка (например, русский [p]), ламинальные – передней частью спинки языка (например, русский [c]), а ретрофлексные – нижней поверхностью языка (в русском языке такие согласные отсутствуют).

Ламинальные согласные могут артикулироваться либо всей передней частью языка (включая его кончик), либо передней частью языка при опущенном кончике (эта разновидность ламинальной артикуляции называется дорсальной). Русские зубные согласные [c], [з] являются дорсальными, а согласные [т], [д], [н], [л] обычно артикулируются всей передней поверхностью языка – при их произношении к зубам прижимаются и кончик, и передняя часть его спинки.

Среди апикальных артикуляций в русской фонетической традиции принято выделять какуминальные согласные, при артикуляции которых кончик и/или вся передняя часть языка приподнимается вверх (например, [ш] и [ж]).

Способ артикуляции

§ 19. Способ артикуляции сегмента зависит от степени сужения в речевом тракте, которая может варьировать от максимальной – полной смычки (например, при артикуляции [п], [к], [т]) – до минимальной (например, при произнесении [а]). От степени сужения в речевом тракте зависит наличие или отсутствие шума, а при его наличии – характер этого шума. Основные типы артикуляций перечислены ниже:

1. **Гласные** звуки образуются при отсутствии существенного сужения в речевом тракте и, соответственно, при полном отсутствии шума.

2. При артикуляции **аппроксимантов**¹⁹ формируется настолько незначительное сужение, что шум образуется только при отсутствии голоса. Примером таких звуков могут служить английские [j], [r], [w], русский неслоговой [и]²⁰ (например, в слове *дай*).

3. **Фрикативные** (или щелевые) согласные образуются при наличии существенного сужения (щели) в речевом тракте, вызывающего турбулентный (вихревой) поток воздуха и фрикативный шум. В зависимости от формы щели различают круглощелевые (например, [c], [з]) и плоскощелевые (например, [ш], [ф], [х], [j]) фрикативные согласные.

4. Необходимым условием артикуляции **смычных** согласных является полное смыкание в речевом тракте и запираение воздушного потока. Смычные согласные – в зависимости от того, как преодолевается смычка – подразделяются на:

- взрывные (например, [п], [т], [г]) – при их артикуляции в речевом тракте за смычкой создается избыточное давление воздуха, которое приводит к резкому размыканию смычки (взрыву);
- аффрикаты, при артикуляции которых смычка переходит в щель (например, [ц] и [ч]);
- носовые, при произношении которых имеется смычка в ротовой полости, но увула опущена и доступ в носовую полость открыт²¹ (например, [м], [н]);
- дрожащие или вибранты, для которых характерно чередование очень кратких смычек и сужений разного типа (например, [р])²²;

Взрывные и носовые согласные, произнесенные без взрыва (т.е. вообще без размыкания речевых органов, образующих смычку) называются имплозивными – так произносится, например, первый [т] в слове *оттолкнуть*.

¹⁹ Другое их название – полугласные или глайды.

²⁰ Русский [и], который произносится в положении перед ударным гласным, не является аппроксимантом, так как при его артикуляции обычно возникает шум, таким образом, это фрикативный согласный.

²¹ Носовые согласные не являются смычными согласными в полном смысле этого слова: при их произнесении не происходит запираения воздушного потока. Эти согласные иногда называются смычно-проходными.

²² Количество смычек (ударов) у дрожащего согласного может колебаться от одной до трех-четырех. Одноударные дрожащие иначе называются флар (флэп, "хлопок"). В русском языке такими согласными являются [р'] (во всех позициях) и [р] в начале слова и между гласными. В соседстве с согласным и перед паузой русский [р] иногда бывает двух- или даже трехударным.

5. Поперечное измерение речевого тракта позволяет отличать боковые (латеральные) согласные от срединных. В русском языке при произнесении боковых согласных [л] и [л'] кончик или передняя часть спинки языка образует смычку с зубами или альвеолами, а боковые края языка опускаются, формируя сужение аппроксимантного типа. Боковые [л] и [л'] – это разновидность аппроксимантов (при их артикуляции фрикативного шума обычно не возникает, поэтому они не могут считаться щелевыми).

Сонорные согласные

§ 20. Для описания некоторых фонетических явлений выделяют **сонорные** согласные (сонанты). В русском языке – это звуки [л], [л'], [р], [р'], [м], [м'], [н], [н'], [j], [и] (остальные согласные называются шумными).

Сонорные отличаются от шумных согласных не только по артикуляционным, но и по акустическим и фонологическим признакам (см. об этом ниже § 65, 157).

С артикуляционной точки зрения сонорные согласные занимают промежуточное положение между гласными и шумными согласными. Это проявляется в том, что:

- при артикуляции носовых согласных в речевом тракте создается преграда для прохождения воздуха и одновременно условия, которые предотвращают возникновение шума: открывается проход в носовую полость;
- при артикуляции латеральных опускаются боковые края языка и создаются проходы, по которым воздух обходит преграду, созданную в центральной части речевого тракта;
- при артикуляции дрожащих преграда образуется на столь короткое время, что ее нарушение не вызывает образования шума;
- особый тип сонорных согласных образуется при создании в речевом тракте сужения аппроксимантного типа – например, [и] (такое же сужение создается в латеральной области при произнесении [л], [л']²³).

Согласные [р], [р'], [л], [л'] объединяются термином "плавные" (liquids).

Дополнительная артикуляция

§ 21. Одновременно с основной артикуляцией звука может осуществляться дополнительная артикуляция. В русском языке дополнительные артикуляции свойственны преимущественно согласным звукам²⁴. Дополнительная консонантная артикуляция отличается от основной степенью сужения в речевом тракте. В месте дополнительной артикуляции сужение меньше, чем в месте основной (обычно оно бывает таким же, как при артикуляции аппроксимантов или гласных). В русском языке представлены три типа дополнительных артикуляций:

- **лабиализация** – округление губ (этот тип артикуляции характеризует согласные в позиции перед гласными [у] и [о]);
- **палатализация** – смещение тела языка вперед и вверх в направлении твердого неба;
- **веляризация** – смещение тела языка назад и вверх в направлении мягкого неба (см. рис. 47,48 в Приложении А).

В русском языке дополнительная артикуляция характеризует большинство согласных звуков. Все мягкие согласные, кроме [j] и [и], являются палатализованными, а все твердые, кроме велярных [к], [г], [х], – веляризованными. Согласный [j] не может быть палатализованным, так как место его основной артикуляции совпадает с местом дополнительной артикуляции палатализации, а согласные [к], [г], [х] не могут быть веляризованными, поскольку место их основной артикуляции совпадает с местом

²³ Согласный [j] в русском языке относится к группе сонорных согласных только по фонологическим признакам, а по своим артикуляционно-акустическим свойствам является шумным.

²⁴ Дополнительные артикуляции могут быть и у гласных звуков; это, например, 1) назализация (добавление носового резонатора), 2) фарингализация (сужение глотки), 3) глоттализация (резкий обрыв или перерыв в артикуляции гласного за счет смыкания голосовых связок).

дополнительной артикуляции веляризации. Таким образом, с артикуляционной точки зрения не существует непарных по твердости/мягкости согласных²⁵ (кроме [j] и [и]).

Непалатализованные и невеляризованные согласные возможны в русском языке в консонантных сочетаниях в положении перед мягким согласным (*снег, змейка* и т.п.). Такие согласные, а также согласные с незначительной степенью палатализации, называются полумягкими.

Термины "твердый" и "мягкий" согласный не вполне идентичны артикуляционным терминам "веляризованный" и "палатализованный" – так, невеляризованные [к], [г], [х] в СРЛЯ являются, тем не менее, твердыми согласными, а непалатализованный [j] – мягким.

Степень палатализации и веляризации может быть различной как в разных языках, так и в одном языке. Например, палатализация у зубных согласных в русском языке выражена ярче, чем у губных, а наибольшей степенью веляризации характеризуются русские [л], [ш], и [ж].

Наличие дополнительной артикуляции (особенно в месте, близком к основной) может приводить к изменению места и способа основной артикуляции. При образовании мягких [т'], [д'], [н'] и особенно [л'] артикуляционный фокус смещается назад по сравнению с соответствующими твердыми (так что [л'] в произношении большинства носителей СРЛЯ является, строго говоря, не зубным, а альвеолярным); при артикуляции [с'], [з'], наоборот, артикуляционный фокус смещается вперед по сравнению с соответствующими твердыми. Наиболее значительно изменяется место образования у палатализованных [к'], [г'], [х']: в отличие от заднеязычных [к], [г], [х], они являются среднеязычными, оставаясь при этом заднеязычными.

Изменение способа образования при палатализации наиболее ярко проявляется у зубных согласных: мягкие [д'], [т'] так сильно аффрицируются (приобретают фриктивную фазу), что с артикуляционной точки зрения становятся аффрикатами [д³'], [т^с'].

В транскрипции дополнительные артикуляции обычно обозначаются диакритическими знаками (мягкость [j] не обозначается, так как он никогда не бывает и не может быть твердым физиологически). В русской фонетической традиции веляризация согласных по традиции не обозначается²⁶. Полумягкость согласного может быть обозначена точкой справа сверху у соответствующего символа: [с'н'е к].

Дополнительные артикуляции чаще всего возникают в истории языка из явлений коартикуляции.

Фонация

§ 22. Фонация – это модуляция воздушного потока в гортани. В отличие от инициации и артикуляции, она не является обязательным компонентом звука; фонация имеется только у звонких звуков (у всех гласных, а также сонорных и звонких шумных согласных).

Устройство гортани

§ 23. Гортань – сложное устройство, находящееся между трахеей и глоткой и состоящее из хрящей, мышц и соединительной ткани. Сверху гортань может быть прикрыта надгортанником (эпиглоттисом). Поперечный разрез и вертикальное сечение гортани представлены на рис. 5.

Рисунок 5. Поперечный разрез и вертикальное сечение гортани (1 или 4.34 и 4.32).

Основанием гортани является *перстневидный хрящ*, он расположен на верхнем кольце трахеи и имеет форму перстня с утолщением (печаткой) в задней части. Спереди и выше

²⁵ Парными или непарными по твердости/мягкости или глухости/звонкости могут быть фонемы. В дальнейшем мы будем употреблять этот термин только по отношению к фонемам.

²⁶ В международной фонетической транскрипции (IPA) палатализация обозначается диакритическим знаком [j], веляризация – диакритическим [ɣ]: [pʲiʲ] (*пил*).

перстневидного хряща находится *щитовидный хрящ*, состоящий из двух четырехугольных пластинок, которые соединяются под углом в передней части ("адамово яблоко" или кадык). На верхней части печатки перстневидного хряща имеются два *черпаловидных* (пирамидальных) *хряща*, которые могут двигаться вперед-назад, вправо-влево и вокруг своей оси. Черпаловидные хрящи имеют по два отростка – мышечному и голосовому.

В гортани находятся также две пары складок, расположенных друг над другом. Верхняя пара называется ложными голосовыми связками, а нижняя – истинными. *Истинные голосовые связки* представляют собой два занавеса из связочно-волокнуто-слизистой ткани. Передний конец каждой связки прикреплен к внутреннему углу щитовидного хряща, а задний – к голосовому отростку одного из черпаловидных хрящей. Боковые (нижние) края связок крепятся к ободу перстневидного хряща, и только центральные (верхние) их края ни к чему не прикреплены. За счет действия голосовых мускулов голосовые связки могут удлиняться или укорачиваться, кроме того, возможны разные степени их натяжения (напряжения).

Пространство между центральными краями голосовых связок (и частично между черпаловидными хрящами) называется *голосовой щелью* (глоттисом). Голосовая щель подразделяется на межсвязочную и межхрящевую.

§ 24. За счет движения черпаловидных хрящей по горизонтальной оси может меняться конфигурация голосового прохода:

- если голосовые отростки черпаловидных хрящей сведены, но не сомкнуты, то сведены и центральные края связок (это нейтральное состояние, которое гортань принимает перед началом речи);
- если голосовые отростки черпаловидных хрящей сомкнуты, то сомкнуты и края связок,
- если голосовые отростки черпаловидных хрящей разведены, то разведены и связки.

Кроме крайних степеней смыкания/разведения возможны и промежуточные; возможно также положение, когда голосовые отростки сомкнуты, а мышечные разведены – связки сведены, но открыт "шепотный треугольник" (см. рис. 5).

Рисунок 6. Основные конфигурации глоттиса (2+14 или КОК 2.7).

Степень напряженности связок может меняться а) за счет сокращения голосовых мышц внутри связок, б) за счет сближения щитовидного и перстневидного хрящей.

Гортань может смещаться вверх/вниз, а также сжиматься и разжиматься.

Механизм образования голоса

§ 25. При физиологическом дыхании и при образовании глухих звуков голосовые связки разведены.

Когда голосовые связки сближены (но не сомкнуты), а через голосовую щель проходит воздух, в гортани создается отрицательное давление (то есть давление меньшее, чем атмосферное) и возникает всасывающий эффект (эффект Бернулли, см. рис. 7) – в результате связки смыкаются. Если голосовые связки сомкнуты, а воздух из легких продолжает поступать, давление под связками быстро увеличивается, что приводит к размыканию связок, за которым опять следует смыкание и размыкание и так далее – до 500 раз в секунду (см. рис. 8). Такая модуляция воздушного потока и есть голос.

Рисунок 7. Схематическое изображение воздушного потока через сужение. В более узкой части скорость потока выше, а давление на внутренние стенки меньше (4.42).

Рисунок 8. Последовательные стадии колебательного цикла голосовых связок (4.41 или КОК 2.5)

Любая консонантная артикуляция может сопровождаться нейтральной фонацией (голосом), поэтому с артикуляционной точки зрения не существует непарных по глухости/звонкости согласных.

Наличие или отсутствие голоса зависит от трех параметров, которые человек может контролировать: 1) скорость потока воздуха через глоттис (чем она выше, тем сильнее всасывающий эффект); 2) ширина голосовой щели (колебания можно прекратить путем смыкания связок или их разведения из положения речевой позы, правда, колебания возможны и при существенном разведении связок в зависимости от 3) напряженности краев голосовых связок (чем они мягче, тем легче вызвать колебания связок).

Разные конфигурации глоттиса создают разные модуляции потока воздуха (фонации):

- нейтральное положение связок дает нейтральный голос,
- незначительное разведение черпаловидных хрящей по сравнению с нейтральным и ослабление напряженности связок – "мягкий" (или расслабленный) голос;
- при дальнейшем разведении ширина глоттиса превышает предел, при котором действует эффект Бернулли, и колеблются только передние (дальние от хрящей) части связок, причем продувание воздуха через задние их части придает голосу шумовую составляющую – это "придыхательный" голос;
- если связки разведены еще дальше, возникает глухое придыхание ([h]);
- напряжение связок дает "жесткий" (или напряженный) голос, а сближение черпаловидных хрящей – "скрипучий", в этом случае тоже колеблются только передние части связок, но при очень значительном дыхательном усилии.

Другие типы голосовой щели – шепот и гортанная смычка (glottal stop). При шепоте голосовые связки ближе друг к другу, чем при дыхании и при произношении глухих, но дальше, чем при произношении звонких звуков; иногда при шепоте межсвязочная щель может быть полностью закрыта, в этом случае шум возникает при прохождении воздушной струи через межхрящевую щель (шепотной треугольник).

Гортанная смычка (в транскрипции она обозначается знаком [ʔ]) образуется путем смыкания голосовых связок с последующим их размыканием. Гортанная смычка – разновидность консонантной артикуляции, а не фонации²⁷. В русском языке гортанная смычка встречается, например, в начале слова перед ударным гласным (если предшествующее слово заканчивается гласным, особенно если тем же, с которого начинается второе слово): *У нас была [ʔ]Аня*. Другой пример: *рассавить точки над і* (произносится [натʔи], а не [нады]).

Фонационные различия могут распространяться на звуки, слоги, слова, синтагмы. Для согласных функциональную значимость имеет распределение конфигураций глоттиса во времени относительно артикуляции согласного:

- 1) если колебания голосовых связок сопровождают всю (или почти всю) артикуляцию согласного, образуются (полно)звонкие согласные (например, русские [б], [д], [ж], [в]);
- 2) если колебания голосовых связок сопровождают только часть (обычно – около половины) артикуляции согласного – полувзвонкие (например, английские и немецкие [b], [d], [v]);
- 3) если колебания голосовых связок отсутствуют на всем протяжении согласного – глухие (например, русские [п], [т], [к], [с]);
- 4) если связки начинают колебаться через значительный промежуток времени (30-100 мс.) после окончания консонантной артикуляции – придыхательные (например, английские и немецкие [p^h], [t^h], [k^h] перед ударным гласным)²⁸.

Артикуляционная классификация звуков русского языка

§ 26. Фонетические классификации подразделяются на:

- универсальные классификации, основанные на звуковом универсуме²⁹;
- классификации звуков конкретных языков.

Классификация звуковых единиц необходима для того, чтобы отличать их друг от друга, а также для того, чтобы иметь возможность объединять звуковые единицы в группы, характеризующиеся одинаковым поведением в фонетической системе. Такие группы называются естественными классами. Степень естественности того или иного класса обычно обратно пропорциональна числу классификационных

²⁷ При образовании голоса (фонации) тоже происходит смыкание и размыкание голосовых связок, но это автоматический (автоколебательный) процесс, повторяющийся до 500 раз в секунду. При артикуляции гортанной смычки голосовые связки смыкаются лишь один раз и на гораздо более длительный период времени.

²⁸ Интервал между окончанием консонантной артикуляции и моментом начала колебания голосовых связок называется VOT (voice onset time).

²⁹ В них могут быть представлены либо все теоретически возможные звуки (такова классификация Л.В.Щербы, см. Приложение Д, рис. Д7, Д8), либо вся совокупность звукотипов, которые обнаружены в различных языках и хотя бы в одном из языков входят в смысловозначительную оппозицию (такова классификация Международной фонетической ассоциации – International Phonetic Alphabet, IPA – см. Приложение Д, рис. Д1-Д6).

признаков, необходимых для задания данного класса (чем меньше нужно для этого признаков, тем более естественным является класс сегментов). Такими классами являются, например, глухие согласные и гласные верхнего подъема.

Согласные

§ 27. В русском языке для классификации согласных обычно используют четыре признака:

- место образования (основная артикуляция);
- способ образования (основная артикуляция);
- твердость/мягкость (дополнительная артикуляция);
- глухость/звонкость (фонация).

Два последних признака являются парными (бинарными): любой русский согласный с артикуляционной точки зрения может быть (и бывает в определенных условиях) как глухим, так и звонким, как твердым, так и мягким (за исключением мягкого [j], который не может быть твердым), а два первых – многомерными (например, по способу образования согласные подразделяются на смычные, щелевые и аппроксиманты).

Ниже приведена классификационная таблица согласных русского языка.

Таблица 4. Классификационная таблица согласных русского языка.

способ место артикуляци и	аппрок- симанты		щелевые	смычные			
	боковые	среди ные		взрывные	аффрикаты	носовые	дрожящие
губно-губные		(ʏ)		б б' п п'		м м'	
губно-зубные			в в' ф ф'			()	
переднеязычные зубные	л л'		з з' с с'	д д' т т'		н н'	
переднеязычные переднеязычные			ж ж' ш ш'		(ч) ч'		р р'
среднеязычные среднеязычные		(и)		j			
заднеязычные среднеязычные			(γ) х'	г' к'			
заднеязычные заднеязычные			(γ) х	г к		(ŋ)	

Слева – твердые, справа – мягкие; сверху – звонкие, снизу – глухие согласные.

В таблице представлены все согласные звукотипы русского языка, а также некоторые согласные, не являющиеся звукотипами (они заключены в круглые скобки)³⁰.

Ниже приведены примеры для согласных, не являющихся звукотипами (их изолированное произнесение может вызывать затруднения у носителей языка).

Согласный [] может произноситься, например, в слове *амфора* ([а фъръ]), [ɲ] – в слове *функция* ([фúнкцъ]); [ǔ] – в слове *травмпункт* ([траўмпúнкт]); [и] – в слове *май* ([маи]), [ɣ] – в сочетании *их дом* [иҮ дом]. О гортанном смычном согласном [ʔ] см. выше § 25.

Чтобы не перегружать таблицу, в нее не включены глухие сонорные согласные (они обозначаются диакритическим знаком ˘ под соответствующей буквой: [жар] – *жар*, [пыд˘] – *пыль*³¹), а также звонкие аффрикаты – зубная [д з] (*оте*[д з] *друга*) и переднеязычная – [д ж'] (*до*[д ж'] *друга*). Возможны в русском языке и твердый [ч] (например, [лúчшъ] – *лучше*), и мягкий [ц'] (например, [ац'с'ёл] – *отсел*).

Гласные

§ 28. Гласные – это класс звуков, выделяемых на основании следующих свойств:

- наличие голосового и отсутствие шумового источника;
- отсутствие преграды и локализации мускульного напряжения в речевом тракте;
- слогаобразующая функция.

Гласные обычно классифицируют по размеру и форме надгортанных полостей, которые зависят, в первую очередь, от положения языка и губ. При этом используются следующие параметры:

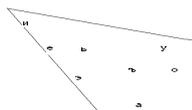
1. Вертикальное положение языка или **подъем** (минимальное расстояние между верхней точкой языка и небом). Объективно могут быть выделены только крайние значения подъема: верхний (максимальная степень подъема языка, при которой не образуется шума) и нижний, а между ними может находиться практически любое число промежуточных положений, выделение которых зависит от задач описания (средний, верхне-средний и средне-нижний подъем). Гласные верхнего подъема называются закрытыми, а нижнего – открытыми. По подъему различаются, например, русские гласные [о] (среднего подъема) и [у] (верхнего).

2. Горизонтальное положение языка или **ряд** (степень смещения языка вперед/назад из нейтрального положения). Здесь обычно выделяются три ступени – передний, средний (смешанный) и задний ряд, а в случае необходимости можно выделить также промежуточные передне-средний (например, для русского [ь]) и средне-задний ряды. По ряду различаются, например, русские гласные [и] и [ы]. По положению языка во рту гласные образуют своеобразный треугольник или трапециод (так как различия по ряду у закрытых гласных существеннее, чем у открытых, а различия по подъему ярче выражены у передних гласных в силу того, что артикуляционное пространство гласных больше в передней части ротовой полости, чем в задней, и в верхней – больше, чем в нижней; тем самым оно представляет собой не треугольник, а трапециод (см. рис.9).

Рисунок 9. Трапециод гласных русского языка.

³⁰ В таблице представлены, в основном, только твердые варианты этих согласных, но возможны и соответствующие мягкие.

³¹ Глухой [j] иногда обозначается знаком [ç].



3. Наличие/отсутствие **лабиализации** – округления и выдвижения губ вперед. Гласные могут быть либо нелабиализованными, либо лабиализованными (чаще лабиализованными бывают гласные заднего ряда, при этом степень лабиализации прямо пропорциональна степени закрытости гласного – она бывает максимальной у гласных верхнего подъема). Только по этому признаку различаются, например, гласные [и] и [й̥].

В русском языке для классификации гласных достаточно этих трех признаков, однако для описания гласных могут использоваться и другие их характеристики:

4. **Длительность**. По этому признаку различаются, например, английские и немецкие гласные [i] и [i:] (*bit-beat, bitten-bieten*). В русском языке различие между долгими и краткими гласными не является самостоятельным: краткими (точнее, сверхкраткими) бывают только редуцированные [ь] и [ы], гласные же полного образования не являются ни долгими, ни краткими.

5. **Напряженность/ненапряженность**. Напряженные гласные характеризуются максимальной степенью смещения языка из нейтрального положения (положения речевой позы). В русском языке напряженными являются ударные гласные, а ненапряженными – безударные. Например, [и] в слове *пить* является более напряженным – в данном случае более верхним и более передним, – чем безударный [и] (например, в слове *питьё*). Редуцированные гласные, по сравнению с гласными полного образования, наоборот, характеризуются смещением языка по направлению к нейтральному положению, например, [ь] в слове *ледокол* [л'ьдако́л].

6. **Однородность/неоднородность**. Гласные могут быть однородными по качеству на всем своем протяжении (**монофтонги**) и неоднородными (дифтонги и дифтонгоиды). **Дифтонгом** называется неоднородный гласный, две более или менее равные части которого составляют один слог (например, английские [ou] и [ai] в словах *go, time*). **Дифтонгоид** отличается от дифтонга тем, что одна из его частей значительно короче другой. В русском языке нет дифтонгов, а дифтонгоидами являются например, гласный [o], который фактически произносится как [ʊo], а также все гласные, кроме [и], в соседстве с мягкими согласными – например, [á] в слове *пяты́й*). Неоднородный гласный, состоящий более чем из двух частей, называется **полифтонгом** – таков, например, гласный [ʲaʲ] в слове *пяты́й* или [ʲoʲ] в слове *поле*.

§ 29. В традиционной фонетике русского языка классификация гласных задается в виде таблицы, основанной на трех признаках – это ряд, подъем и лабиализация (см. Таблицу 5).

Таблица 5. Классификационная таблица гласных русского языка (полужирным курсивом выделены лабиализованные гласные):

ряд \ подъем	передний	передне-средний	средний	средне-задний	задний
верхний	и (й̥)		ы		у
верхне-средний	е	(ь)			

средний	(э)		(ъ)		о
средне- нижний	(ä)				
нижний			а		

В таблице представлены все гласные звукотипы русского языка, а также некоторые гласные, не являющиеся звукотипами (они заключены в круглые скобки).

Ниже приведены примеры для некоторых гласных, не являющихся звукотипами (их изолированное произнесение обычно вызывает затруднения у носителей языка): гласный [ъ] произносится, например, в первом слоге слова *голова* [гълава́], [ь] – в первом слоге слова *ледокол* [л'ьдако́л], [э] – в слове *жест*, [ä] – в конце слова *большая* [бал'ша́ä] [ÿ] – в конце слова *целую* [цыл'юÿ].

Комментарии к таблице.

1. Иногда русское [а] относят к заднему ряду, так как место наибольшего сужения находится при его произношении в задней части ротовой полости (точнее, в полости глотки).

2. Ненапряженные гласные (безударные [и], [у], [а]) занимают те же клеточки, что и соответствующие ударные (хотя и смещены по направлению к центру артикуляционного пространства).

3. В таблицу не включен гласный переднего ряда [ö], представленный, например, в фонетических системах немецкого и французского языков. Дело в том, что **русские ударные гласные** в положении между мягкими согласными (например, в словах *тюль*, *Лёня*, *пять*), которые иногда условно транскрибируются при помощи символов [ÿ], [ö] и [ä], **гласными переднего ряда не являются**. Эти гласные представляют собой полифтонги, в начальной и конечной части которых имеются [и]-образные переходные участки (вследствие приспособления их артикуляции к артикуляции соседних мягких согласных), в середине же произнесения эти гласные артикулируются в заднем ([у], [о]) или среднем ([а]) ряду. Это легко проверить, если протянуть эти гласные: в немецком и французском языке качество гласного не изменяется, на всем протяжении звучат передние гласные [ü, ö, ä]; в русском языке после краткого [и]-образного начала звучит непоследний гласный. Таким образом, в русской транскрипции знаки [ÿ], [ö] и [ä] часто не передают гласных переднего ряда, а являются графическими упрощениями обозначений типа [“а”]. Отметим, что эти гласные не являются и отдельными звукотипами: мы не можем произнести их отдельно, вне соседства с мягкими согласными. Впрочем, в современном русском литературном языке гласные [ÿ] [ä], которые являются гласными переднего ряда на всем протяжении своего звучания, все-таки встречаются, но не в позиции между мягкими согласными, а в положении после [j], реализованного нулем звука: [цыл'юÿ] вместо [цыл'юи у] (*целую*), (*первое*) [маä] вместо [маи а] (*мая*)

§ 30. Основными способами изучения артикуляции являются: самонаблюдение (интроспекция); (кино)рентген; статическая и динамическая палатография (получение картины контактов языка и неба, для чего используется специальная пластинка ("искусственное небо") с большим количеством электронных датчиков, надеваемая на небо говорящего); электромиография (измерение электрических потенциалов мышц); оптико-волоконная эндоскопия с помощью специального устройства, вводимого через носовую полость в область горла, дает возможность наблюдать работу голосовых связок; для получения комплексной картины артикуляции в настоящее время используется компьютерная томография. Подробнее о способах изучения артикуляции можно прочитать в книге С.В.Кодзасова и О.Ф.Кривновой "Общая фонетика".

Контекстные изменения фонетических единиц

§ 31. Изменения фонетических единиц, связанные с влиянием контекста, могут быть вызваны:

- действием языковых правил (в результате чего происходят ассимиляция и диссимиляция);
- действием моторной программы (в этом случае результатом являются аккомодация и коартикуляция)³².

Аккомодацией (коартикуляцией) называется одновременное осуществление артикуляционных движений, относящихся к разным артикуляционным жестам, что облегчает артикуляционный переход от одного звука к другому. Чаще всего **аккомодацией** называют взаимодействие сегментов разных классов (гласных и согласных) – например, [и]-образный сегмент в начале гласного в положении после мягкого согласного, назализация гласного в позиции рядом с носовым согласным, лабиализация согласного в положении перед лабиализованным гласным и т.п. Термин **коартикуляция** обычно употребляется в более широком смысле – то есть и по отношению к взаимодействию двух сегментов одного класса на уровне построения моторной программы высказывания (например, частичное озвончение глухих взрывных после гоморганных носовых – *контракт, амплитуда*).

В другой лингвистической традиции эти термины последовательно различаются по другому основанию: "В более узком смысле различают *собственно коартикуляцию* и *аккомодацию*. *Собственно коартикуляция* имеет место в тех случаях, когда положение или состояние некоторого речевого органа при реализации данного звукового жеста задается не им, а соседними звуками, не затрагивая при этом центральных, опорных параметров этого звука... *Собственно коартикуляцию* часто описывают как наложение дополнительного, "чужого" движения на целевую артикуляцию. Ярким примером коартикуляции в этом смысле является ситуация, когда на отрезке согласного (или даже последовательности согласных) осуществляется губная артикуляция последующего гласного, как, например, это происходит при произнесении русских слов [суп], [стул]... *Аккомодация* имеет место тогда, когда положение (состояние) некоторого речевого органа, основного с точки зрения производства данного звука, определяется одновременно не только этим звуком, но и его звуковыми соседями. Адаптационная природа аккомодации выражается в том, что участвующий в ней речевой орган, будучи элементом данной целевой артикуляции, занимает положение, точные параметры которого зависят от соседних звуков. Тем самым происходит сближение (уподобление) артикуляционных характеристик соседних звуковых жестов. Например, точное место образования преграды у язычных согласных зависит от положения языка, которое требуется для произнесения последующего гласного..."³³

Ассимиляция – это явление, состоящее в том, что один из сегментов полностью уподобляется другому по одному или всем признакам. Ассимиляция чаще всего осуществляется между сегментами одного класса (между гласными или между согласными). Выделяют три основания для классификации ассимиляций:

- **полная** ассимиляция осуществляется по всем признакам, которыми данные сегменты отличались до действия ассимиляции (например, *без шума* [б'ишш'ума]) // **неполная** – не по всем (например, *без кошки* [б'искóшк'и] – только по голосу);
- **контактная** ассимиляция вызывается соседним звуком, (например, *без чести* [б'иш'ч'эс'т'и]), а **дистантная** – звуком, не находящимся в непосредственном контакте с ассимилируемым звуком (например, *покупать* [п'ь'купáт']³⁴);
- **регрессивная** (антиципирующая) ассимиляция осуществляется от последующего сегмента к предшествующему (например, *покупать* [п'ь'купáт'], *без чести* [б'иш'ч'эс'т'и]), а **прогрессивная** (персервативная) – от предшествующего сегмента к последующему (например, *Ванька* [вáн'к'а] в русских диалектах, *fixed* [fikst] в английском языке). В русском литературном языке прогрессивная ассимиляция практически не встречается.

Таким образом, в случае *без чести* [б'иш'ч'эс'т'и] имеет место неполная контактная регрессивная ассимиляция.

³² Существует и другая точка зрения, согласно которой все комбинаторные изменения сегментов (аккомодация, ассимиляция и диссимиляция) объединяются термином "коартикуляция".

³³ Кодзасов С.В., Кривнова О.Ф. Общая фонетика. М., 2001.

³⁴ См. об этом: Пауфощима Р.Ф. Активные процессы в современном русском литературном языке (Ассимилятивные изменения безударных гласных) // Известия ОЛЯ АН СССР, Сер. литературы и языка, 1980, т. 39, N 1.

Диссимилиация – это явление, состоящее в том, что один из сегментов расподобляется с другим по одному или нескольким признакам, например, *легкий* [л'óх'к'ии] (контактная регрессивная диссимилиация по способу образования + ассимиляция по голосу и мягкости).

Коартикуляция – явление собственно фонетического, речевого уровня, она задается моторной программой высказывания и не ведет к образованию нового звукотипа, поэтому ее результаты плохо осознаются носителями языка (так, довольно трудно заметить, что в слове *амфора* произносится не губно-губной, а губно-зубной носовой согласный). Ассимиляция и диссимилиация – явления лингвистического, языкового уровня, они задаются правилами сочетаемости (дистрибуции) фонетических единиц в языке, ведут к чередованию звукотипов и легко осознаются носителями языка (любому носителю русского языка очевидно, что в слове *вход* первый согласный – глухой). В процессе порождения высказывания правила ассимиляции действуют **до** правил коартикуляции.

Поскольку правила ассимиляции и диссимилиации, как и другие языковые правила, легко осознаются носителями языка, их действие можно "отменить" – так любой говорящий по-русски может произнести звонкий согласный в начале и конце слова *вход*, [к] в слове *легкий*, гласный [о] в первом слоге слова *вода*. Наоборот, коартикуляционные изменения не только плохо осознаются, но и не могут контролироваться говорящими: в положении после мягкого согласного невозможно произнести [а] без [и]-образного переходного участка, перед [у] невозможен нелабиализованный согласный, после [н] нельзя произнести полностью глухой [т].

§ 32. Изменения звуков в слитной речи по сравнению с их "идеальной" целевой артикуляцией вызываются не только коартикуляцией, но и артикуляционной редукцией – ослаблением артикуляционного усилия говорящего при производстве звуков в связи с ослаблением контроля над работой произносительных органов. При произнесении смычных согласных это ослабление может выражаться в ослаблении смычки (спирантизации) или шума (изменении щелевого согласного [j] в аппроксимант [и]); при произнесении гласных (прежде всего безударных) – в уменьшении длительности и в централизации, т.е. утрате собственного тембра, превращении их в краткую [ь]-образную вокалическую прокладку между соседними согласными. В отдельных случаях гласные и согласные могут утрачиваться полностью (это явление называется фонетическим **эллипсисом**): [хóит] – *ходит*, [пáлч'ка] – *палочка* и т.п. Причиной данного явления считается тот факт, что при речевой коммуникации физические характеристики передаваемого сообщения являются лишь одним из многих источников информации, на основании которой слушающий реконструирует то, что было сказано говорящим. Гораздо более мощными источниками являются языковые знания слушающего (словарные и грамматические) и контекстные условия данного коммуникативного акта.

ЛИТЕРАТУРА

Зиндер Л.Р. Общая фонетика. М, 1979.

Кодзасов С.В., Кривнова О.Ф. Общая фонетика. М., 2001.

Матусевич М.И. Современный русский язык. Фонетика. М., 1979.

Панов М.В. Современный русский язык. Фонетика. М., 1979.

ТРАНСКРИПЦИЯ

§ 33. Транскрипцией называется фиксация звучащей речи графическими средствами. Транскрипция может быть

- сегментной (в ней отражаются сегментные единицы) и
- суперсегментной или просодической (в ней отражаются характеристики суперсегментных единиц – например, интонационное оформление синтагм).

С точки зрения того, какие именно свойства сегментных единиц должна отразить транскрипция, она может быть

- фонетической (в ней отражаются звукотипы и/или звуки речи) и
- фонематической (фонемной).

В сегментной (звуковой) транскрипции используются буквенные знаки с добавлением специальных диакритических значков, расположенных рядом с основным транскрипционным знаком. Корпус буквенных знаков того алфавита, который принимается за основу данной системы транскрипции (например, латинского или кириллического), обычно дополняется некоторым количеством знаков из другого алфавита, либо специально изобретенными знаками. В транскрипции возможно, хотя и нежелательно, придание иного смысла некоторым алфавитным знакам по сравнению с их орфографическим использованием в данном языке.

Для суперсегментной (просодической) транскрипции, которая должна отражать движение тона (мелодику), а также количественно-динамические, фонационные и артикуляционные характеристики суперсегментных единиц (слов, фонетических слов, синтагм, фраз), используют другие способы обозначения, не имеющие аналогов в орфографии (примеры просодической транскрипции см. на стр. ??).

ФОНЕТИЧЕСКАЯ ТРАНСКРИПЦИЯ

§ 34. Исходя из целей фонетической транскрипции и условий ее применения, можно сформулировать два самых общих правила ее построения:

1. В транскрипции должен соблюдаться **принцип взаимнооднозначного соответствия** между означаемым (единицей звучания) и означающим (транскрипционным символом), то есть в системе транскрипции каждому фонетическому значению должен соответствовать строго определенный способ выражения (и притом только один), а каждому графическому символу должен приписываться строго определенный смысл (и притом только один). Из этого следует, что

- для фонетической транскрипции неприемлемо двоякое обозначение одного и того же звукового явления, практикуемое в орфографии. Так, в транскрипции недопустимо использование прописных и строчных букв в одном и том же значении. Разным способам обозначения мягкости согласных на письме, в том числе "необозначенной" мягкости, соответствует единое обозначение в транскрипции. Например, в слове *стиль* мягкость первого согласного графически не обозначена, мягкость второго обозначена выбором буквы последующего гласного (*и*, а не *ы*), а мягкость третьего обозначена специальной буквой *ь*. В транскрипции же во всех случаях используется только один способ обозначения мягкости согласного; например, в русской транскрипции – апостроф после символа соответствующего согласного: [с'т'ил'];
- для фонетической транскрипции принципиально неприемлем принцип слогового письма, характерный для русской графики, когда буква содержит информацию о свойствах соседних сегментов (например, буквы *и*, *ю*, *я*, употребленные после буквы согласного, информируют о мягкости этого согласного и одновременно – о качестве обозначаемого ими гласного – *пил*, *мял*, *люк*). В транскрипции вся

информация о звуке должна содержаться в одной графеме³⁵ – простом или сложном его обозначении.

2. Набор транскрипционных знаков должен быть **открытой системой** с неограниченными возможностями. Но поскольку количество знаков, регламентируемое соображениями удобства практического применения, не должно превышать некоторого предела, то возможность пополнения транскрипции достигается не бесконечным увеличением количества знаков, а созданием новых комбинаций из установленного набора знаков – буквенных и диакритических – по строго определенным правилам.

Транскрипция и экспериментальная фонетика

§ 35. Цель фонетической транскрипции формулируется как максимально точное отображение реального звукового качества сегментов. Но разнообразие речевых звуков беспредельно, и современная звукоанализирующая аппаратура выявляет все большее количество их признаков, так что если точно следовать заявленной цели транскрипции, то графическая усложненность сделает абсолютно невозможным ее практическое употребление.

Практическое назначение транскрипции диктует ограничение ее графических средств исходя из возможностей человеческого восприятия, которые неизмеримо меньше возможностей технических средств анализа звуков. Во-первых, перцептивная оценка звучания в значительной мере субъективна и, в частности, подвержена влиянию орфографических представлений. Так, например, при составлении "Вопросника по современному русскому произношению" всего 18,5% опрошенных заявили, что они произносят мягкое [з'] в слове *зверей*, а в магнитофонной записи произношения тех же людей оказалось 72% случаев мягкого [з'] в этом слове³⁶. Во-вторых, те свойства звуков, которые в системе данного языка не выполняют смыслоразличительной роли, без специальной тренировки обычно не воспринимаются на слух. К таким свойствам относятся, например, позиционная лабиализованность согласных (округление губ и их вытягивание вперед) в положении перед гласными [y], [o] (*сук, сок*), огубленность начальной фазы нелабиализованных гласных в положении после губных согласных (*бак, бык*) или упередненность начальной фазы непередних гласных в положении после переднеязычных согласных (*сад, дух*), а также назализованность гласных в соседстве с носовыми согласными (*мама, няня*). Эти коартикуляционные оттенки звуков обычно не прослушиваются в слитной речи, хотя и могут быть восприняты при предъявлении аудитору сегментированной речи, если звук изолировать от его окружения. Лучше воспринимаются те коартикуляционные изменения гласных, которые связаны с мягкостью соседних согласных.

Те качества звуков, которые устанавливаются только путем инструментального анализа, могут отмечаться в фонетической транскрипции лишь в каких-то специальных целях; обычно же транскрибируются только те звучания, которые могут быть зафиксированы слухом обычного носителя языка.

Транскрипция и орфоэпия

§ 36. На вопрос о том, какую транскрипцию следует считать правильной, существует только один ответ: та, которая правильно отражает произношение; причем, любое – не только стандартное, но и диалектное, или с признаками иностранного акцента, или с логопедическими дефектами. Кроме того, звучащая речь вариативна даже в том случае, если она полностью отвечает требованиям орфоэпии, так как произношение может зависеть и от языковой компетенции носителя языка, и от ситуации общения (в зависимости от которой говорящий использует либо кодифицированный вариант литературного языка, либо разговорный), и от фразовой позиции, в которой находится то или иное слово. Поэтому нет и не может быть

³⁵ Графемой называется знак или комплекс знаков (букв и диакритик), который обозначает один звуковой сегмент.

³⁶ Баринаева Г.А., Ильина Н.Е., Кузьмина С.М. О том, как проверялся вопросник по произношению // Развитие фонетики современного русского языка. М., 1971. С. 325.

единого образца, эталона фонетической транскрипции текста, любое отклонение от которого следовало бы считать ошибкой.

В русской литературной речи имеется два хронологически разных произносительных стандарта, называемых "старшей" и "младшей" орфоэпической нормой; кроме того, до недавнего времени существовали два территориальных варианта этой нормы – московский и ленинградский (петербургский). Наконец, существуют как индивидуальные, так и ситуативные варианты замедленного и убыстренного темпа речи, обычно сопровождающиеся более или менее тщательным контролем говорящего за произнесением того или иного фрагмента текста в зависимости от степени его важности. Эти типы произношения иногда называют соответственно "полным" и "аллегрным" (или "разговорным").

В дидактических целях (например, при обучении правильному употреблению транскрипционных знаков, в преподавании русского языка иностранцам) первостепенное значение придается полному варианту произношения, под которым следует понимать естественное произнесение текста в равномерном темпе, без логических и эмфатических усиления и скандирования, с соблюдением известных закономерностей редукции безударных гласных и с сохранением консонантной структуры текста.

Русская фонетическая транскрипция

§ 37. Транскрипция, применяемая в современной русистике, строится на базе кириллического алфавита, принятого в русской орфографии, с добавлением некоторых букв из других алфавитов.

Близость к орфографии существенно облегчает пользование транскрипцией в пределах данного языкового коллектива, но "ставит барьер" между разными языками, тогда как система транскрипции в принципе должна быть своего рода метаязыком фонетики.

Попыткой преодолеть этот барьер явилось создание универсальных унифицированных систем транскрипции на базе латинского алфавита, первой из которых была транскрипция Международной фонетической ассоциации (МФА) – International Phonetic Alphabet (IPA), принятая в 1925 г. Эта система впоследствии неоднократно пересматривалась и уточнялась в процессе ее практического употребления. Результат последнего ее пересмотра – транскрипция 1989 г. (см. Приложение Д). На базе этой транскрипции была создана транскрипционная система Л.В.Щербы (см. Приложение Д).

Однако ни одна из универсальных систем транскрипции не получила широкого применения в русской лингвистической практике. В самом деле, если при обозначении звуков русского языка следовало бы каждый раз соотносить их со звукотипами других языков, то едва ли не каждое буквенное обозначение «обросло» бы дополнительными знаками – так, например, пришлось бы обозначить дорсальный характер [т] в русском литературном языке, веляризованность [л] и передвижку в альвеолярный ряд [лʲ], что очень существенно – и в большинстве случаев, неправомерно - усложнило бы запись. Но универсальная унифицированная транскрипция полезна как «арсенал» знаков, которые могут понадобиться при описании новых фонетических фактов.

Таким образом, из двух тенденций – универсализации транскрипции и удобства ее практического использования – победительницей выходит вторая в ущерб первой, а поскольку практические цели лингвистических работ бывают весьма разнообразными, то и разноречивой в транскрипции приходится признать практически непреодолимым.

Кроме того, как уже говорилось, транскрипция может обладать разной степенью точности. Более точная транскрипция содержит большее количество знаков (в первую очередь, диакритических) и более сложные транскрипционные графемы. Поэтому требование унификации транскрипции практически сводится к тому, чтобы в одной системе (в одном транскрибируемом тексте) применялся только один способ обозначения определенного звукового качества, а различным лингвистическим описаниям, словарям и атласам обычно бывает предпослан свод транскрипционных знаков с указанием тех значений, которые приписываются им в данной работе.

Рекомендуемая здесь система транскрипции использует те способы обозначения звуков, которые были предложены Р.И.Аванесовым в книге «Русское литературное произношение» 1972 г. и в Орфоэпическом словаре русского языка³⁷. Однако образцы транскрипции текстов, которые даны в «Русском литературном произношении», отражают особенности старшей орфоэпической нормы, которые в современной речевой практике отходят на второй план, уступая младшей норме произношения, описанной в работах М.В.Панова и его учеников, а также в работах петербургских фонетистов³⁸. В последнем издании «Русского литературного произношения» (1984 г.) Р.И.Аванесов также ориентируется на младшую норму произношения безударных гласных после мягких согласных и использует другой способ их обозначения (единый знак «е перевернутое» - *ē* - для безударного переднего гласного, соответствующего ударным [а], [о], [е], [и]).

Кроме того, транскрипции Р.И.Аванесова ориентированы на **полный стиль пословного произнесения**, о чем свидетельствует он сам: «В настоящей книге не рассматривается вопрос о произношении связного текста: в ней речь идет лишь о произношении каждого **отдельного** слова в этом тексте, или, точнее, о произношении фонетического слова, т.е. самостоятельного (знаменательного) слова с примыкающими к нему безударными служебными словами или частицами (например, *на гору, на горé, не пойдёт ли, когда же*). Объем вопросов, рассматриваемых в этой книге, лучше всего уясняется следующим образом: представим себе написанный текст с поставленными ударениями; вопрос о том, как он должен произноситься в пределах каждого слова в указанном только что смысле, и является предметом настоящего пособия».³⁹

Живая разговорная речь может отличаться от чтения «написанного текста с поставленными ударениями»⁴⁰, и такие отступления должны быть отражены в транскрипции (в особенности это касается произношения гласных в заударных слогах слова). Кроме того, абсолютно правомерно в транскрипции современного произношения следовать особенностям младшей орфоэпической нормы, если она свойственна говорящему.

Знаки фонетической транскрипции

§ 38. В транскрипции используются два вида знаков:

- *буквенные*, значение которых относительно конкретно, потому что каждая буква обычно соответствует определенному звукотипу, и
- *диакритические* – специальные условные знаки, употребляемые вместе с буквой (вверху, внизу, справа или слева от нее), образующие с ней единую транскрипционную графему и имеющие более общее, абстрактное значение дополнительного оттенка звучания. Значение диакритики должно быть одним и тем же независимо от того, к какому буквенному знаку она относится⁴¹.

³⁷ Р.И.Аванесов. Русское литературное произношение. М., 1972. Орфоэпический словарь русского языка. Произношение. Ударение. Грамматические формы. Под ред. Р.И.Аванесова. М., 1983 (и последующие издания).

³⁸ М.В.Панов. Русская фонетика. М., 1967; М.В.Панов. Современный русский язык. Фонетика. М., 1979; Фонетика современного русского литературного языка. Народные говоры. Под ред. М.В.Панова. М., 1968. Русский язык по данным массового обследования. Под ред. Л.П.Крысина. М., 1974. Л.А.Вербицкая. Русская орфоэпия. Л., 1976. М.Л.Каленчук, Р.Ф.Касаткина. Словарь трудностей русского произношения. М., 1997.

³⁹ Р.И.Аванесов. Указ. соч. с.12.

⁴⁰ В частности, это относится к явлениям, имеющим место на стыках слов. Ср. транскрипцию Р.И.Аванесова: *сверкае*[т д]ождь, *проси*[т б]ури, *лесо*[ф б']езбрежных и т.п. [Аванесов 1972: 360, 364] при реальном слитном произношении *сверкае*[д д]ождь, *проси*[д б]ури, *лесо*[в б']езбрежных и т.п.

⁴¹ С чем именно должен соотноситься диакритический знак: с артикуляционным жестом (то есть, с определенным положением артикулирующих органов), или со слуховым впечатлением (перцептивным эффектом)? На первый взгляд кажется, что построение транскрипции на базе артикуляции имеет более прочную объективную основу, чем построение ее на базе тождества восприятия; однако тождественные слуховые впечатления могут быть результатом разных движений артикулирующих органов. Так, например, эффект мягкости согласного интерпретируется языковым сознанием одинаково независимо от того, что у одних согласных (заднеязычных) он связан со смещением основного фокуса артикуляции вперед, у других (некоторых переднеязычных) – назад. Поэтому построение транскрипции на базе тождества слухового восприятия на самом деле лучше отвечает самому существу и назначению фонетической транскрипции.

В практической транскрипции используется еще одна разновидность знаков, представляющая собой нечто среднее между буквой и диакритикой, – малые буквы, которые пишутся, как правило, в верхней части строки справа от основной. Они употребляются как диакритики и их называют «диакритическими буквами», но значение их вполне конкретно: они показывают оттенок звучания, соответствующий этой малой букве и называемый иногда (неправоммерно) «призвуком». Например, [и^е] означает звук средний между [и] и [е], но более близкий к [и]; его называют «[и], склонное к [е]»; графема [т^е] означает смывный звук со слабой фрикацией в рекурсии, менее длительной, чем у аффрикаты [ц].

Как видим, такие знаки иногда показывают монофтонгическое звучание (как [и^е]), а иногда дифтонгическое, то есть линейную последовательность звуков, как [т^е]. Научная транскрипция допускает такой способ обозначения только для неоднородных, дифтонгических последовательностей; однако простота и наглядность этого способа обеспечили ему широкое применение в практике транскрибирования также и монофтонгов.

Малая буква в верхней части строки (как правило, ^ь) между буквами согласных может обозначать «гласные пазвуки», т.е. сверхкраткие звуки, возникающие иногда при произнесении групп согласных: [мы с^ьл’], [ка д^ьр].

Основные звукотипы принято обозначать буквами без диакритических знаков.

Обозначение гласных звуков

§ 39. Хотя звук в речи, как правило, не изолирован, за основной звукотип принимается то его звучание, которое ближе всего к изолированному произнесению.

Для обозначения основных звукотипов гласных используются буквы *и, ы, е, э, а, о, у*.

Краткие редуцированные гласные, которые произносятся в некоторых безударных слогах, принято обозначать буквами ^ь и ^ь, которые, тем самым, приобретают в транскрипции иное значение, чем в алфавите.

В упрощенной транскрипции вместо двух знаков *е* и *э* употребляют иногда один знак: либо *е*, либо *э*. На самом же деле, звук, который произносится после мягких согласных, существенно отличается от того, который произносится после твердых, хотя в орфографии они большей частью обозначаются одинаково: *лес* и *цех*, *шест*, *жест*, *тест*. [е] – гласный переднего ряда средне-верхнего подъема, [э] – переднего ряда среднего подъема. “Фонетическое расстояние” между ними не меньше, чем между [и] и [ы].

Поскольку устойчивая комбинаторная обусловленность и слабая орфографическая противопоставленность [е] и [э] (в отличие от [и] и [ы]) приводят к тому, что их различие недостаточно хорошо воспринимается на слух, то следует запомнить, для каких позиций в слове характерен тот и другой звук:

[е]

- в начале слова – [ét’и], [эта]⁴²,
- в середине слова после гласного – [дуét], [паét],
- после мягких согласных – [т’е];

[э]

- после [ш], [ж], [ц], – [шэст], [жэст], [цэх],
- после любого твердого согласного в заимствованных словах и аббревиатурах – [тэст], [нэп]; в том числе, в аббревиатурах, состоящих из последовательности букв согласных – [пэгэтэу] (ПГТУ).

⁴² Перед твердым согласным в начале слова возможно и [э].

Следует иметь в виду, что буква *e* в транскрипции не может обозначать последовательности из двух звуков, как в орфографии: слова *еду*, *наелся*, *елка*, *поет* транскрибируются с [j] перед гласным: [jéду], [наjéлса], [jólка], [паjót].

Диакритические знаки для гласных

§ 40.

1. Ударение обозначается наклонной (справа налево) чертой над буквой гласного (акут) – [смава́р]; многосложные слова могут иметь дополнительное (или побочное) ударение, которое отмечается наклонной (слева направо) чертой над буквой гласного (гравис): [è].
2. Влияние мягких согласных на начальную и конечную фазу звуков [a], [o], [y] обозначается точками слева и справа над буквой гласного: [м' а л], [ма'т'], [м'ят'].
3. Повышение подъема (сужение) артикуляции переднего гласного принято обозначать «крышечкой» над буквой гласного: [п'êт'].
4. Лабиализованный характер редуцированного гласного обозначается «кружочком» справа над буквой гласного: [пъ°купáт'].
5. Назализация гласного в соседстве с носовыми согласными в детализированной транскрипции может быть обозначена «тильдой» над буквой гласного: [нãм].
6. Долгота гласного, возникающая, например, при экспрессивном растягивании, обозначается горизонтальной чертой над буквой либо двоеточием справа: [ну], [тãк], либо [ну:], [та:к].
7. Неслоговость гласного (обычно того [и], которое является результатом вокализации <j>) обозначается «дужкой» под буквой гласного – [даи], [шэ и ка]; неслоговость [y] – «дужкой» над буквой гласного: [ÿ].
8. Оглушение (шепотное произношение) гласных, возможное в заударных слогах, показывается «крышечкой» под буквой гласного: [дóч'к̣ь].

Гласные ударного слога

§ 41. В слитной речи характерной для основных звукотипов позицией является ударный слог слова; для [a], [o], [y], [ы], [э] – после твердых согласных (*как, поп, пуп, тыл, цех*), для [и], [е] – после мягких (*нил, нел*). Гласные в этой позиции называют также гласными «полного образования» в отличие от «редуцированных», которые произносятся в безударных слогах и характеризуются меньшей длительностью и меньшей отчетливостью тембра вследствие смещения их артикуляции к центру по сравнению с ударными.

Что касается комбинаторно обусловленных вариантов звуков, то, как уже говорилось, нет необходимости обозначать те их качества, которые не воспринимаются на слух; например – лабиализованность в начальной фазе после губного согласного, передвижку вперед после переднеязычного, назализованность после носового и т.п..

Наличие переходных участков у непередних гласных [a], [o], [y] в соседстве с мягкими согласными может восприниматься на слух, и для обозначения этого явления употребляются специальные диакритические знаки: «точка слева» над буквой гласного после мягкого согласного [м'ал]; «точка справа» над буквой гласного перед мягким согласным [ма'т'] и «две точки» над буквой гласного между двумя мягкими согласными [м'ят']. Эти знаки показывают [и]-образные переходные участки гласных; однако у [o] и [y] эти упрежденные фазы одновременно и лабиализованы, поэтому более точное звуковое значение «точек» при этих гласных – [ÿ] а не [и], то есть [т'òт'а] является сокращением более точной записи [т'ÿò'ÿт'а]. Кроме того, «левый» и «правый» переходные участки гласного не симметричны: поскольку предшествующий мягкий согласный сильнее влияет на гласный, чем последующий, то первый переходный участок гласного занимает большую часть его длительности, чем второй.

«Две точки» над буквой гласного могут показывать также и однородное (монофтонгическое) звучание краткого редуцированного гласного – см. Таблицу 5.

Таким образом, диакритика “точка” над буквой гласного не имеет точного звукового значения, а является условным показателем упрежденности начальной либо конечной фазы протекания звука. В упрощенной транскрипции их можно не обозначать.

При буквах *и* и *е* употребление “точек” над буквой гласного вообще не имеет смысла, поскольку у [и] [и]-образный переход отсутствует, а у [е] (в начальной фазе) он присутствует всегда.

Гласные первого предударного слога.

§ 42. В 1-м предударном слоге все гласные характеризуются слабо выраженной редуцией; такую меру редуции называют 1-й ее ступенью. Напомним, что под редуцией мы понимаем сдвиг артикуляции гласного по направлению к центру вокалического пространства, к положению речевой позы.

Редуция гласных в той или иной степени связана с изменением качества звуков. Редуцию, которая не связана с меной звукотипа, называют количественной редуцией. Она заключается в сокращении длительности гласного (по сравнению с длительностью того же гласного под ударением) и, как следствие, в незначительном смещении артикуляции по направлению к центру вокалического пространства. Наряду с количественной редуцией в безударных слогах может иметь место мена звукотипов, которую иногда называют качественной редуцией. Следует иметь в виду, что усиление количественной редуции не обязательно ведет к мене звукотипов (например, *p[y]kavá*), а мена звукотипов может происходить при весьма слабой количественной редуции и даже при ее отсутствии ([ваdá]).

§ 43. В 1-м предударном слоге **после твердых согласных** происходит мена следующих звукотипов гласных:

- после парных твердых согласных: [o] – [a] ([дом] – [дамá]);
- после шипящих и [ц]: [o] – [ы] ([шолк] – [шылка́], [жо́ны] – [жына́]); [э] – [ы] ([цэ ны] – [цына́], [мадэ л’] – [мъдыл’и рвьт’]); в некоторых словах, как правило, в положении перед мягким согласным – [a] – [ы] ([жа́лкь] – [жыл’эт’]). При различном произношении предударного гласного, соответствующего ударному [ы], и того, который соответствует ударным [a], [o], [e] (в старшей орфоэпической норме), употребляют знак *ы*³: [жы³ л’эт’] [жы³на́], [цы³на́], но [жыла́], [цырка́ч’]

Звукотип [o] в безударных слогах встречается весьма редко:

- в неполностью освоенных или нарочито произнесенных иностранных словах (типа *поэт*, *бомонд*),
- в словах с сочетаниями [oá], [áo], [и o], [иo] (*боá*, *оáзис*, *хаос*, *какао*, *период*, *радио*),
- [o] сохраняется также в некоторых служебных словах (относительных клитиках) – например, союзах *но* и *то* (*я сказа́л*, [но] *ты не слышал*; *идёт* [то] *до́ждь*, [то] *сне́г* – сравни *до́ждь*-[ть] *идёт*), союзном слове *что* – в отличие от союза *что* (*я зна́ю*, [што] *именно ты сказа́л* – *но я зна́ю*, [штъ] *ты это сказа́л*), в местоимении *он* – *сказа́л* [он] *ей*.

Звукотип [e] (или [э] после твердых согласных) в безударных слогах встречается в произношении иноязычных слов, пишущихся с *э*, типа *экрaн*, *эволюция*, *фаэтон*.

Отмечать или не отмечать в транскрипции слабую количественную редуцию гласных 1-го предударного слога – это вопрос принятой на практике точности транскрипции, но эта степень точности должна в равной мере распространяться на все гласные звукотипы.

Этот принцип нарушается, когда обозначают редуцию только одного из звукотипов – обычно того, который соответствует ударным [a] и [o]. В некоторых системах транскрипции для этого употребляют специальный неалфавитный буквенный знак

“крышечка” – ([в да́], [тр ва́]); в других системах – букву [а] с диакритическим [ь] в верхней части строки справа – [ва^ьда́], [тра^ьва́].

Употребление таких обозначений, само по себе вполне адекватное сущности явления, нарушает, однако, логику транскрипции, поскольку в таком случае должна быть обозначена и редукция звукотипов [у], [ы].

§ 44. В безударных слогах **после мягких согласных** в современном литературном произношении имеется только два звукотипа: [и] и [у] и происходит мена звукотипов [о] – [и] ([м’ол] – [м’ила́]), [е] – [и] ([л’ес] – [л’исо́к]), [а] – [и] ([м’а́сь] – [м’исно́и]).

В произношении, соответствующем старшей орфоэпической норме, существует разница в реализации звукотипа, соответствующего ударному гласному [и] и ударным [о], [а], [е]; для последних употребляется диакритическая буква *e* при букве *и* в верхней части строки справа: [л’ила́] – [н’и^eсла́], [р’и^eка́], [м’и^eсно́и]].

Гласные предударных неприкрытых слогов

§ 45. В предударных неприкрытых слогах (то есть в начале слова или после гласного) произносятся те же гласные, что и в первом предударном, независимо от положения слога по отношению к ударению: на месте орфографических *о* и *а* произносится [а]: [а]блака́, [а]тамáн, ко[а]перáция; на месте орфографического *и* – [и]: [и]грок, [и]гроки, по[и]здева́ться; на месте орфографического *у* – [у]: [у]говóр; на месте орфографического *э* в современном произношении обычно [и] ([и]таж, [и]кономика), но возможно [и^e].

Гласные других безударных слогов

§ 46. Сильная редукция гласных в других безударных слогах, называемая 2-й ступенью редукции, требует введения особых буквенных знаков; в качестве таковых используются алфавитные буквы *ь* и *ъ* в неалфавитном, как уже говорилось, значении.

- **ь** обозначает краткий гласный передне-среднего ряда средне-верхнего подъема, который может быть результатом редукции любого гласного после мягкого согласного и по сути дела представляет собой краткий вокальный переход от одного (мягкого) согласного к другому: [т’ьпавóи] (*типовой*), [т’ьн’ивóи] (*теневой*), [п’ьтач’óк] (*пятачок*), [т’ьмнатá] (*темнота*), [б’ьракрат] (*бюрократ*, наряду с [б’уакрат]), [вып’ьл] (*выпил*), [вын’ьс] (вынес), [на́п’ьт’] (на́ пять), [ч’э́л’ьс’т’] (*челюсть*). В транскрипции полного стиля произношения в старшей орфоэпической норме принято не обозначать редукцию [и]: [т’ипавóи], [вып’ил].
- **ъ** обозначает краткий гласный среднего подъема среднего ряда, который называют иногда нейтральным; он представляет собой краткий вокальный переход от одного (твердого) согласного к другому. По своим артикуляторным параметрам он занимает среднее положение между [а] и [ы], но в слуховом восприятии достаточно далек и от того, и от другого. В этом звуке практически может реализоваться любой гласный: [сздавóт] (*садовод*), [вьдастóк] (*водосток*), [сьравáт] (*сыроват*), [жьс’т’инóи] (*жестяной*), [сьмашэ тшьи] (*сумасшедший*); но в транскрипции полного стиля произношения в старшей орфоэпической норме принято не обозначать редукцию [ы] и в особенности [у], которые в этом случае сохраняют свои тембральные характеристики: [сьравáт], [сумашэ тшьи]].

Гласные конечных заударных открытых слогов отличаются вариативностью: в слитной речи они реализуются звуками 2-й ступени редукции (так как этот слог по сути дела не является открытым): [ма́мь далá], [н’áн’ь ма́ја]; перед паузой они могут реализоваться теми же звуками, что и в первом предударном слоге: [далá ма́ма], [ма́ја н’áн’а], а также [у ма́мы], [у н’áн’и], или редуцированными со слабо выраженным тембром: [ма́мь^a], [ма́мь^ь], [н’áн’ь^a].

Обозначение согласных звуков

§ 47. В транскрипции используются все согласные буквы русского алфавита, кроме *щ*, и сверх того – буквы *j* и *γ*.

щ заменяется буквой соответствующего твердого согласного с диакритическим знаком мягкости, которая ему присуща всегда, и долготы, которая иногда утрачивается – [ш 'ука] – но [жэ н'ш'ина], [мош'нии].

j означает согласный звук, который произносится перед ударным гласным в начале звукосочетаний, обозначаемых буквами *я, ю, е, ё* (в начале слова, после гласного и после разделительных *ь, ъ*) и *и, о* (после разделительного *ь*) – *я, юг, ел, ёж, пью, съезд, чьи, бульон*.

γ обозначает редкий в русском языке звонкий заднебный фрикативный согласный, который может произноситься в некоторых словах (*господи, бога, ага, бухгалтер*), а также получается в результате озвончения [х] перед последующим звонким шумным согласным (*их бы*).

Все употребляемые в транскрипции буквы, кроме *j*, обозначают твердые согласные; для обозначения мягкости они сочетаются с диакритикой мягкости.

Диакритические знаки для согласных

§ 48.

1. Мягкость обозначается апострофом справа у буквы – [б'], [в'] и т. д. Последовательное обозначение мягкости требует употребления этого знака также и при обозначении орфоэпически правильного произношения шипящей аффрикаты ([ч'ас]), поскольку в принципе возможно и твердое ее произношение: [л'учш'ь] (*лучше*). Но мягкость среднеязычного [j] не должна специально обозначаться, поскольку соответствующий твердый согласный в принципе невозможен. В нормативном произношении возможно и мягкое произношение [ц]: [ац'с'эл] (*отсел*). Мягкое [ш'] возможно либо в том случае, если оно соответствует орфографическому *щ* на конце слова или в сочетании с согласным (пла[ш'], жен[ш']ина), либо в результате ассимиляции ([раш'ч'и с'т'ит'] – *расчистить*), а также в неассимилированной русской фонетикой иноязычной лексике – [ш'аул'ái] (*Шяуляй*). Мягкое [ж'] также возможно либо в иноязычных словах – например, [ж'ур'и], либо в долгом произношении по старшей орфоэпической норме некоторых русских слов: [j'эж 'у], [в'ож 'и] и т.п.

2. "Полумягкость" обозначается точкой справа сверху у буквы согласного. Следует иметь в виду, что полумягкими называются обычно не слабо палатализованные согласные, как это можно предположить исходя из их названия, а согласные без дополнительной артикуляции вообще – непалатализованные и невеларизованные. Такое произношение типично для согласных в некоторых консонантных группах с последним мягким согласным: [с'м'ех], [j'эс'л'и] и т.п. при возможном [см'ех], [j'эсл'и] и [с'м'ех], [j'эсл'и].

3. Долгота согласных обозначается тем же способом, что и долгота гласных, если характер протекания согласного относительно однороден, что свойственно фрикативным, носовым и боковым согласным: [ма́с а], [ва́н а], [ш ыт'] (*сшить*), [га́м а], [ба́л ы] (*баллы*) (= [ма́с:а], [ва́н:а], [ш:ыт], [га́м:а], [ба́л:ы]).

Долготу взрывных согласных и аффрикат, которые нельзя считать однородными, поскольку они имеют две существенно разных фазы артикуляции – смычку и взрыв или смычку и фрикацию, – можно условно обозначать тем же способом, поскольку продляться может только смычка ([ат аво́], [ад 'эл] – *оттого, отдел*). Длительность смычной фазы аффрикаты может быть показана также малой буквой ^т в верхней части строки: [а^тца́] (*отца*), [в'jó^тца] (*вется*), [б'и^тца] (*бится*), [о^тч'ии] (*отчий*), [а^тч'ита́т'] (*отчитать*)..

4. Оглушение сонорных согласных обозначается “крышечкой” под буквой – [п'отр], [вопд'].

5. Слоговое произношение согласных, возникающее иногда в результате выпадения гласного в беглой речи, обозначается “кружочком” под буквой согласного: [зо́л тьм] (*золотом*), [д'эл ла] (*делала*).

6. Особую сложность представляет обозначение позиционных модификаций фонемы <j>, речевая реализация которой отличается большой вариативностью. Эта фонема реализуется в существенно разных звуках не только в разных позиционных условиях, но и в одних и тех же позициях в разных речевых ситуациях. Основные ее реализации – фрикативный согласный [j], аппроксимант [и] и “нуль”, т.е. отсутствие отдельного звука.

- [j] обычно произносится перед ударным гласным: [б'ју], [ја́мь], [јэ́сл'и], [јо́лкь];
- [и] произносится обычно перед согласными, на конце слова и перед безударными гласными, кроме [и], [ь]: [ма́и ка], [маи], [зна́и у], [шэи а], [бра́т'и а]. В условиях фразовой безударности аппроксимант [и] может оказаться перед «условно» ударным гласным: [ч'ја́ кн'ига]? – [н'и зна́ю ч' и а].
- “нуль” имеет место в интервокальном положении перед [и] или [ь]: [зна́йт], [маи]. При более отчетливом произношении здесь возможен [и]: [зна́и ьт]. Перед безударными [у] и [а] фонема <j> может реализоваться как всего лишь отпечаток, след на последующем гласном – его более передней артикуляции: [нач'у́ю] (*ночую*), [цыл'у́ю] (*целую*), [зна́ют] (*знают*), [д'э́льют] (*делают*), [шэ́ ю] (*шею*), [ма́я] (*мая*).

7. Слитное произношение согласных, образующих единый артикуляционный комплекс без промежуточного размыкания артикулирующих органов, может быть обозначено “лигой” – дугой над буквами, относящимися к этому комплексу. Но это обозначение применяется в том случае, если в артикуляционном комплексе появляются особенности, отсутствующие при независимом произнесении звуков: так, в сочетаниях [т н], [д н], [б м], [п м] появляется так называемый “фаукальный” или носовой взрыв; в сочетаниях [т л], [д л] – “латеральный” или боковой взрыв: [ад на́], [аб ма́н], [м'ит ла́], [д л'а]. В других сочетаниях, таких, как [ст], [шк], [гб], [рт], слитное произношение согласных никак специально не выражено, и их произношение не нуждается в таком обозначении.

8. Имплзивность согласных (произнесение смычных без размыкания смычки) обозначается знаком + или > под буквой согласного: [брат] или [бра т̣].

АКУСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ФОНЕТИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ

Предмет акустической фонетики

§ 49. В акустической фонетике изучаются аэродинамическая и акустическая фазы речи:

- *аэродинамическая* фаза – сжатие и выталкивание воздуха, возникновение воздушных импульсов, завихрений вследствие движений артикулирующих органов;
- *акустическая* фаза – колебания воздушного давления (звуковые волны), которые являются следствием аэродинамических процессов и распространяются от говорящего к слушающему.

Основной объект изучения в акустической фонетике – акустический речевой сигнал, который является единственной наблюдаемой формой речевого произведения. Акустический сигнал представляет собой результат работы механизма речеобразования, поэтому одна из важнейших задач акустической фонетики – изучение связи между артикуляцией и ее аэродинамическими следствиями. Кроме того, изучение акустического речевого сигнала позволяет узнать и о перцептивных свойствах звуков, так как именно он поступает на вход механизма речевосприятия. Сегодняшняя речевая акустика тесно связана и с чисто прикладными задачами – например, такими, как синтез и анализ речи при помощи компьютера.

Физическая природа звука

§ 50. Объектом изучения в акустической фонетике является **речевой сигнал** – передающиеся по среде добавочные (по сравнению с атмосферным давлением) колебания⁴³ воздушного давления, которые возникают в результате аэродинамических и акустических процессов, обусловленных артикуляцией⁴⁴. Это давление называется звуковым или акустическим. Изменения звукового давления представляют собой волны, которые могут распространяться в какой-либо среде – в газе, жидкости или твердом теле (их распространение невозможно лишь в вакууме); в дальнейшем речь будет идти только о распространении звуков в воздухе. В воздухе изменения плотности и давления, вызванные в одном месте, распространяются по всем направлениям от этого места; волны сжатия и разрежения, распространяющиеся в воздухе при колебаниях тел или внезапных изменениях его плотности, называются звуковыми волнами. Их можно рассматривать с временной точки зрения (в одной и той же точке пространства давление изменяется с течением времени) или с пространственной (в одно и то же время величина давления может быть разной в разных точках пространства).

Итак, с акустической точки зрения **звук речи** – это результат воздействия на слуховой аппарат человека колебательных движений воздушной среды, вызванных артикуляцией.

Виды колебаний. Периодические и непериодические колебания

§ 51. Для создания любых колебаний необходим источник или сила, вызывающая колебания. Источник колебаний может быть различным: движения струны, поток воздуха через узкое отверстие, удар и т.п. Колебания по разным основаниям подразделяются на

- периодические и непериодические,
- простые и сложные (комплексные),
- свободные и вынужденные.

Важнейшее различие между колебаниями – наличие или отсутствие регулярно повторяющейся модели. В зависимости от этого выделяются колебания *периодические* (тон) и *непериодические* (шум). В случае периодических колебаний число колебательных циклов за время существования колебаний достаточно велико, а колебательные циклы не отличаются друг от друга. Примером периодических колебаний могут служить колебания

⁴³ Колебания – это изменения состояния какого-либо тела, обладающие той или иной степенью повторяемости во времени. Звуковые колебания возникают при внезапном изменении плотности воздуха – появлении сгущений или разрежений в каком-либо месте воздушной среды.

⁴⁴ Оно приблизительно в миллион раз меньше атмосферного.

струны, маятника, а в речи – голосовых связок⁴⁵. Примером непериодических колебаний являются, например, колебания воздушного шарика на ветру (у них нет регулярного повторения модели) или колебания, вызванные ударом молотка по стеклу (у них нет повторения вообще, то есть число колебательных циклов слишком мало). Периодические колебания могут быть как простыми, так и сложными⁴⁶, непериодические колебания всегда являются сложными.

Объективные свойства звуков и их субъективные корреляты

§ 52. При изучении речевых звуков необходимо описывать их объективные характеристики и субъективные свойства, то есть соответствующие ощущения, возникающие при их восприятии человеком. К числу объективных характеристик звуков относятся частота, интенсивность, спектр и длительность, к числу субъективных свойств – соответственно высота, громкость, тембр и долгота.

Частота (f) – это число колебательных движений, полных колебательных циклов в единицу времени. Одно колебательное движение в одну секунду равно одному герцу, сокращенно Гц. Молодой человек в состоянии различать частоты от 16 до 18000-20000 Гц., а, например, летучие мыши используют диапазон от 20000 до 100000 Гц. Особенно важны для речи частоты от 100 до 5000-8000 Гц., именно в этом диапазоне сосредоточен максимум информации о речевых звуках – так, например, мы практически без потерь можем воспринимать речь даже по телефону, который пропускает сигнал в диапазоне от 300 Гц. до 3500 Гц.

Субъективное восприятие частоты называется *высотой*. Единицей измерения высоты является *мел*.

Время, в течение которого совершается один полный колебательный цикл, называется *периодом* колебания (T). Период является величиной, обратной частоте колебания: $f = 1/T$. Если частота колебания составляет 20 Гц., то период равен 1/20 секунды.

Амплитудой колебаний называется величина максимального изменения звукового давления.

Интенсивность (i) или сила звука определяется его мощностью. Мощность звука – это энергия, которая излучается источником в единицу времени (измеряется в ваттах, Вт), а интенсивность или сила звука – это мощность звуковой волны, которая приходится на площадку 1 м² (перпендикулярную направлению распространения волны). Интенсивность измеряется в Вт/м², но в этих абсолютных физических величинах ее представляют редко, так как диапазон звуковых интенсивностей, доступных восприятию человека, чрезвычайно велик: интенсивность самых сильных звуков, воспринимаемых человеком (порог болевого ощущения), в 10¹⁴ раз больше интенсивности самых слабых (порога слышимости). Эта разница очень велика, поэтому для измерения интенсивности используется логарифмическая шкала децибел. В соответствии с этой шкалой, изменению силы звука в 10 раз соответствует изменение на 10 дБ., в 100 раз – на 20 дБ., в 1000 раз – на 30 дБ. и т.д. На расстоянии 1 метра от источника звука значение интенсивности в 20 дБ. приблизительно соответствует шуршанию листьев, 30 – шепоту, 45 – шуму пишущей машинки, 60 – обычному разговору, 75 – пению или крику, 100 – шуму движущегося поезда метро, 120 – шуму взлетающего самолета.

Громкость звука (субъективное восприятие интенсивности) зависит не только от интенсивности, но и (в значительно меньшей степени) от частоты колебаний: более высокие звуки при той же интенсивности воспринимаются как более громкие.

⁴⁵ Строго говоря, периодическими можно считать только такие колебания, которые, во-первых, длятся бесконечно, а во-вторых, имеют абсолютно идентичные колебательные циклы. Таких колебаний в природе не существует, так как, во-первых, все колебательные движения со временем затухают, а во-вторых, природные звуки имеют не вполне идентичные колебательные циклы. Поэтому, говоря о периодических колебаниях, мы имеем в виду колебания, которые в действительности являются **квазипериодическими** – то есть такими, которые хотя и затухают, но достаточно медленно (по сравнению со временем одного колебательного цикла), а структура их периодов в значительной мере сходна, хотя и не идентична.

⁴⁶ О простых и сложных, а также о свободных и вынужденных колебаниях см. ниже.

Спектр звука – это относительная амплитуда всех его частотных составляющих (подробнее о спектре см. ниже §§ 55-57). Субъективное восприятие спектра называется *тембром*.

Длительность речевых звуков измеряется в миллисекундах (мс.) и составляет обычно не менее 25 мс. В среднем же длительность звуков речи находится в пределах 40-200 мс. Субъективно звуки могут восприниматься как долгие и краткие.

Распространение звуковых волн

§ 53. Скорость звука (c) в воздухе составляет около 350 м/сек. или 1260 км/ч. Скорость звука относительно постоянна⁴⁷ и не зависит от его интенсивности – громкие и тихие звуки "путешествуют" с одинаковой скоростью (но громкие дальше, так как интенсивность звука обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника). Сгущение или разрежение воздуха, возникшее около источника звука, с течением времени распространяется в пространстве. Если источник звука – колеблющееся тело, звуковая волна за время, равное периоду колебаний тела T , успевает пройти расстояние, равное произведению скорости звука на длительность периода. Это расстояние называется **длиной звуковой волны** (см. рис. 10) и обозначается греческой буквой "лямбда" ($\lambda = c * T$). Поскольку $T = 1/f$ (см. выше § 52), то эту формулу можно записать в виде $\lambda = c/f$, то есть длина волны прямо пропорциональна скорости распространения волн в данной среде (c) и обратно пропорциональна частоте колебаний (f).

Рисунок 10. Длина звуковой волны (КОК П1).

Простой (чистый) тон – гармоническое колебание

§ 54. Речевые звуки представляют собой комплексные колебания, т.е. сложнейшие сочетания простых или чистых тонов и/или шумов.

Простой тон – это периодическое колебание, которое имеет только одну частоту колебания. Иначе простое периодическое колебание называется *гармоническим*.

Звуков такого рода в природе не существует, хотя имеются звуки очень близкие чистому тону. К ним относится, например, звук, издаваемый камертоном. Если ударить по стеблю камертона, то его ножки начинают смещаться из нейтрального положения, затем возвращаются в исходное положение под воздействием силы эластичности, затем, вследствие инерции, продолжают движение через точку покоя, затем обратно и т.д. (см. рис. 1.2, 1.3; 3.2, 3.8). Силы инерции и эластичности противоположны и действуют в любой момент движения, при этом то одна сильнее, то другая.

Рисунок 11. Схематическое изображение смещения усов камертона за полтора колебательных цикла. Положение 1 – состояние покоя; положение 2 – смещение внутрь под действием внешней силы, действие силы эластичности; положение 3 – возвращение в состояние покоя, действие силы эластичности уменьшается, а силы инерции увеличивается; положение 4 – смещение наружу, действие силы эластичности увеличивается, а силы инерции уменьшается; положение 5 – возвращение в состояние покоя, действие силы эластичности уменьшается, а силы инерции увеличивается (конец первого колебательного цикла); положение 6 – смещение внутрь, действие силы эластичности увеличивается, а силы инерции уменьшается; положение 7 – возвращение в состояние покоя, действие силы эластичности уменьшается, а силы инерции увеличивается.



Рисунок 12. Схематическое изображение изменений воздушного давления, вызванных вибрацией камертона (1.2 или КОК П3)

⁴⁷ Она зависит от температуры и влажности воздуха.

Движение камертона вызывает движение окружающих его молекул воздуха, которое можно сравнить с колебанием обыкновенных качелей (см. рис. 13). Движущиеся молекулы вызывают движение соседних молекул (как бы "подталкивают" их – см. рис. 14), в результате образуются последовательные сгущения и разрежения воздуха – звуковые волны. Звуковые волны распространяются концентрическими кругами, как волны от камня, брошенного в воду: сжатия и разрежения воздушной среды чередуются (см. рис. 15). Эти чередования давления во времени (в одной и той же точке) могут быть представлены в виде графика (осциллограммы)⁴⁸, на котором время откладывается по горизонтальной оси, а давление – по вертикальной (см. рис. 16). Графиком простого периодического (гармонического) колебания является синусоида.

Рисунок 13. Распространение звуковых волн.

Каждая линия показывает положение 13 частиц воздуха в момент времени, несколько более поздний, чем линия сверху от данной. Неподвижные частицы изображены черточками, а движущиеся – стрелочками (чем жирнее стрелка, тем выше скорость движения) (1.3)

Рисунок 14. Схематическое изображение десяти частиц воздуха в 14 разных моментов времени. Источник звука находится слева, звуковые волны распространяются слева направо, время изменяется сверху вниз. Заметьте, что хотя звуковые волны (отражающиеся в виде сближения трех частиц) смещаются слева направо, сами частицы почти не изменяют своего положения. (3.8)

Рисунок 15. Звуковые волны, распространяющиеся от источника звука. (В идеале зоны сгущения и разрежения воздуха должны окружать источник звука в виде сфер, что невозможно показать на двухмерном рисунке). (3.9)

Рисунок 16. Осциллограмма. Сверху звук изображен в виде движений частичек воздуха, вызванных источником звука с частотой колебаний 350 Гц. На диаграмме внизу видно, что пики воздушного давления расположены в метре друг от друга, то есть на пространство в 350 метров (которое звук проходит за одну секунду – см. § 53) приходится 350 пиков. (8.1)

Вследствие действия силы трения точки наибольшего смещения частиц воздуха все больше приближаются к точке покоя: амплитуда колебания уменьшается, происходит затухание колебания (damping – см. рис. 17 и Б10), однако частота колебаний (количество полных циклов в единицу времени) остается постоянной.

Рисунок 17. Осциллограмма затухающего колебания (2.2).

Гармонические колебания могут различаться по частоте, амплитуде и фазе (см. рис. Б10 в Приложении Б или КОК П4).

Одна и та же среда может передавать множество звуков одновременно. При этом колебания (например, при наличии нескольких источников) могут взаимодействовать друг с другом. Если их частота совпадает, то амплитуда просто суммируется (и это по-прежнему простой тон)⁴⁹ (см. рис. 18а).

Рисунок 18. Результаты взаимодействия двух гармоник (сигнал 1 и сигнал 2), совпадающих по частоте, но различающихся по амплитуде (а) или фазе (b, c). Во всех случаях исходная частота остается прежней; изменяется амплитуда (а) или фаза (b).

⁴⁸ Осциллограмма получается следующим образом: при помощи микрофона звуковые колебания преобразуются в электрические, а при помощи осциллографа они регистрируются и представляются в графической форме.

⁴⁹ Впрочем, результат зависит еще и от фазы колебаний (синфазные тоны одной частоты и амплитуды воспринимаются как единый звук с удвоенной громкостью, а находящиеся в противофазе (сдвиг по фазе 180°) подавляют друг друга – см. рис. 18b, 18c).

Результатом наложения двух гармоник, находящихся в противофазе, является отсутствие сигнала (с). (3.11)

Комплексные звуки. Спектральное разложение Фурье

§ 55. Большинство источников производят не простые, а сложные (комплексные) колебания, то есть колебания, характеризующиеся наличием более чем одной частоты. Так, например, при колебании струны колеблется не только вся она целиком, но и ее половина, четвертая часть и т.п. Все речевые звуки являются сложными.

Комплексные колебания могут быть 1) (квази)периодическими, т.е. имеющими регулярно повторяющуюся модель и 2) непериодическими (у них отсутствует регулярное повторение модели вследствие неповторяющегося характера колебаний или быстрого их затухания).

В периодических звуках частоты всех составляющих их колебаний кратны самой низкой частоте – частоте колебания всего тела, которая называется частотой основного тона (сокращенно – ЧОТ, обозначается F_0). **Частота основного тона** – это частота повторения полных колебательных циклов в единицу времени⁵⁰. Если вся струна колеблется с частотой 100 Гц., то в то же самое время ее части колеблются с частотами 200, 300, 400 и т.д. Гц. Все частоты, кратные ЧОТ, называются *гармониками* (включая саму ЧОТ) или *обертонами* (все гармоники, кроме ЧОТ)⁵¹.

График комплексного колебания – не синусоида, а гораздо более сложная линия: в этом случае молекулы среды колеблются не в одном направлении, как маятник, а по гораздо более сложной траектории (см. рис. 19).

Рисунок 19. Сложные периодические колебания как результат сложения простых колебаний (КОК П5).

Чтобы получить комплексный периодический звук, можно просто сложить несколько простых тонов (см. рис. 19 и рис. Б11 в Приложении Б). Верно и обратное – сложный тон можно разложить на несколько простых. Такое разложение называется спектральным анализом.

Спектральный анализ сложных звуков сводится к получению значений частот и амплитуд простых тонов (гармоник), из которых состоит комплексный звук. Это преобразование⁵² основано на **теореме Ж.Б.Фурье**: *любое периодическое колебание является суммой гармонических колебаний (простых тонов), частоты которых кратны частоте основного тона, причем эти гармонические колебания различаются по фазе и амплитуде.*

Визуальное изображение амплитуд гармоник называется *амплитудно-частотным спектром*, при этом амплитуда гармоник откладывается по вертикальной оси, а частота – по горизонтальной (см. рис. 20). Значения амплитуды на спектре часто не калибруются, т.к. важны не абсолютные ее значения, а относительная амплитуда гармоник. Линия, соединяющая вершины гармоник амплитудно-частотного спектра, называется *спектральной огибающей*.

Рисунок 20. Сложные периодические колебания (вверху) и их амплитудно-частотные спектры (внизу) (КОК П7).

В непериодических звуках нет регулярного повторения модели, однако амплитудно-частотный спектр можно получить и для них .

Резонанс

§ 56. Итак, одной из причин сложности большинства звуков является наличие в их источнике нескольких частотных составляющих. Другая причина связана с явлением резонанса, в результате которого изменяются амплитуды гармоник источника. Именно резонансы, возникающие в речевом тракте, позволяют получить огромное разнообразие звуков речи при наличии весьма ограниченного набора источников речевых звуков: так, например, все гласные образуются в результате действия одного (голосового) источника звука.

⁵⁰ Частота основного тона голоса зависит от 1) напряженности связок, которая регулируется сокращением мышечной части связок (увеличение напряженности повышает ЧОТ) или подъемом перстневидного хряща (поэтому передние гласные более высокие); 2) перепада давлений по обе стороны глоттиса: повышение подвязочного давления приводит к повышению ЧОТ (более громкие звуки являются и более высокими).

⁵¹ Количество гармоник в спектре звука не ограничено, но их амплитуда уменьшается с увеличением частоты (на 12 дБ. каждую октаву).

⁵² Оно называется спектральным разложением Фурье.

В самом упрощенном виде, резонанс – это вибрация одного тела, вызванная вибрацией другого.

Все колебания подразделяются на *свободные и вынужденные*. У всех тел есть собственная частота колебаний⁵³. Для того, чтобы какое-либо тело начало колебаться, нужно вывести его из состояния покоя – воздействовать на него тем или иным способом – например, подтолкнуть качели или подбросить мяч. Если это воздействие осуществляется однократно, то дальнейшие колебания тела называются свободными. Частота этих колебаний совпадает с собственной частотой колеблющегося тела. Свободные колебания достаточно быстро затухают (их амплитуда постоянно уменьшается и постепенно доходит до нуля: качели, если их больше не раскачивать, быстро останавливаются, а мяч, если его не трогать, перестает подпрыгивать).

Чтобы колебания не затухали, их можно поддерживать какой-либо внешней силой, которая будет добавлять энергию и предотвращать уменьшение амплитуды. Колебания, поддерживаемые внешней силой, называются вынужденными. В случае вынужденных колебаний собственная частота колеблющегося тела заменяется частотой колебаний вынуждающего тела – качели будут раскачиваться не с собственной частотой, а с той частотой, с которой их подталкивают. Если же эти частоты (собственная частота колеблющегося тела и частота вынуждающей силы) совпадают и вынуждающая сила действует "в такт" с колебаниями данного тела, амплитуда колебаний резко возрастает: так, даже если мы будем подталкивать качели совсем слабо, но в такт их собственным колебаниям, качели можно раскачать очень сильно. В этом и состоит явление резонанса:

Резонанс – это увеличение амплитуды вынужденных колебаний, вызванное совпадением частоты вынуждающей силы и частоты колеблющегося тела.

Резонатором называется тело, колебания которого вызваны другими колебаниями. Резонатор сам не создает колебаний, а только усиливает те колебания, вызванные источником, частота которых совпадает с его собственной частотой (или приближается к ней). Так, струна усиливает те колебания камертона, частота которых совпадает с ее собственной.

Струна, качели – это примеры механических резонаторов. Для речевой акустики гораздо большее значение имеют *акустические резонаторы* – контейнеры с воздухом, определенный объем которого тоже является резонатором. Примером действия акустического резонатора может служить резонанс, возникающий при наливании воды в бутылку: в этом случае звук становится все выше и выше, так как объем воздуха уменьшается (для акустических резонаторов, одним из которых является речевой тракт человека, наибольшее значение имеет объем, меньшее – форма).

Для того чтобы скрипка, виолончель или гитара звучала, недостаточно только струн определенной длины, толщины и натяжения – нужен резонатор, усиливающий определенные частоты (более высокие у скрипки, чем, например, у виолончели). Точно так же и при речепроизводстве в резонаторах речевого тракта – полостях глотки, рта и носа – усиливаются некоторые частоты источника звука (в зависимости от объема и формы этих полостей). В этом состоит основное положение акустической теории речеобразования: **свойства речевых звуков определяются свойствами их источников и резонаторов речевого тракта.**

Акустическая теория речепроизводства

§ 57. Итак, с точки зрения акустики речевой тракт представляет собой совокупность соединенных между собой воздушных резервуаров (полостей глотки, рта и носа), каждый из которых (и все они вместе) может служить резонатором. Чтобы заставить колебаться столб воздуха, заключенный в этих резервуарах, необходимо воздействовать на них какой-либо силой. Эта сила создается *источником* звука, который может находиться как в самом речевом тракте, так и за его пределами (таким источником являются, например, голосовые связки)⁵⁴.

⁵³ Любое тело может вибрировать и резонировать, но способность к вибрации у разных тел, конечно, разная (например, струна, один раз выведенная из состояния покоя, может вибрировать сама по себе довольно долго, а мембрана телефонной трубки – только в том случае, если ее постоянно вынуждать, подталкивать).

⁵⁴ Таким образом, речевой тракт всегда выступает в качестве резонатора и часто – как источник звука (в речевом тракте может образовываться шум).

Существует два основных типа источников речевых звуков:

1. *голосовой* (квазипериодический) – для звонких звуков, и
2. *шумовой* (непериодический) – для согласных. Шумовой источник может быть
 - импульсным (в случае смычных согласных) – в этом случае колебания создаются резким скачком давления в результате раскрытия смычки и быстро затухают;
 - турбулентным (с его участием образуются фрикативные согласные) – в этом случае колебания создаются воздушной струей, возникшей вследствие наличия сужения в речевом тракте, и могут поддерживаться длительное время.

При произношении некоторых звуков имеется только один источник: голосовой у гласных, импульсный – у глухих взрывных, турбулентный – у глухих фрикативных. Возможна, однако, и любая комбинация источников (т.е. при произношении одного звука их может быть сразу несколько): например, голосовой и турбулентный источники участвуют в образовании звонких фрикативных согласных; голосовой и импульсный – звонких смычных; турбулентный и импульсный – глухих аффрикат; голосовой, турбулентный и импульсный источники необходимы для образования звонких аффрикат.

В акустической теории речеобразования (АТР), создателем которой является шведский ученый Гуннар Фант, **речь рассматривается как процесс фильтрации**. Это означает, что речевой тракт выступает в функции фильтра, пропускающего (усиливающего) только те частоты, порожденные источником звука, которые совпадают с его собственной частотой (см. рис. 21, 22). Надгортанные полости являются резонаторами, собственные частоты которых могут довольно значительно изменяться в зависимости от положения артикулирующих органов, придающих им разный объем и форму (наибольшее значение имеет при этом длина резонатора, а также место и площадь его поперечного сечения).

Рисунок 21. Схема образования звука с голосовым источником (25).

Рисунок 22. Схема образования речевого сигнала при производстве гласного (КОК 3.1).

Голосовой источник создает периодические толчки воздуха (А); амплитуды гармоник спектра этих толчков (Б), проходя через резонаторную систему речевого тракта (В), умножаются на значения передаточной функции (Г); в результате получается сложный периодический сигнал (Д) со спектром, в котором усилены составляющие, наиболее близкие к резонансным максимумам передаточного тракта (Е).

Если обозначить через *S* спектр источника (англ. source – "источник"), через *T* – спектральную характеристику фильтра, в роли которого выступает речевой тракт (англ. transfer – "передача"), и через *P* – спектр результирующего звука, то акустическую характеристику звука речи можно представить равенством: $P = S * T$. Это равенство является формальной записью **основного положения акустической теории речеобразования**: *спектр звука является результатом воздействия одного или нескольких источников на фильтрующую систему речевого тракта*.

Форманта. F-картина

§ 58. Итак, в акустической картине (спектре) звука наиболее усиленными оказываются те частотные области, которые совпадают с частотами резонатора. Эти частотные области называются формантами. **Форманты** – это резонансные частоты речевого тракта определенной формы и объема. Частоты формант (кроме частоты основного тона) задаются, в первую очередь, конфигурацией речевого тракта⁵⁵, что позволяет соотнести их с определенными целевыми артикуляциями и по частотам формант судить о положении артикулирующих органов.

⁵⁵ На практике же часто используется другое понимание этого термина: форманты – это гармоники, усиленные в результате резонанса, характеристика сигнала, результат модификации источника при помощи фильтра (а не свойство самого речевого тракта). Однако частотные значения формант далеко не всегда совпадают со значениями гармоник, особенно при большом значении ЧОТ, при котором гармоники расположены достаточно редко.

Форманты обозначаются буквой F; их нумерация начинается с нулевой форманты – частоты основного тона (F_0), далее следуют первая (F_1), вторая (F_2), третья (F_3) и четвертая (F_4) форманты. Совокупность значений формант называется **F-картиной** (формантной картиной).

При образовании некоторых звуков кроме резонансов в речевом тракте могут возникать и антирезонансные явления. Антирезонансы резко ослабляют амплитуду составляющих с частотами, близкими частоте антирезонанса, что приводит к подавлению близких резонансных частот или образованию глубоких (часто до нуля) минимумов в спектре – антиформант (нулей)⁵⁶.

Основные способы изучения акустических свойств речи

§ 59. Исследование акустических свойств речи опирается на преобразование звуковых колебаний в электрические (при помощи микрофона), а затем – в визуальное изображение (при помощи спектрографа, осциллографа или заменяющей их компьютерной программы). Основные виды визуального представления звуков перечислены в Таблице 6.

Таблица 6. Основные виды визуального представления звуков.

	ось X	ось Y
осциллограмма	время	амплитуда
мгновенная спектрограмма (спектральный срез)	частота	амплитуда
динамическая спектрограмма (узкополосная или широкополосная)	время (амплитуда передается степенью зачернения)	частота

*Осциллограмма*⁵⁷ позволяет измерять, в первую очередь, длительность звуков, но не их частотные составляющие.

Самый распространенный вид акустического анализа речевого сигнала – спектральный анализ, позволяющий определить относительные амплитуды частотных составляющих звука. Основной принцип спектрографии – использование фильтров, выполняющих функцию резонаторов для тех электрических колебаний, в которые при помощи микрофона преобразованы звуковые колебания. Из всего набора фильтров на подаваемый сигнал откликаются только те, собственная частота которых близка к частоте исследуемого звука (при этом отклик тем сильнее, чем более интенсивна данная частота).

В спектрографе весь диапазон речевых частот (50 – 10000 Гц.) разбит фильтрами на определенное число шагов. В зависимости от их числа полоса одного фильтра может быть различной, поэтому спектрограммы делятся на *узкополосные* и *широкополосные* (см. рис. 23). В узкополосных спектрограммах ширина полосы составляет 30-50 Гц., и на них можно наблюдать гармоника звука и даже изменения ЧОТ, однако центр формантной области довольно трудно найти, особенно, если две форманты расположены близко друг к другу, поскольку он может не совпадать ни с одной гармоникой. В широкополосных спектрограммах ширина полосы составляет 300-500 Гц. (обычно это более двух гармоник), на них достоверно отражаются и непериодические сигналы. Поскольку широкополосные фильтры возбуждаются гораздо быстрее, чем узкополосные⁵⁸, то на широкополосных спектрограммах можно увидеть быстрые изменения сигнала, отсутствующие на узкополосных.

⁵⁶ Появление антирезонансов связано с сильной расчлененностью резонаторной системы или образованием в ней замкнутых воздушных полостей (такие конфигурации речевого тракта характерны для согласных и носовых гласных)

⁵⁷ Осциллограммы слова Иванова можно увидеть в Приложении Г.

⁵⁸ Резонаторы могут реагировать либо в ответ на узкий диапазон частот (в этом случае колебания медленно достигают максимума и медленно затухают), либо в ответ на широкий диапазон (в этом случае нарастание и затухание происходит быстро). Узкополосные резонаторы (или фильтры) очень долго возбуждаются и затухают, но гораздо точнее быстрых широкополосных.

Рисунок 23. Широкополосная (а) и узкополосная (б) спектрограммы. На узкополосной спектрограмме выделена 10-я гармоника, которая воспроизводит изменения ЧОТ (КОК 3.24).

Если измерить значения частот в одной точке акустического сигнала⁵⁹, можно получить *спектральный срез* (или мгновенную спектрограмму)⁶⁰; для анализа изменений сигнала во времени используются *динамические спектрограммы* (измерения производятся через определенные временные интервалы).

Интенсивность колебаний при спектральном анализе регистрируется путем последовательного измерения напряжения на всех фильтрах. В результате получается информация об относительной интенсивности всех частотных составляющих (т.е., о спектре).

В последнее время спектральный анализ осуществляется при помощи компьютера: звуковой сигнал сначала преобразуется в электрический, затем в цифровую форму (это называется "оцифровкой" – см. ниже), затем – в изображение.

Образование гласных звуков

§ 60. Как происходит образование гласных с точки зрения акустики? Колеблющиеся частицы воздуха создают волны (сжатия и разрежения среды), которые распространяются со скоростью $c = 350$ м/с. Частота их колебаний зависит от длины волны: $f=c/\lambda$.

Речевой тракт при произнесении некоторых звуков (например, самого простого гласного [ъ]) можно представить в виде трубки, открытой со стороны губ и закрытой с другой стороны голосовыми связками. Длина этой трубки (L) составляет около 17,5 см., а диаметр – около 1 см.⁶¹ (см. рис. 24). Как будет воздух вибрировать в этой трубке в ответ на колебания источника (голосовых связок)? Можно ли попытаться предсказать, какие именно частоты источника будут усиливаться?

Вибрация резонатора похожа на вибрацию динамика или пружины в трубке (см. рис. 25). При этом частицы воздуха у закрытого конца трубки имеют гораздо худшие условия для колебаний, так как находятся в ограниченном пространстве, поэтому амплитуда их колебаний будет меньше (а давление больше), чем у открытого конца трубки, где может происходить обмен с окружающим пространством. Если сопоставить эти вариации давления со звуковой волной (представить их как часть звуковой волны), то можно увидеть, какие частоты будут резонировать – совпадать с кривой скорости частиц или звукового давления в данной трубке.

Напомним, что частота колебаний определяется длиной волны ($f=c/\lambda$), так как скорость распространения звука – величина постоянная. На рисунке 26 кривая скорости частиц продолжена до полного цикла. Как видно из рисунка, длина этой волны (λ) в 4 раза больше длины трубки (L): $\lambda=4L=4 \cdot 17,5$ см. = 70 см.), следовательно, частота первого резонанса и первой форманты составит $f=c/\lambda=35000$ см/сек.: 70 см. = 500 Гц. Но это только один из возможных резонансов и далеко не единственный. Кривые, представляющие другие частоты, тоже могут вызывать резонанс при условии, что амплитуда колебаний частиц будет минимальной (равной нулю) у закрытого конца и максимальной у открытого, пусть и с более сложными вариациями в середине.

Из рисунков 27-28 видно, что этому условию удовлетворяют волны с длиной волны $4/3 L$ ($f=c/\lambda=35000 \cdot 3/70=1500$ Гц.), $4/5 L$ ($f=2500$ Гц.), $4/7 L$ ($f=3500$ Гц.) и т.д., но другие резонансы будут гораздо слабее, поскольку амплитуда колебаний сильно уменьшается с увеличением частоты (3500 Гц. – это 7 раз по 500 Гц., то есть 7 октав, следовательно, амплитуда меньше на $7 \times 6=42$ дБ.). Таким образом, $f=c(2n-1)/4L$.

Так же можно вычислить и резонансы для других гласных, например, [а]. Здесь уже речевой тракт можно условно представить в виде двух трубок, одна из которых (от места сужения в речевом тракте⁶² до губ) шире другой (от гортани до места сужения в речевом тракте). Поскольку каждая из этих трубок в 2 раза короче одной, то резонансы будут в области 1000 Гц., 3000 Гц. и т.д. Но поскольку в этом случае вторая трубка не совсем закрыта с одного конца, то первый резонанс первой трубки будет чуть меньше (900 Гц.), а первый резонанс второй – чуть больше (1100 Гц.). Для лабиализованных гласных нужно будет еще учитывать увеличение длины резонатора за счет вытягивания губ, что будет понижать частоты резонатора.

Рисунок 24. Схематическое изображение речевого тракта в позиции для произнесения гласного [ъ] и упрощенное изображение соответствующей ему формы трубки (8.2)

Рисунок 25. Воздух в трубке, вибрирующий как пружина (вверху). Внизу слева – график скорости воздушного потока в каждой части трубки, внизу справа – давление воздуха в каждой ее части (по горизонтали на обоих графиках – длина трубки) (8.3).

Рисунок 26. График скорости воздушного потока из рисунка 25, продолженный до полного цикла (8.4).

Рисунок 27. Изменения скорости воздушного потока внутри трубки, составляющие $3/4$ полного цикла (8.5).

⁵⁹ Точка – это условное понятие. В таких случаях обычно производится усреднение приблизительно за 30-50 мс.

⁶⁰ Спектральные срезы русских гласных приведены в Приложении Б (рис. Б1 – Б9).

⁶¹ Заметим, что диаметр практически не имеет значения в том случае, если он значительно меньше длины.

⁶² При артикуляции [а] сужение имеет место в полости глотки.

Соотношение артикуляционных и акустических характеристик гласных

§ 61. Итак, звук речи – это результат модификации спектральных составляющих источника вследствие резонансов, возникающих в речевом тракте. Как уже говорилось, резонансы речевого тракта различной длины и формы называются формантами. Наиболее существенными характеристиками гласных являются значения первой и второй форманты, менее важной – положение третьей форманты⁶³.

Частоты формант (кроме частоты основного тона) задаются, в первую очередь, конфигурацией речевого тракта, что позволяет соотнести их с определенными целевыми артикуляциями.

Значение первой форманты гласного прямо пропорционально величине выходного (ротового) отверстия (чем больше отверстие, тем выше первая форманта) и обратно пропорционально объему полости глотки (чем больше полость глотки, тем ниже F_1). С артикуляционной точки зрения оба эти параметра в значительной степени определяются подъемом языка при артикуляции гласного. Значение второй форманты обратно пропорционально длине ротового резонатора, которая, в свою очередь, соотносима с рядом гласного.

Сравним для примера гласные [и], [а] и [у]. У гласных верхнего подъема [у] и [и] величина выходного отверстия невелика (у [у] совсем мала вследствие лабиализации – см. рис. 29, 30), а ширина полости глотки довольно велика (особенно у [и] – за счет смещения языка вперед), поэтому значение F_1 у этих гласных является минимальным. Наоборот, у гласного нижнего подъема [а] (см. рис. 31) величина выходного отверстия максимальна, а ширина полости глотки минимальна, поэтому значение F_1 максимально велико.

Рисунок 29. Рентгенограмма (слева) и функция площади тракта (справа) для гласного [и] (5.14).

Рисунок 30. Рентгенограмма (слева) и функция площади тракта (справа) для гласного [у] (5.21).

Рисунок 31. Рентгенограмма (слева) и функция площади тракта (справа) для гласного [а] (5.18).

Что касается длины ротового резонатора (расстояния от места наибольшего сужения до губ), то оно является минимальным у переднего гласного [и] (и значение его второй форманты самое большое) и максимальным у заднего гласного [у], при произнесении которого длина ротовой полости еще увеличивается за счет вытягивания губ (результатом чего является наименьшее значение F_2); гласный среднего ряда [а] в этом отношении занимает промежуточное положение (см. Таблицу 7).

Таблица 7. Зависимость значений первой и второй формант гласных от размеров выходного отверстия и полостей рта и глотки.

	[и]	[а]	[у]
<i>величина выходного отверстия</i>	<i>малая</i>	<i>большая</i>	<i>очень малая</i>
<i>объем полости глотки</i>	<i>большой</i>	<i>малый</i>	<i>средний</i>

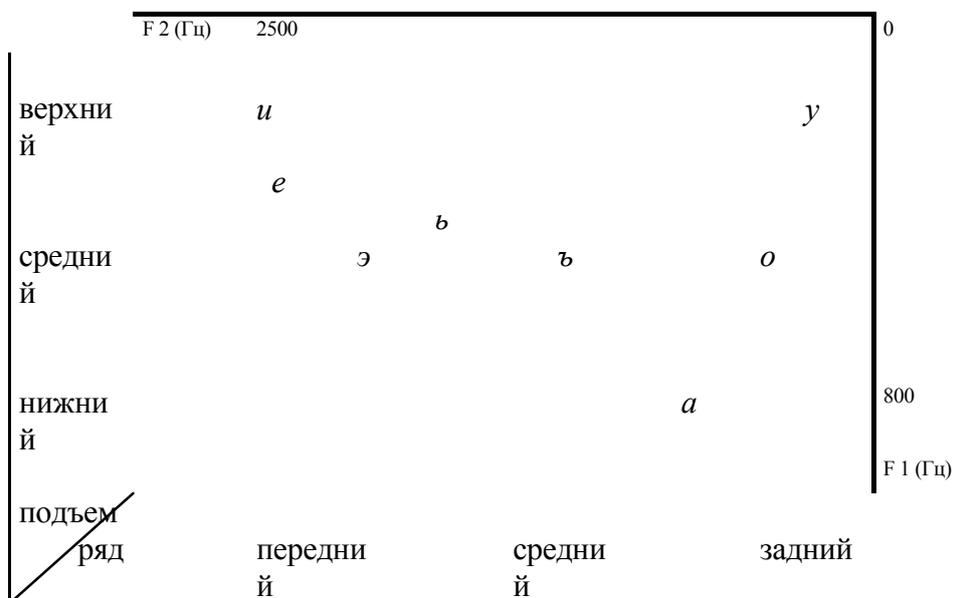
⁶³ Необходимо иметь в виду, что все гласные имеют и нулевую форманту – частоту основного тона, но она практически не зависит от свойств речевого тракта при произнесении конкретного гласного.

F_1	низкая	высокая	низкая
<i>длина ротовой полости</i>	<i>малая</i>	<i>средняя</i>	<i>очень большая</i>
F_2	высокая	средняя	очень низкая

Абсолютные значения формант у разных людей могут варьировать в довольно широких пределах, но общая формантная структура (F-картина) с низкой F_1 – высокой F_2 для [и], низкими F_1 и F_2 для [у] и высокой F_1 – средней F_2 для [а] сохраняется всегда. F-картина гласного [е] очень похожа на F-картину [и] (хотя его первая форманта несколько выше, а вторая – несколько ниже), а F-картина [о] очень похожа на F-картину [у] (хотя обе его форманты несколько выше, чем у [у]). Гласный [э] по своей формантной структуре занимает среднее положение между [и] и [а].

Соотношение артикуляционных (подъем и ряд) и акустических (значения F_1 и F_2) свойств гласных приведено на рисунке 32.

Рисунок 32. Соотношение значений первой и второй форманты гласных с их рядом и подъемом.



Гласный [ы], в отличие от всех других гласных, в произношении большинства носителей русского языка имеет дифтонгический характер. Это проявляется в том, что вторая форманта [ы] постепенно повышается, часто доходя до значения, характерного для [и] (2200-2500 Гц.). Гласный [ь], как уже упоминалось ранее, характеризуется значением F_1 около 500 Гц. и F_2 около 1500 Гц., гласный [ь] – соответственно 400 и 1700 Гц.

Ударные гласные отличаются от соответствующих безударных большей длительностью, а заударные от всех остальных – значительно меньшей интенсивностью.

Типичные спектральные срезы гласных, на которых можно увидеть их формантные картины, приведены в Приложении Б на рисунках Б1 – Б9. Форманты отражаются на этих рисунках в виде пиков.

Динамические спектрограммы гласных приведены в Приложении В на рисунках В1 – В6. На них форманты отражаются в виде горизонтальных черных полос.

§ 62. Увеличение общей длины резонатора и уменьшение выходного отверстия приводит к понижению всех формант, а ее уменьшение – к повышению. Сужение в передней части ротовой полости ведет к сближению F_2 и F_3 за счет повышения F_2 , а сужение в задней части – к сближению F_2 и F_1 за счет понижения F_2 . При уменьшении расстояния по

частоте между двумя формантами их амплитуды увеличиваются, что приводит иногда к появлению общего максимума (это очень типично для F_1 и F_2 гласного [y]). Можно считать, что для трех основных гласных наиболее существенным является то, какие именно форманты сближаются: для [и] это F_2 и F_3 , для [а] и [у] – F_1 и F_2 (но в разных областях) – см. рис. 33.

В потоке речи один и тот же акустический эффект может быть достигнут при помощи различных артикуляционных стратегий. Так, при произнесении [у] губы часто не вытягиваются, а для достижения того же акустического эффекта язык отодвигается дальше назад (ротовая полость удлиняется), при этом – чтобы не уменьшался объем полости глотки – опускается гортань.

Традиционно классификация гласных строится на основании артикуляционных параметров – положения губ и языка во рту, хотя положение гласных в традиционном трапецоиде точнее соотносится со значениями F_1 и F_2 , чем с положением верхней точки языка на вертикальной и горизонтальной оси (ср. рисунки 9 и 32). Кроме того, следует отметить, что для артикуляции гласного положение высшей точки языка не так важно, как место наибольшего сужения во рту (так, например, для [а] наибольшее значение имеет сужение между задней частью языка и стенкой глотки).

Рисунок 33. Влияние формы тракта на его резонансные свойства (КОК 3.11).

§ 63. Гласные и сонорные согласные отличаются от шумных согласных наличием видимой формантной структуры (F-картины). У шумных согласных вследствие действия антирезонансов и возможного отсутствия голосового источника F-картина (или ее низкочастотная часть) может быть не видна (скрыта). В этом случае принято говорить о локусной формантной картине, которая может быть восстановлена по движению формант соседних сонорных звуков. **Локусы формант** – это те области в спектре шумных согласных, где должны находиться форманты, хотя они и не видны непосредственно на спектрограмме.

Коартикуляционные изменения гласных

§ 64. В предыдущем разделе речь шла о формантной структуре изолированных гласных. Однако в реальной речи изолированное произнесение звуков практически не встречается, а соседние согласные (в большей степени предшествующие, чем последующие) очень сильно влияют на спектр гласных. В результате гласные практически всегда состоят не только из **стационарных участков** (где не наблюдается значительных изменений F-картины), но и из так называемых **переходных участков (transitions)**, где эти изменения происходят довольно быстро. Так, F_1 гласного в соседстве со смычными согласными всегда понижается, а F_2 – либо понижается, либо повышается в зависимости от ее значения на стационарном участке гласного и от значения локуса F_2 согласного (он зависит от места образования согласного и его твердости/мягкости).

Направление F_2 различных гласных русского языка в соседстве с согласными разных классов приведено в таблице 8 и на рисунках Б12-Б15 в Приложении Б. Динамические спектрограммы соответствующих сочетаний приведены в Приложении В на рисунках В7 – В9.

Таблица 8. Направление F_2 гласного в соседстве с согласными разных классов.

F_2 гласного по направлению к	и	ы	у	о	а	э
твердому губному согласному	↓↓	↓	=	=	↓	↓
твердому переднеязычному согласному	↓	↓	↑	↑	↑	=
мягкому согласному	=	↑	↑↑	↑↑	↑	↑

↑ – повышается, (↑↑ – резко повышается), ↓ – понижается (↓↓ – резко понижается), = – не изменяется.

Акустические свойства согласных

§ 65. Сонорные согласные по своей спектральной картине очень близки гласным и иногда отличаются от них только меньшей интенсивностью.

Боковой сонант [л] выделяется по очень высокой F_3 и слабо выраженной низкой F_2 . Дрожащий [р] лучше всего опознается по очень краткому (около 30 мс.) перерыву в звучании. Спектральная картина [j] очень похожа на спектр [и], но может иметь и шумовые (непериодические) составляющие в верхней области частотного диапазона. Все сонанты (но

особенно часто – мягкие) в значительной степени, а иногда и полностью, оглушаются в позиции конца слова или перед конечным шумным согласным.

У **носовых согласных**, в отличие от других сонорных, не два, а три резонатора (кроме полости рта и глотки это еще и полость носа). Открытый проход в носовую полость создает очень большой резонатор (глотка + нос) и, соответственно, сильный резонанс, обычно в области 200-300 Гц. (этот резонанс чуть выше у [н], у которого меньше ротовой резонатор). Кроме того, у носовых согласных наблюдается ослабление (антирезонанс) в области F_2 соседнего гласного (у губных чаще всего в области 500-1500 Гц., у зубных – 2000-3000 Гц.).

§ 66. Шумные согласные.

Если у гласных резонансные полости находятся впереди источника звука (голосовых связок), то у шумных согласных они могут находиться как впереди, так и позади источника (шумообразующей преграды).

Резонансные полости, находящиеся впереди источника шума, оказывают гораздо более сильное влияние на спектр звука, чем резонансные полости, находящиеся позади источника.

Низкий локус F_1 (значение которой связано с величиной ротового отверстия) является признаком смычного образования согласного, низкий локус F_2 – губной артикуляции или дополнительной артикуляции веляризации; высокий локус F_2 (в области около 2200-2500 Гц) свидетельствует о палатализации (или палатальности) согласного, ее средне-высокий локус (1500-1800 Гц) – о переднеязычной артикуляции.

Таблица 9. Приблизительные значения F_1 и F_2 русских гласных и локусы F_2 некоторых классов согласных русского языка.

	у	о	а	э	е	и	ь	ъ	мягкие	переднеязычн ые	губные
F_1 (Гц)	300	400	800	600	400	300	400	500			
F_2 (Гц)	600	800	120 0	1600	200 0	250 0	170 0	150 0	2500	1500-1800	600

Взрывные согласные выделяются по наличию паузы (отсутствию сигнала во время смычки), взрыву (резкому изменению спектральной картины) и послевзрывной фазе:

- у [п] она является самой непродолжительной, а максимум спектральной энергии не превышает 600 Гц.;
- у [т] максимум находится в высокочастотной (выше 1500 Гц.) области, но в целом энергия взрыва распределена практически по всему спектру;
- у [к] взрыв самый долгий (так как при его произношении больше всего расстояние от места артикуляции до губ) и самый интенсивный (так как давление воздуха за смычкой является наибольшим), чаще всего он расположен в области F_2 следующего гласного (при его отсутствии – обычно ниже 2500 Гц.) и очень часто бывает двойным.

Впрочем, максимум информации о месте образования согласного можно получить не по его взрыву, а по переходному участку следующего гласного, содержащему информацию о локусной F -картине согласного: у велярных согласных наблюдается сближение F_2 и F_3 ; у твердых переднеязычных (кроме [л]) F_2 обычно расположена в области около 1500 Гц., а F_3 бывает очень высокой; у губных все форманты имеют низкие значения. У всех звуков, соседних со смычными согласными, наблюдается понижение F_1 .

Щелевые согласные характеризуются довольно долгим (100-200 мс.) шумовым периодом с плавным началом. При этом

- у [х] наблюдается самая низкая и узкая полоса усиленных частот (в той же области, что и у [к]),
- у [с] – самая высокая и широкая (там же, где у [т], наибольшее усиление энергии наблюдается в области выше 4000 Гц.),
- у [ш] – самый интенсивный шум (в области более низкой, чем у [с], максимум энергии ниже 4000 Гц.),

- у [ф] шум самый слабый, расположенный в нижней части спектра (там же, где у [п]).

Щелевые согласные, характеризующиеся интенсивным шумом, который образуется не в месте сужения, а в результате отражения воздушного потока разной скорости от преграды (зубов), называются *сibilянтами* (зубные и переднеязычные).

Аффрикаты выделяются по наличию и смычки, и фрикативного шума (с резким началом, в отличие от постепенного у щелевых). Смычная и фрикативная части аффрикат короче, чем смычка и шум соответственно взрывных и щелевых согласных.

Звонкие согласные выделяются по наличию F_0 и меньшей интенсивности взрыва и/или шума; кроме того, они несколько короче соответствующих глухих.

Сведения о твердости/мягкости согласных заключаются, в первую очередь, в переходных участках гласных: у всех гласных в положении рядом с мягким согласным F_2 стремится в район 2200-2500 Гц.

Выше перечислены лишь самые основные сведения о спектральной картине различных звуков русского языка; при этом необходимо помнить, что эта картина в значительной степени зависит еще и от условий произнесения и записи, а также от индивидуальных особенностей говорящего. Типичные динамические спектрограммы согласных приведены в Приложении В на рисунках В? – В?.