

МЕХАНИЗМЫ РЕЧИ*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Термин "механизмы речи" можно понимать в очень широком смысле, имея, например, в виду все то, что обычно подводится под введенное И. П. Павловым понятие – "вторая сигнальная система". При таком расширенном понимании в исследование необходимо включить не только изучение речевого процесса, но и анализ мыслительных операций, проблему соотношения образа и слова, понятия и слова, суждения и предложения, хода мысли и строения текста, инструкции и ее выполнения в действии и, вероятно, еще многое другое. Однако, если автор не ставит задачу дать общий обзор избранного вопроса в целом, а в контексте современных знаний излагает свои собственные исследования, публикует новый фактический материал и предлагает в связи с этим некоторые гипотезы и концепции, он вынужден ограничить область изучаемого предмета. Это тем более необходимо при исследовании такого сложного явления, как механизм речи.

В психологии раздел о мышлении является (наименее разработанным. Здесь нет установившихся, более или менее общепризнанных положений и классификаций. Подчас логика подменяет (психологию, а физиологические объяснения по меньшей мере настолько общи и неопределенны что кажутся пустыми, поэтому в лучших случаях опускаются. Такое состояние дела, на мой взгляд, во многом зависит от того, что не решены самые элементарные и первоначальные проблемы механизма речи. Если нам неизвестны единицы, элементы, составляющие систему речевого общения, то спрашивается, как можно разобраться в процессе формирования мысли, ее передачи и понимания. Вот почему вначале целесообразно проблему механизма речи ограничить изучением этих элементарных, простых единиц, как средств речевого общения. Именно такое ограничение и проводится в предлагаемой работе. Вопросы о том, как образуются звуки речи, вырабатываются слоги, формируются слова и фразы, являются исходными и первоначальными в проблеме механизма речи. Без достаточно точного ответа на эти вопросы, догадки о механизме мыслительных операций могут быть лишь очень

приблизительными и шаткими. В лучшем случае они останутся эмпирическим описанием наблюдаемых случаев, тогда как подлинно научный интерес исследования состоит в том, чтобы вскрыть механизм явлений. Если механизм данного явления изучен, возникает возможность и перспектива овладения им. В этом и состоит связь теории с практикой, так как учет принципов работы механизма является теорией данного вопроса, а переустройство, улучшение и приспособление механизма к нуждам людей диктуется задачами практики.

Едва ли стоит доказывать то очевидное положение, что изучение теории механизма речи имеет первостепенное практическое значение!

Это нужно для решения вопросов усвоения родного и иностранного языков, развития устной и письменной речи, в частности, овладения орфографией, исследования выразительности речи и ее высших форм — художественного, сценического исполнения. Изучение речевого механизма помогает понять и целый ряд разнообразных патологических явлений, дефектов и расстройств речевого процесса. В связи с новыми достижениями в области звукопередачи по разнообразным линиям связи, электроники, телемеханики, автоматики и электронных счетных

машин возникают широкие и увлекательные перспективы учета опыта в этих областях применительно к проблемам механизма речи.

Такое обилие возникающих теоретических и практических задач тем более заставляет сконцентрировать исследование на первоначальных и простых вопросах.

В предлагаемой книге преимущественно разбирается одно звено механизма речи — составление слов из звуков. Этому вопросу уделено наибольшее внимание. Однако такая сравнительно узкая задача не была бы решена, если бы изучаемое звено механизма речи рассматривалось вне связи с другими звеньями и со всем механизмом в целом. Вот почему в книгу включены также главы и параграфы, в которых разбираются вопросы отбора слов, составления сообщения из слов, вопросы внутренней речи, патологии речи, сценической речи и т. п. Однако и по этим вопросам автор старается высказываться лишь в меру собранных им фактических экспериментальных материалов и возможных теоретических допущений.

Автор сознает, что сама попытка выступить с книгой о механизме речи может быть названа претенциозной. Но первоначально такая задача не ставилась, если бы ряд счастливых обстоятельств

не позволил связать одни найденные факты с другими.

В 1948 г. я, интересуясь вопросами сценической речи, предпринял ряд акустических записей актерских экспериментальных кусков. Приступив к их обработке, главным образом в части динамики речевого процесса, пришлось столкнуться с рядом неожиданных и непреодолимых препятствий. Оказалось, что кривую динамики речи невозможно интерпретировать ни по силе ударений, ни даже заметить слогоразделы, хотя актерское исполнение было безупречным по дикции и все звуки произносимых слов хорошо различались слухом. Это явление было выражено так резко, что нельзя было ссылаться на погрешности записывающей аппаратуры. Пришлось отложить расшифровку полученных записей на неопределенное время. Здесь и обнаружились наши недостатки в знаниях элементарных явлений речевого процесса.

Естественно появилась необходимость разобраться в неожиданно возникших вопросах. Были произведены новые акустические записи, значительно более простые, но построенные то специальному подбору экспериментального материала. В результате выяснилась небольшая

доля неожиданно всплывшего общего темного вопроса. Был установлен ряд разногромкости гласных *а, а, э, і, и, ы* и объяснен парадокс ударения, состоящий в том, что каждый из гласных квантуется по особой сетке динамических уровней и поэтому ударный слог иногда может быть значительно менее громким, чем неударный. Эта часть работы была опубликована в статье "Вопросы восприятия ударения слов русского языка".

Однако объяснение парадокса ударения на основе акустических записей могло быть только гипотетическим. Для более точного ответа следовало обратиться к исследованию артикуляционного аппарата. Без этих данных выдвинутая гипотеза была мало содержательной. Предполагалось, что в модуляции слоговой динамики основную роль должны играть плавные движения надгортанника. Возникла необходимость прямых наблюдений за речедвижениями в области глоточной трубки.

Счастливым обстоятельством здесь явилось то, что рентгенологом В. Г. Гинзбургом была уже разработана техника и методика рентгенологических наблюдений за движениями в области всей надставной резонаторной трубки. Психологу пришлось осваивать до сих пор не

применявшуюся в нашей науке методику. Первоначально наблюдения имели довольно случайный характер. Действительно подтвердилась гипотеза о чрезвычайной подвижности надгортанника в процессе речи. Но вместе с тем возникло предположение, что основная роль принадлежит все же не надгортаннику, а всей системе глоточных модуляций. Однако эта идея не могла быть оценена в полную меру до того счастливого момента, когда в один из дней рентгенограммы, фиксирующие произнесение гласных, не были разложены в ряд, точно совпавший с тем рядом разногромкости гласных, который был получен в акустических записях 1948 г. при исследовании удара в словах.

После такого, оказавшегося неожиданным, совпадения стало ясным, что решение проблемы надо искать в сопоставлении рядов речедвижений и звуков речи. Возникла идея комплексной методики, т. е. сопоставления акустических и рентгенологических данных. Стала более ясной система отбора необходимого материала и пути его нахождения. Возникла неотложная задача исследовать периферию всего речедвигательного анализатора, с тем чтобы по результатам этих наблюдений судить о работе центральной

замыкательной системы. При всей ясности возникших перспектив они таили в себе много трудностей, новых неудач и неожиданных обстоятельств.

Надставная резонаторная трубка – это только часть речевого прибора. Надо было поставить вопрос о (речевом дыхании, о движениях диафрагмы и всего трахеобронхиального дерева. На это толкали данные, полученные в наблюдениях за глоточными модуляциями. Кроме того, в двадцатых годах в исследованиях Л. Д. Работнова был установлен последовательный ряд гласных, расположенный по степени нарастания силы воздушного давления. Оказалось, что и этот ряд в точности совпадает с теми двумя рядами гласных, о которых говорилось выше. Этот факт вселил уверенность в то, что решение вопроса о механизме речи в общей форме может быть достигнуто, если сопоставить до сих пор разрозненные наблюдения за деятельностью разных частей сложного речевого прибора. В этот период и появилась мысль о возможности систематической разработки проблемы механизма речи.

Здесь хочется подчеркнуть одно положение, которое проводится в дальнейшем во всей предлагаемой работе. Надо преодолеть

разобщенность наук, часто мешающую правильно видеть простые явления, сопоставлять то, что разобщено в разных дисциплинах, и не находить методику, давно применяемую в какой-либо области. Эти обстоятельства значительно мешают разработке вопросов механизма речи. Так, для регистрации дыхательных движений психологи, фонетисты и даже очень многие физиологи обычно применяют пнеймограф. Вместе с тем рентгенологами и фтизиатрами для тех же целей давно уже употребляется гораздо более наглядная, точная и убедительная рентгенокимографическая методика. Однако намерение применить эту методику в области психологии встречается с сомнением самими психологами, полагающими, что она не соответствует специальным задачам психологической науки.

Изучение механизма речи невозможно, если не преодолеть разобщенности смежных дисциплин. Вместе с тем на пути сближения дисциплин возникают трудности изложения материала. То, что фонетисту кажется простым и достаточно известным, остается не всегда знакомым психологу и физиологу, и наоборот. Вполне возможно, что в предлагаемой работе пропорции в этом отношении соблюдены не в полной мере. То, что интересно одним специалистам, может

показаться чуждым для других, а, возможно, иногда и недостаточно точно или полно изложенным. Считаюсь с реальным положением дела, можно надеяться, что неточности будут исправлены в дальнейшей совместной работе, а недостаток интереса к тому или другому частному вопросу восполнится сознанием необходимости объединения представителей разных дисциплин на пользу исследования одинаково для всех важной проблемы механизма речи.

Конечно, занявшись таким довольно далеким от психологии вопросом, как изучение движений диафрагмы, нельзя было предвидеть, какие это принесет результаты. В первый год при овладении методикой были получены очень неопределенные данные. Их трудно было согласовать с уже сложившейся вчерне гипотезой речевого дыхания. Это было связано также с организационными трудностями, так как наблюдения приходилось проводить урывками в медицинском учреждении, загруженном собственной работой. Но в дальнейшем, после отбора экспериментального материала по определенной системе, получились такие рентгенокимограммы, которые можно назвать ключевыми ко всей проблеме речевого дыхания как одного из важнейших компонентов механизма речи. Наиболее же существенным

оказалось то, что обнаружилась связь глоточных модуляций с колебаниями диафрагмы. При изучении этих эффекторов по отдельности не приходит в голову мысль о возможности такой их тесной до мельчайших подробностей связи. Теперь, когда основные факты собраны и изложены в определенной связи, они едва ли способны вызвать у читателя даже долю того удивления, которое естественно возникло при первом изучении рентгенокимограмм, регистрирующих парадокс речевого дыхания.

Но и исследование движений диафрагмы не столько решало проблему, сколько выдвигало новые загадки в деятельности речевого механизма. Следовало продолжать начатый путь и обратиться к изучению бронхиальной перистальтики и ее роли в речевом процессе. Эта работа не могла бы быть выполнена, если бы не была оказана дружеская помощь, всяческое содействие и высококвалифицированная консультация со стороны проф. Н. А. Панова и его помощника И. В. Макарова. Однако, вследствие сложности расшифровки по бронхокимограммам весьма тонких движений бронхиальных веточек и затруднений в получении массового и разнообразного материала, проведенная в этой части работа не может считаться законченной.

Удалось лишь в общих чертах наметить и подтвердить некоторыми фактами защищаемую в книге гипотезу внешнего дыхания применительно к процессу речи.

Но даже при восполнении бронхографического материала поставленная задача еще не решалась в целом. Речевой процесс — это динамическая смена элементов. Надо было зарегистрировать алгоритм, т. е. поэлементную последовательность речедвижений. Предшествующий анализ позволил раскрыть алгебраическую сумму, составляющую каждый из элементов двигательного речевого ряда. Теперь надо было найти сцепление этих элементов в алгоритм, составляющий слово. Задача была выполнена путем применения кинорентгено съемки модулирующей надставной трубки. Эта, вообще говоря, нетрудная и несложная техническая задача решалась у нас все же впервые. Полученный материал представляет несомненную ценность документа. Он может изучаться не только в целях исследования механизма речи, но и для постановки более специальных вопросов фонетики, физиологии и физиологической акустики. Вот почему в конце книги приводится довольно обширный материал, содержащий около 900 кадров, вырезанных из

кинолент. Изучая этот материал, читатель может не только проверить выдвигаемые в книге теоретические положения, но и *сам* построить такие объяснения, которые могут представляться ему более вероятными.

Конечно, вырезки из кадров не могут заменить просмотр киноленты: на экране, когда вся динамика речедвижений раскрывается воочию. Кроме того, к сожалению, даже тщательно выполненный на мелованной бумаге типографский оттиск не показывает всех полутеней, так хорошо видимых на просвет негатоскопа или флюороскопа. В ряде кадров плохо просматривается контур языка, так как он или закрыт зубами, или вообще для данного объекта съемки следовало бы подобрать более точный режим работы рентгеновской аппаратуры. Однако просвет глоточной трубки, что интересовало нас в наибольшей степени, везде виден достаточно хорошо.

Метод киносъемки, как средство изучения речевого процесса, у нас недооценивается. Являясь горячим сторонником этого метода, я вначале не допускал мысли о том, что на киноленте можно зарегистрировать движения речевых органов в процессе внутренней речи, хотя кое-что в ранее собранном материале толкало

искать в этом направлении. Казалось, что этот метод слишком груб для обнаружения тонких, редуцированных речедвижений, возникающих при внутренней речи. И только после того, когда ряд случайно обнаруженных фактов подсказал ошибочность таких опасений, была организована вторая серия кинорентгено съемки, специально для регистрации речедвижений три решения мыслительных задач. Результаты, изложенные в этой работе, подтвердили применимость кинорентгено съемки для осуществления даже таких тонких наблюдений.

Получив данные о работе речевого прибора в норме, надо было проверить выдвинутые гипотезы хотя бы на некоторых случаях патологии. Была произведена кинорентгено съемка надставной трубки глухонемых и заикающихся. Собранные данные позволяют думать, что киносъемка надставной трубки может раскрыть очень многое во всех разнообразных случаях речевой патологии. Хочется побудить исследователей к применению этого незаменимого и многообещающего метода.

Таким образом, предполагаемая (работа двигалась от случая к случаю, от неудач к посильным успехам. Полученные факты не столько отвечали на поставленный вопрос,

сколько задавали все новые и новые. В конечном счете идея объединения этих фактов под общим заголовком; "Механизмы речи" возникла к моменту начала литературного оформления книги.

Изложение краткой истории возникновения этой монографии преследует цель доказать следующую мысль. Работа по изучению механизма речи проводится разбросанно, в разных лабораториях и разными специалистами. Даже аппаратура – акустическая, рентгенологическая и другая, необходимая для исследования этого вопроса, – не собрана в каком-либо одном месте. Если признать перспективность и научную важность исследования механизма речи, необходимо объединить усилия специалистов и предпринять организационные шаги к систематической концентрации сил для решения и постановки таких проблем, которые должны быть решены коллективным трудом. Если предлагаемая книга будет способствовать достижению такого объединения, автор может считать свой общественный долг выполненным.

Но и кроме предстоящих задач появление этой книги во многом зависело от коллективных дружеских усилий целого ряда лиц, которым я должен принести глубокую и искреннюю

благодарность.

Особенно хочется отметить незаменимую помощь, оказанную в этой работе В. Г. Гинзбургом, и вспомнить наши совместные поиски объяснения явлений, которые теперь уже представляются простыми, но раньше казались загадочными. Успехами в получении рентгенокимограмм диафрагмы я обязан И. Б. Гуревичу. Без дружеской помощи Н. А. Панова и И. В. Макарова (нельзя было осуществить бронхокимографию. Большая часть акустических измерений была проведена в лаборатории экспериментальной фонетики и психологии речи, руководимой В. А. Артемовым, заботливой рукой которого собрана ценная специальная аппаратура. Благодаря содействию инженера этой лаборатории А. А. Матвеева были получены все спектрограммы. Я многим также обязан своим товарищам по работе в лаборатории мышления и речи Института психологии АПН РСФСР А. Н. Соколову и Ф. Н. Шемякину, не раз обсуждавшим и критиковавшим эту рукопись, а также дирекции института, создавшей наиболее благоприятные условия для работы, вначале очень неясной по ожидаемым результатам. Я должен также выразить признательность редактору Издательства Академии педагогических наук

РСФСР И. В. Жукову за исключительное
внимание к редактированию текста.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

РАЗНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССА

ВВЕДЕНИЕ

§ 1. Психология речи и смежные дисциплины

Речь в качестве объекта изучения привлекает внимание ряда научных дисциплин. Языкознание во всех аспектах – фонетическом, лексическом и грамматическом, – физиология в части проблем, связанных с деятельностью второй сигнальной системы, физика в разделе акустики, логика и, наконец, психология, – каждая из этих областей знания, идя своими путями и дорогами и решая свои особые специальные задачи, имеет в виду все тот же общий для всех этих дисциплин речевой процесс. То обстоятельство, что реальный объект изучения остается общим, заставляет каждую из этих дисциплин, при всей специфичности своего предмета и применяемых методик, считаться с фактами, добытыми в каждой из смежных областей. Есть и такие, обычно мало

разработанные смежные проблемы, относительно которых трудно сказать — относятся ли они к одной из наук или сразу к нескольким. Во всяком случае любая из указанных дисциплин при решении своих собственных проблем исходит из тех или других предположений и допущений для построения некоторой общей концепции речевого процесса в целом. Исследуя, например, такие основные языковые и речевые единицы, как речевой звук, слог, слово, предложение, грамматические категории и формы, нельзя не исходить из какой-то общей концепции о соотношении мышления и речи. При этом возникает нужда не только в принципиальных, философских положениях, которые для всех марксистов являются общими, но и в специальной теории этого вопроса, основанной на системе фактов, достаточно широко и глубоко охватывающих изучаемый материал и позволяющих делать важные практические выводы.

Первоначально кажется, что лингвист, например, может совершенно отрешиться от тех процессов, которые происходят в мозгу человека при усвоении языка, при восприятии и понимании речи. И действительно, лингвистика имеет дело с фактами языка в его современном состоянии или

историческом развитии, фактами, объективно данными в устной и письменной речи определенного народа. Для языковеда нет никакой необходимости спрашивать о том, как усваивается ребенком язык, как непосредственно возникшее восприятие предмета передается во вторую сигнальную систему, какие нервы управляют языком или диафрагмой, каковы виды дефектов речи и т. п. Все эти вопросы остаются за пределами того предмета, который изучается в языковедении. Языковед может ровно ничего не знать о мозге и его работе и все-таки вполне успешно проводить свои узкоспециальные наблюдения над фактами языка и устанавливать законы его развития.

Однако язык является средством общения. В нем все приспособлено для того, чтобы произошел обмен мыслями и состоялось взаимное понимание говорящих. Нельзя, исследуя язык, совершенно отрешиться от всякой концепции о процессе общения. И действительно, история языкознания полна такого рода концепциями. В решении вопроса о взаимоотношении процесса мышления и языка лежит отчетливый рубеж между идеализмом и диалектическим материализмом применительно к данной проблеме. Идеалистическая концепция исходит из того, что

язык возникает из речи как индивидуально-психологического процесса. Особенности этого процесса и определяют систему языковых явлений. Психология в таком случае становится объяснительной наукой по отношению к языкознанию. Именно из таких допущений исходили Ф. Ф. Фортунатов, А. А. Шахматов, А. М. Пешковский, Г. Пауль, В. Вундт и др. Только неразработанность этой концепции и беглый взгляд на психические явления, без учета объективных фактов, спасли этих ученых от явных противоречий с теми – часто вполне достоверными – положениями, которые они устанавливали в области собственно языковедческих наблюдений. Эта позиция, получившая название психологизма, в любых ее разновидностях давно уже отвергнута современной наукой. Она противоречит самым элементарным и общеизвестным фактам.

Речь одного человека, оставаясь чисто и сплошь индивидуальным и неповторимым процессом, могла бы вызвать у слушателя тоже такой же индивидуальный и неповторимый психический процесс. В таких условиях, конечно, не может состояться взаимное понимание. Лишь случайностью можно было бы объяснить какую-то долю понимания, все остальное отнести к полной

невозможности общения. Однако любой ответ на речь собеседника, если он не является ответом невпопад, свидетельствует о том, что у обоих собеседников есть область полного тождества, даже в том случае, когда один отрицает то, что признает другой. Однако не существует достаточно обоснованной теории о том, что же это за область тождества, как она образуется, какие возможны отклонения от этих пунктов тождества и как подобраться к их изучению. Уже тот факт, что психологические попытки построения общей теории речевого общения исходят, главным образом, от лингвистов, показывает их чрезвычайную заинтересованность в решении этих вопросов, не их вина, а скорее беда состоит не столько в том, что они вынуждены пользоваться психологическими сведениями из вторых рук, но в том, что и "первые-то руки" психологов связаны при подходе к решению этих вопросов. Они связаны разобщенностью самих этих дисциплин. Психолог не может подойти к разработке общей теории речевого процесса, если в его руках нет лингвистических фактов, если он не зачерпнет с достаточной глубиной всего того, что добыто в лингвистике. Таким образом, возникшая испокон веков проблема для ее решения; требует гораздо более дружных усилий с разных сторон,

чем это было раньше и чем это было возможно раньше.

Уже простое и ставшее общеизвестным положение о том, что язык есть общественное явление, развивающееся по своим внутренним законам, заставляет переменить всю проблематику старой психологии речи. Не психика определяет язык, а, наоборот, язык, как система средств общения, сложившаяся в процессе исторического развития, определяет в онтогенезе те пункты тождества, которые необходимы для общения, для взаимного понимания, для приема и выдачи сообщения. Центральной проблемой старой психологии речи являлось выяснение соотношения представления и звукового комплекса слова. Говорилось обычно об ассоциации между тем и другим. Но ведь слово состоит из звуков и слогов. Какую роль играют звуки и слоги и представления о них в речевом процессе? О каких представлениях следует говорить – о слуховых, двигательных? Как из них может возникнуть значение слова, которое должно быть тождественным для всех говорящих на данном языке? На все эти вопросы весьма трудно ответить прежде всего потому, что представления, как это знают психологи, не поддаются достаточно точной фиксации, учету и

объективному определению. К этому следует добавить, что в данном случае приходится говорить о едва заметных, а чаще совсем незамечаемых представлениях и ощущениях, возникающих в микроинтервалах времени. В этих условиях термин "представление" превращается в очень условное обозначение какой-то группы мало определенных явлений.

Вышеприведенное положение об языке как внешнем факторе заставляет развернуть другую проблематику. Надо встать на совершенно объективный путь и основываться на тех материальных средствах, которыми располагает человек для воспроизводства речи. Надо спросить, на какие элементы и единицы – речевые и языковые – членится речь, на какие элементы членится звук и, в частности, речевой звук, на какие элементы членятся речевые движения. Надо узнать, как эти элементы, принадлежащие к разным рядам явлений, соотносятся друг с другом и синтезируются в комплексы. После решения этих вопросов станет более ясным, что же именно в восприятии, понимании и произнесении речи остается постоянным и тождественным в момент общения и что меняется и почему меняется. Решение этих вопросов покажет, как членится мысль в тех материальных средствах речи, в

которых она фиксируется и воспроизводится и через посредство которых образуется. Один из основных путей изучения членения мысли, ее хода и движения состоит в исследовании членения речи, именно речи, так как в языке содержатся лишь нормативные правила, по которым строится речевое общение. Так поставленная задача и проблематика, надо думать, или нужна одинаково и психологии и языкознанию, или, возможно, составит новую область, которая закроет зияющую разобщенность этих дисциплин. Во всяком случае, для разработки поставленных вопросов потребуются совместные усилия не только психологов и лингвистов, но и представителей других дисциплин, так как в эту область входит исследование звука и произносительного аппарата.

К указанным вопросам можно прибавить и другие, изучение которых наименее разработано именно потому, что они остаются смежными. Сюда относится проблема выражения в речи воли и чувства. Если вопросы о соотношении значения слова и понятия, суждения и предложения как-то решаются, по ним уже намечаются некоторые направления и выводы, то в области изучения волеизъявления и эмоциональной окраски речи почти ничего не сделано. Грубые и подчас

совершенно субъективные деления речи на мало эмоциональную, более эмоциональную и сильно эмоциональную достаточны лишь для приблизительных описаний. Не вскрыт самый механизм фиксации и включения эмоциональных реакций в речь.

Достижения в любой из смежных наук вызывают некоторую перестройку и во всяком случае конкретизацию понятий в других смежных дисциплинах. Меры такой перестройки зависят от конкретного содержания каждой из проблем и от степени ее научной разработки. Есть области настолько мало изученные, что любые твердо и научно обоснованные в них факты могут служить основанием для выводов не только одной какой-либо науки, но и целой группы смежных дисциплин. Именно к такой области относится проблема механизма речевого произнесения. Вопросы о материальной природе речи, о способах и средствах образования речевых звуков и о произнесении слов и фраз являются самыми элементарными, исходными и первоначальными для всех тех, кто изучает язык и речь. Нехватка фактов и общей теории в этой области тотчас же скажется при решении других более сложных вопросов. А так как решение этих более сложных вопросов откладываться не может, то приходится

довольствоваться тем немногим, что известно из области первоначальных элементов. При этом складывается впечатление, что исследование элементов не так уже важно в свете действительно значительных проблем. Больше того, укоренившаяся традиция недооценки изучения элементов речи порождает мнение о том, что в этой области едва ли можно обнаружить что-либо такое принципиально новое, что могло бы повлиять на выводы при решении более сложных вопросов.

Однако в области изучения механизма речи сделано так мало, что трудно предвидеть, какие выводы могут последовать, если эти вопросы будут решены с достаточной полнотой и точностью. Недооценка всей этой группы элементарных вопросов возникает скорее вследствие скудности наличных сведений, чем открывающихся перспектив. Достаточно сказать, что среди органов речи относительно изученными являются только те, движения которых могут быть видимы невооруженным глазом, — язык, губы и отчасти нёбная занавеска, функции других органов точно неизвестны. О них или умалчивают, или строят самые предположительные и неопределенные гипотезы. Пределы исследований, иногда весьма

скрупулезных и тонких, ограничиваются преимущественно ротовой полостью. Уже одно это не дает никакого выхода к постановке вопроса о механизме речи в целом. Отсутствие исходных, первоначальных и элементарных для всяческого изучения речи сведений лишает возможности составить верное понятие о речевом звуке, построить теорию слога, слогоделения и слогообразования, теорию речевой интонации, поставить проблему об управлении речевыми эффекторами, о перестройке и формировании речевого механизма, объяснить некоторые случаи расстройства речи и, наконец, наполнить фактами то общее положение, которое выставил И. П. Павлов, говоря о кинестезиях как базальном компоненте второй сигнальной системы.

Все дисциплины, изучающие речь, по-своему заинтересованы в том, чтобы эта группа проблем приобрела более твердую почву для их решения. Именно потому, что все эти вопросы являются начальными и элементарными, они входят в какую-то смежную область, про которую трудно сказать, где твое, где мое.

Однако, присмотревшись к указанным выше проблемам и поставив вопрос о том, кому нужны эти элементарные факты, полезные для всех смежных дисциплин, следует прийти к выводу,

что максимальная заинтересованность в решении этих проблем возникает преимущественно в психологии. Физик может ограничивать себя изучением явлений перехода звуковых колебаний в другие виды энергии, исследованием передачи звука в разных физических средах или линиях связи, не спрашивая, чем собственно отличается речевой звук от других звуков и как он образуется. Ему нужны лишь физические параметры речевого звука. Правда, условия образования речевого звука всегда интересовали физиков и ими в этом отношении, пожалуй, было сделано больше, чем кем-либо другим. И все-таки решение этих вопросов в физике не может быть полным, так как они неизбежно приводят к проблеме управления речевыми эффекторами, т. е. к вопросам, выходящим за пределы традиционной физики, что и вызывает появление новой смежной дисциплины – физиологической акустики.

Но в таком же положении оказывается и физиология. Здесь исследуются общие функции того или другого органа или системы органов. Общие физиологические функции рта, глотки и легких достаточно изучаются и интересуют физиологов главным образом в части работы пищеварительной и дыхательной систем. Исследование же речевого произнесения, которое

происходит при участии тех же органов, оставалось в стороне именно потому, что речь не может, изучаться в отрыве от процесса общения и вне связи с мышлением и другими психическими процессами. Речь – это конкретная деятельность человека и как таковая прежде всего входит в психологическую проблематику. Вместе с тем психолог, изучая материальную основу речи, не может не учесть всего того, что сделано в физиологии в области определения работы органов, при участии которых осуществляется речевое произнесение.

Аналогичным образом и языкознание только в части фонетического аспекта нуждается в исследовании процесса произнесения. Для решения других языковедческих проблем по этому вопросу достаточно, как думают, самых общих, нерасчлененных сведений. Но и фонетика не ставит вопроса о речевой деятельности в целом. Ее интересует только вопрос о норме произношения, самый же процесс произнесения, все бесконечные варианты выразительности речи, равно как и вопрос об управлении речевыми органами, выходят за пределы фонетики.

Спрашивается, почему же психология, наиболее заинтересованная в изучении механизма речи, сделала так немного и, пожалуй, даже

меньше, чем другие смежные дисциплины? Ответ на этот вопрос подготовлен сказанным выше. При всей специфичности задач каждой PIS дисциплин смежные области постоянно влияют друг на друга. Психология нуждается в определенном уровне и запасе знаний, добытых другими дисциплинами, для того, чтобы некоторые ее проблемы получили достаточную научную определенность и оказали влияние на решение практических задач. Надо, чтобы появилась нужда и потребность в самой постановке определенных психологических вопросов, надо, чтобы возникли и условия для их научного решения. Так, изучение зрительного восприятия зависит от состояния знаний по оптике, физиологии органов чувств и высшей нервной деятельности. То же следует сказать и о слуховом восприятии. Работы Гельмгольца в обеих этих областях сыграли значительную РОЛЬ как для оптики, акустики, так и для физиологии и психологии. Дифференцировка специальных задач возникла позже. Известно, что Гельмгольц, по условиям состояния научных знаний в его время, мог создать только предварительную концепцию работы органов чувств, в состав которых не входил внутренний речедвигательный анализатор, как чувствующий прибор. Иные условия создались для развития психологической

науки в недавнее время.

Тезис о единстве мышления и языка стал руководящим для всех дисциплин, разрабатывающих проблемы речи. Появилась почва для постановки вопроса о материальных средствах фиксации мысли в речи. И. П. Павловым была выдвинута концепция анализа и синтеза в анализаторах, в состав которых входил внутренний – речедвигательный – анализатор. Сложнейшая система множества кинестезических импульсов, поступающих в корковую часть речедвигательного анализатора от речевых эффекторов, рассматривалась И. П. Павловым как основа второй сигнальной системы. Труды И. П. Павлова и его школы, конечно, не могли не повлиять на проблематику смежных дисциплин, прежде всего на психологию. Пути физиологии высшей нервной деятельности и психологии настолько сблизились, что ряд вопросов из области изучения речи требует совместного решения и взаимного учета результатов. Для психологии возникла настоятельная потребность не только проанализировать особенность изучаемого конкретного вида деятельности, но и вскрыть ее механизм. При всем желании поставить эту задачу раньше психология не имела средств для ее решения именно потому, что

соответствующие вопросы не были подготовлены в смежных науках и, в частности, в физиологии.

Затруднения при изучении вопросов психологии речи возникали и по другим причинам. Техника XIX и первой четверти XX века не обеспечивала ни достаточно точного учета акустических явлений в процессе речевой фонации, ни наблюдений за движением речевых органов, скрытых во внутренних областях тела. Русело должен был довольствоваться набором камертонов для того, чтобы определить специфический тон гласные. Подобным же образом работали Б. А. Богородицкий и Л. В. Щерба. Значительная доля установленных ими фактов основывалась на наблюдениях за собственным произношением. Большая часть этих наблюдений вполне достоверна и точна, однако в настоящее время потеряла уже почти всякое значение. Так, например, тот же специфический той гласных (выраженный в так называемых двойных колебаниях) является лишь очень суммарной характеристикой тембра речевого звука. Получаемые таким способом данные не могут идти ни в какое сравнение с современными приемами гармонического анализа звука при помощи автоматического спектрографа.

Пневматическая аппаратура, также раньше

широко применявшаяся и сохранившая некоторое значение для решения отдельных проблем и до настоящего времени, была все же совершенно недостаточной при анализе акустических явлений, для изучения которых она применялась. Развитие техники в области разработки способов записи и воспроизведения звуков, электроники в целях анализа звука, рентгенологии для документации движений органов речи открыло широкие перспективы и возможности для всестороннего исследования процесса речевого произнесения. Появились условия для точного сопоставления акустических и артикуляционных явлений. Этим обеспечивается решение весьма важной и принципиальной задачи – совместного изучения слухового и речедвигательного анализаторов. Современная техника позволяет измерить едва заметные на слух слоговые толчки в звуковом составе слова, разложить гласные на составляющие гармоники, точно измерить длительность элементов в отрезке речи, документировать на пленке движения языка, глотки, диафрагмы и даже перистальтику бронхиальных веточек в процессе речевой фонации. Все эти завидные возможности, конечно, открывают широкие перспективы для изучения механизма речи. Вот почему и с этой

стороны то, что было недоступным для психологии раньше, теперь, подготовленное в разных смежных областях, становится не только достижимым, но и необходимым.

Для того чтобы выделить круг проблем, изучаемых в этой работе, и способы их решения, необходимо ближе и конкретнее разобраться в тех направлениях, по которым идет в наше время изучение речи. Краткий очерк этих направлений весьма поучителен, так как общность изучаемой области и вместе с тем специфичность задач каждой из смежных дисциплин заставляет учесть как сходные факты, требующие согласования, так и разнородность конечных целей и способов подхода к изучаемому предмету.

Глава первая

ИЗУЧЕНИЕ РЕЧИ

УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОЙ МЕТОДИКОЙ

§ 2. Двигательная методика с речевым подкреплением

Учение И. П. Павлова об условных рефлексах, конечно, заставляет признать, что механизм речевого процесса нельзя рассматривать иначе, как в свете рефлекторной теории. Это вытекает из павловского положения о том, что законы высшей нервной деятельности являются общими для обеих сигнальных систем. Вместе с тем до сих пор предпринятые попытки, например С. М. Доброгаева, показать, что же именно входит в состав речевых рефлексов и каков механизм приема речи и воспроизводства языка, нельзя признать удачными. Здесь просто не хватает еще самых первоначальных фактов о работе речевых рецепторов и эффекторов, на основании которых можно было бы построить какую-либо концепцию о системе речевых рефлексов.

Успех классической методики И. П. Павлова во многом определялся тем, что работа слюнной

железы была предварительно достаточно хорошо изучена и могла быть измерена. Одновременно с этим применяемые в опыте раздражители также могли измеряться и варьироваться в определенных, заранее обусловленных пределах. В этих условиях появлялась возможность судить о работе центральной замыкательной системы по результатам опыта. Вполне понятно, почему И. П. Павлов слюнную методику предпочитал двигательной. Двигательный компонент условного рефлекса имеет свою особую специальную структуру. Неврологический и физиологический механизм движений скелетной мускулатуры не только более сложен, чем механизм слюнной реакции, и требует дополнительного изучения, в особенности у человека, но и выдвигает специальную проблему. Задача же И. П. Павлова состояла в том, чтобы исследовать не какой-либо специализированный вид деятельности, а общие законы высшей нервной деятельности, вне зависимости от каких-либо конкретных ее форм¹.

Совершенно иначе ставится вопрос при изучении речевого механизма. Речь следует рассматривать как особый, специальный и сложный вид человеческой деятельности. Это процесс общения, осуществляемый средствами

данного языка. Доказательство положения о том, что речевой процесс подчиняется общим законам нейродинамики, является скорее исходным допущением, чем конечной задачей изучения. Фактическое доказательство этого положения, конечно, полезно, но оно еще очень мало приближает нас к определению особенностей механизма речи. Во всяком случае прежде всего приходится считаться с тем фактом, что речедвижения еще более сложны, чем движения общей скелетной мускулатуры, и изучены еще в меньшей степени. Таким образом, одна из основных точек опоры условнорефлекторной методики при изучении речевого процесса оказывается очень шаткой.

Но и другая опорная точка – сам словесный раздражитель – известна не лучше, чем речевая реакция. Если не знать элементов раздражителя и не предусмотреть систему возможных вариаций, то будет весьма трудно соотнести действие этого раздражителя с реакцией, также неточно учитываемой. Подавая звук от генератора, мы хорошо знаем его компоненты – силу, частоту колебаний, длительность и тембр. Произнося же слово, например, *яблоко*, мы встречаемся с явлением, лишь по видимости кажущимся простым, на самом же деле исключительно

сложным. Достаточно заметить, что человек вообще никогда не говорит отдельные слова, если они в то же время не являются фразами. Никто ни с того, ни с сего не скажет *яблоко*, *паутина* и т. п. В разных ситуациях этими словами будут высказываться разные сообщения и побуждения – *вот яблоко*, *хочу яблоко*, *где яблоко*, *не хочу яблока*, *это не яблоко* и т. п. Если к тому же прибавить совершенно исключительное разнообразие интонационных вариаций, с которыми может быть произнесено любое слово, то станет понятным, в какой мере мы нуждаемся прежде всего в исследовании самих свойств и качеств словесного раздражителя.

Надо узнать, так сказать, устройство этих раздражителей, иначе интерпретация результатов любого опыта останется мало определенной, грубой и не откроет специфических особенностей речевого процесса. Все это ставит исследователей, работающих в области изучения речи по условнорефлекторной методике, в исключительно тяжелое положение, которое усугубляется тем, что не всегда дается полный отчет во всех этих затруднениях. Можно и должно, зная общие законы нейродинамики, применить их к специальным видам деятельности, но трудно ту самую методику, которая приспособлена к

изучению общих законов, перенести для изучения специфической деятельности. Для исследования законов высшей нервной деятельности, вообще говоря, безразлично, применять ли секреторную, мигательную, фотохимическую, сосудодвигательную или какую-либо другую из методик, Выбор может зависеть от удобства и других побочных условий. Для изучения же речи или других специальных видов деятельности лучше всего все же найти адекватную этим явлениям методику. Иначе, получив какие-либо факты, свидетельствующие о центральном замыкании, мы не будем знать, что же собственно, какие элементы замкнулись. Вполне возможно, что по самой сути дела к изучению речи следует подходить не с одной, а со многими и при этом весьма разнообразными методиками. Переоценка любой методики, так сказать методическая панацея, в решении этой проблемы наиболее опасна.

Несмотря на указанные трудности, условнорефлекторная методика для исследования речи применяется очень широко. Небезынтересно проследить, как отражаются на ней фактически все эти затруднения. Такой анализ поможет обнаружить некоторые особенности речи и оправдывает настоятельную необходимость

тщательного изучения ее механизма.

Для изучения вопроса о соотношении сигнальных систем применяются именно методики общего характера. Сюда относится слюнно-секреторная, разработанная Н. И. Красногорским и получившая наиболее широкое распространение двигательная методика с речевым подкреплением, предложенная А. Г. Ивановым-Смоленским. Эта последняя методика становится все более и более универсальной. Она применяется не только для исследования соотношения сигнальных систем, но и для определения типов высшей нервной деятельности, общих человеку с животными, она применяется в клиниках для фиксации сдвигов при лечении самых разнообразных заболеваний.

Как известно, сущность этой методики состоит в следующем. Перед испытуемым, около которого находится реактивный ключ или резиновый баллон, появляется какой-либо раздражитель, например зеленый свет. Вслед за этим экспериментатор произносит слово *нажми*, и испытуемый нажимает на ключ или баллон. Измеряется время реакции, а при нажатии баллона – и сила нажима. Аналогично могут быть выработаны разного вида тормозные реакции или (при определенной последовательности

положительных и тормозных раздражителей) стереотип. В контрольном опыте взамен непосредственных раздражителей применяются их словесные заменители, т. е. названия – *синий*, *звонок*, *красный*. Если при словесном заменителе испытуемый совершит ту же реакцию, как и при ранее бывшем непосредственном, то может быть сделан вывод о факте передачи возбуждения или торможения из первой сигнальной системы во вторую. В опытах с детьми, взрослыми и больными встречаются разнообразные случаи в скорости образования непосредственной временной связи и видов передачи или отсутствия передачи из одной системы в другую.

Прежде всего следует спросить, что значит в условиях этих опытов словесное подкрепление. Самая сущность речи состоит в том, что один человек передает другому сообщение. Оно может быть услышано, но не принято как сообщение по содержащейся в нем информации. Это значит, что можно услышать звуки слова, но не понять его значения. Если человек, услышав слово, действует адекватно, т. е. соответственно значению этого слова, следует признать, что сообщение принято. Следовательно, факт приема слова эквивалентен пониманию его сигнального значения. Если слово не понято, то и нет определенности сигнального

значения, что будет видно по ответу, действиям и, возможно, другим реакциям принимающего этот словесный раздражитель. Таким образом, некоторый определенный звукокомплекс подкрепляется также определенным его сигнальным значением, иначе говоря, пониманием того, что надо делать, на что отвечать, и т. п. В речи прежде всего должны быть подкреплены пониманием сами звукокомплексы, тогда они становятся второсигнальными раздражителями, т. е. способными производить высший словесный анализ и синтез. Слово *нажми*, произнесенное на языке, не знакомом испытуемому, не является для него сообщением. Оно может быть услышано, но не будет принято, так как не подкреплено пониманием. В экспериментах по методике словесного подкрепления все произносимые экспериментальные слова (*нажми*, *синий* и т. п.) были во всем предшествующем опыте давно уже подкреплены) у испытуемого. Он пришел на опыт уже с подкрепленными звукокомплексами этих слов. Это видно из того, что испытуемый с места нажимает на ключ всякий раз, как ему говорят слово *нажми*. Только в том случае, если бы испытуемый не знал русского языка, потребовалось бы подкреплять новые для него

звукокомплексы.

Следовательно, никакого подкрепления словесных звукокомплексов в методике словесного подкрепления не происходит. В чем же состоит сущность возникающего здесь процесса? Следует разграничить два понятия: а) подкрепление словесного звукокомплекса и б) словесная инструкция. Если словесный звукокомплекс был подкреплён и сохраняет подкрепление, то, принимаясь как сообщение, он может выполнять роль инструкции. Это значит, что инструкция может вызвать, например, перестройку произвольных движений. В то время как подкрепление необходимо для формирования самого механизма речи, словесная инструкция есть результат работы этого уже сложившегося механизма. Инструкция только тогда может быть принята, если обеспечен самый механизм приема всяческих словесных образований. Как будет действовать инструкция после ее приема, – вопрос совершенно особого порядка. Испытуемый может не выполнить инструкцию не потому, что она сказана непонятными для него словами, а потому, что он не решил той задачи, которая поставлена в содержании сообщения. Надо различать комплекс сигналов, при помощи которых происходит прием сообщения, – это относится к механизму речи, и

само содержание сообщения – это относится ко всему тому, что может быть отрегулировано при помощи принятого сообщения, например движение рукой.

Однако содержание сообщения, или инструкция, может регулировать и самый механизм речи, если это специально включено в состав сообщения. Так Н. А. Рокотова², заметив некоторые трудности обсуждаемой методики речевого подкрепления, предложила слово *нажми* заменить сигналом красной лампочки. Такая замена становится возможной, если испытуемый примет следующее сообщение: *Только то требует реакций (нажима), за чем вслед вспыхнет красная лампа*. Это сообщение является предварительной инструкцией, которая перестраивает прием сигнала. Вместо слова *нажми* теперь эквивалентным сигналом стала красная лампа. Казалось бы, красная лампа является первосигнальным раздражителем, но, обусловленная словесной инструкцией, она сохраняет все признаки второсигнального раздражителя, так как в приказе, обуславливающем способы приема сигналов, слово *нажми* заменено зажиганием красной лампы. Совершенно такая же операция происходит при определении сигнального

значения светофоров, регулирующих уличное движение. При обучении водитель транспорта получает сообщение о замене слов *можно двигаться, приготовиться, нельзя двигаться* другими реальными приемными сигналами: *зелёный свет, желтый свет, красный свет*.

Таким образом, посредством словесного сообщения могут быть перестроены как механизм приема сигналов речи, так и регулировка всяческих других действий. Первый случай, назовем его А, принципиально отличается от второго случая, который можно назвать Б, как бы ни были разнообразны предписания из группы А или Б. Заменяемость сигналов является специфическим (признаком функционирования системы вторых (речевых) сигналов. Свойство второго сигнала в том и состоит, что он заменяет первый сигнал, т. е. непосредственный раздражитель. Но, кроме этого, один второй сигнал может заменить другой второй сигнал, т. е. одно слово может заменить другое слово. Несколькими строками выше одно явление было названо А, другое – Б. В этот момент была произведена замена одних слов другими. Такая операция не только часто встречается в речи, но без нее речь вообще была бы невозможной. Любой словесный звукокомплекс может заменить

любой непосредственный раздражитель, так как между ними нет никакой причинной связи. Но, как только за известным звукокомплексом закрепилось определенное значение, оно должно сохраняться до тех пор, пока не будет отменено или заменено новым. Иначе сообщение не может быть принято (понято).

Однако если бы слов было ровно столько же, сколько обозначаемых ими понятий, то сообщение тоже не могло бы состояться. Это значило бы, что все понятия уже обозначены. Тогда нет никакого смысла передавать их в сообщении. Они уже содержатся в каком-то сообщении. В действительности, как всем ясно, слов меньше, чем понятий, так же как звуков, из которых состоят слова, меньше, чем слов. Отсюда следует, что малое количество слов только тогда может обозначить ранее необозначенное понятие, когда слово будет способно в известных пределах переменить сигнальное значение, т. е. одно слово будет заменять другое. Так слово *стол* имеет совершенно другое значение, чем слово *пища*. Однако в сочетании – *вкусный, питательный, диетический* и т. п. *стол* – слово *стол* равно слову *пища*. Или выражение "А хорош ли стол?" может обозначать "Хорошо ли кормят?"

Перестройка значений слов всегда происходит

во всяком предложении. "Я пошел гулять", "Пошел дождь", "Пошел поезд", "Пошли разговоры", "Ему пошел второй год", "Пошло письмо" – во всех этих случаях слово *пошел* имеет разные значения. Не всякое из этих предложений может быть переведено на другой язык так, чтобы с переводом слова *разговоры* сочетался перевод слова *пошли* и чтобы перевод того же слова *пошел* сочетался с переводом слова *год*. Это и значит, что те же понятия могут быть обозначены словами разных значений при их закономерном сочетании. Сложение слов также образует новые значения (*столоничальник*). Суффиксация делает то же самое (*столовая* – *столовка*). То же при образовании частей речи (*столоваться*).

Таким образом, весь язык приспособлен к обслуживанию не только системы Б, но и системы А. Для того чтобы были выполнены предписания из системы Б, необходимо, чтобы была перестроена для данного случая система А, т. е. прием данного сообщения. Следовательно, дело не только в том, чтобы принимаемое слово принадлежало к системе того языка, который понимает испытуемый, но также в том, чтобы было принято его конкретное значение в данном сообщении.

Если испытуемому, еще не севшему за

экспериментальный стол и не успевшему ориентироваться в лаборатории, сказать слово *нажми*, то нетрудно догадаться, что такое сообщение будет узнано как слово, но не будет принято как сообщение, потому что в состав речевого механизма приема не послано никаких дополнительных указаний о том, с какими другими словами следует связать это слово *нажми*. Но как только испытуемый сел за стол, его руку положили на реактивный ключ и сказали слово *нажми*, он совершает это действие. Он не нажимает на пуговицу своего костюма, на какую-либо точку стола, а именно на ключ, потому что теперь у него появились те дополнительные слова, при помощи которых перестроилась система А и стала способной принять укороченное сообщение *нажми*. Эти слова появились вследствие оценки всей ситуации опыта – ничего другого не остается, как нажимать только на ключ. Полное сообщение будет таким: *При слове "нажми" надо пальцем нажимать на ключ.*

Таким образом, с самого начала в методике речевого подкрепления принципиально предусматривается укороченная инструкция вместо полной. В результате, ее восполнение предоставляется испытуемому. Так как

испытуемый составляет самоинструкцию, то экспериментатор лишается возможности узнать полный состав этой самоинструкции. Поведение испытуемого ускользает от возможности его учета экспериментатором. В дальнейшем течении опыта количество самоинструкций испытуемого увеличивается все больше и больше.

Весь процесс разворачивается с минимальным участием экспериментатора, так как он передает весьма ограниченное количество сведений о том, чем должен руководствоваться испытуемый в своих действиях. Действительно, экспериментатор сообщает только одно слово *нажми* при появлении одних раздражителей и не сообщает ничего при появлении других раздражителей. Это значит, что количество сведений, которые сообщает экспериментатор, ничтожно мало.

Сообщение есть отбор слов из лексикона, состоящего из некоторого числа слов. Чем больше число слов лексикона, тем полнее сообщение, т. е. оно более точно информирует. Допустим, что число возможных для применения слов в лексиконе есть $л_2$, а число слов в данном сообщении $л$.

Выбирая первое слово сообщения, мы делаем выбор из $л$ возможных слов. Выбирая второе слово сообщения, мы делаем выбор из того же

числа m слов, но число возможных комбинаций выбора двух элементов составляет уже m^2 . Если сообщение содержит n слов, то число различных сочетаний этих слов будет выражаться формулой $N = mn$, где n – число возможных сообщений. Если лексикон состоит из одного слова, то и передано может быть тоже только одно это слово. Но тогда не будет никакого сообщения, так как предполагается, что лексикон известен обоим говорящим. Оба они знали это единственное слово, поэтому его название не сообщает ничего нового. Самое грубое, с минимальной информацией сообщение будет только тогда, когда оно составлено из лексикона, разрешающего минимальный выбор, т. е. из состава по меньшей мере двух слов.

В разбираемом нами случае лексикой экспериментатора состоит из двух слов. Одно из них *нажми*, другое может быть названо "пустым" словом. Последнее обозначает молчание при действии тех раздражителей, на которые не следует реагировать нажатием. Следовательно, в данном случае "пустое" слово обозначает *не нажимай*. Из этих двух слов лексикона экспериментатор составляет сообщение из одного слова *нажми*. Таким образом, число сообщений будет: $N=2^1=2$. Экспериментатор может передать

только два сообщения.

Однако испытуемый пришел в лабораторию со знанием лексикона, состоящего больше, чем из двух слов. Он знает достаточное количество слов своего родного языка. Экспериментатор не в силах прекратить наплыв всех этих слов, если они придут в голову испытуемому. Больше того, поставленная задача побуждает испытуемого думать, т. е. пользоваться наличным у него лексиконом родных слов. Назовем этот лексикон большим лексиконом.

Имея в виду это очевидное обстоятельство, следует допустить два возможных случая: а) испытуемый не будет пользоваться большим лексиконом, б) испытуемый будет пользоваться большим лексиконом. Разберем вначале случай а. Испытуемый не будет отбирать слов из большого лексикона для того, чтобы восполнить пробел малого лексикона, и уточнять полученную инструкцию, не будет самостоятельно решать, как действовать (т. е. нажимать или не нажимать при получении "пустого" слова). Он будет нажимать всякий раз, как услышит сигнал *нажми*. Перед этим сигналом появится раздражитель, например красный свет. Через несколько повторений красного света и сигнала *нажми* между ними будет образована условнорефлекторная связь на

ориентировочном подкреплении, т. е. возникает рефлекс второго порядка. Такой рефлекс, как известно, является первосигнальным. Он может быть образован и у животных. При этом в качестве одного из раздражителей может быть применен и словесный звукокомплекс. В результате между возбуждением от раздражителя – красного света и двигательной реакцией нажатия на ключ возникнет первосигнальная условнорефлекторная связь. Иначе говоря, слово. *нажми* перестанет играть роль второсигнального раздражителя. Оно будет десемантизировано самим порядком опыта и вообще выпадет в этот момент из обоих лексиконов испытуемого. Это значит, что предполагаемое в методике и включенное в ее название словесное подкрепление пропало.

В конечном счете у испытуемого при подаче раздражителя выработается подготовительная установочная двигательная реакция, а при подаче звукокомплекса *нажми* – исполнительная двигательная реакция. Частично сходное явление можно наблюдать при обучении физкультурников поворотам. В команде *направо* есть две части – подготовительная и исполнительная. В результате вырабатывается автоматизированное действие, освобожденное до некоторой степени от

регулировки со второй сигнальной системы. Следует точнее выяснить, в чем состоит частичное сходство этих случаев и что значит освобождение от второсигнальной регулировки до некоторой степени.

Каждое слово, как только оно расчленяется на слоги и каждый из этих слогов выдается как отдельное образование, десемантизируется. Механизм речи принимает цельные слова, в которых звукокомплексы объединены динамическими средствами. Слово, произнесенное слогораздельно, должно подвергнуться при приеме дополнительному синтезу, т. е., объединению в компактное целое. Только при этом условии оно приобретает вид нормативного словесного стереотипа, обладающего в лексиконе определенным значением. Например, если произносится это, через некоторое время ро, через некоторое время вау, то принимающий узнает в этих расчлененных слогах слово *корова* только после того, как соединит их в целое. Вот почему учащиеся при обучении чтению, прочитав слово по слогам, потом перечитывают его в целом для того, чтобы узнать и понять его значение. При приеме команды *Направо* это слово десемантизируется и превращается в первосигнальный раздражитель. Первая его часть

становится сигналом подготовительной двигательной реакции, вторая часть – исполнительная. Обе части команды могут быть заменены другими несловесными или словесными сигналами, например – *раз, два*. Однако оно десемантизируется частично. Это значит, что у исполнителя есть дифференцировка слова *направо* от слова *налево* и других слов команды, например *кругом*. Поэтому у физкультурника автоматизирован лишь момент осуществления команды по разделению, т. е. ритм исполнения. Вследствие этого вся шеренга выполняет команду одновременно. Но в лексиконе физкультурников больше чем два слова. Поэтому их повороты направо и налево регулируются словесно со второй сигнальной системы и только исполнение стало произвольным. Это и значит, что их движения лишь до некоторой степени освободились от второсигнальной регулировки. Кроме того, физкультурник только тогда произведет движение по исполнительному сигналу, когда он будет подан.

У испытуемого в опыте по разбираемой методике процесс развертывается несколько иначе. Слово *нажми* десемантизируется не потому, что оно произносится слогораздельно, а потому, что сочетается с первосигнальным

раздражителем не как его название, а только по порядку следования. Слово *нажми* не обозначает красного света, поэтому не происходит замены слов. Наоборот, происходит вытеснение слова, его опустошение. Теперь оба слова становятся "пустыми". Если условная связь, упрочилась, то испытуемый реагирует после положительного раздражителя. Лексикон, состоящий только из "пустых" слов, перестает быть лексиконом. Вследствие этого, в отличие от физкультурника, наш испытуемый через некоторое время по упрочении первосигнальной связи будет производить нажимание, не дожидаясь исполнительной команды *нажми*. Это значит, что его действия полностью вышли из-под контроля второй сигнальной системы. Так протекает процесс в условиях, когда испытуемый реагирует, не получая никаких словесных сообщений, т. е. при выключении механизма речи и при отсутствии слов в лексиконе.

Другая возможность развития процесса состоит в том, что включается полный лексикон родного языка, которым располагает испытуемый. В этих условиях принятое слово *нажми* является недостаточным основанием для определения момента нажима, так как на некоторые из раздражителей это слово не подается.

Испытуемый будет нажимать только до первого тормозного раздражителя. В дальнейшем он может воздержаться от всяких реакций до тех пор, пока перед ним не пройдет серия разных раздражителей, на часть из которых будет подаваться сообщение *нажми*, а на другую не будет. В этих условиях он перестанет быть только приемщиком сообщений, а станет выполнять роль источника информации. Из расширенного лексикона он построит во внутренней речи ряд уточняющих предложений, последним из которых будет: "Только на красный надо нажимать. Ни на один из других раздражителей нажимать не следует". Конечный верный вывод будет различным в зависимости от задуманных в экспериментальном ряду сочетаний. Испытуемый решает задачу при помощи словесных обобщений и в конце решения может выдать информацию о результате решения. Как известно, такой ход процесса часто встречается в опытах по этой методике. Испытуемые в таких случаях говорят, что они "догадались", когда надо нажимать на баллон.

Рассмотренные два пути развития процесса являются, так сказать, идеальными случаями, построенными теоретически. Фактически процесс может пойти попеременно или смешанно то по

одному, то по другому пути. В этом и состоит наибольшее затруднение для методики речевого подкрепления. Экспериментатор, располагая скудными индикаторами времени реакции и силы нажима, не может судить о том, что именно из его сообщения принято испытуемым и какое сообщение составлено испытуемым для самого себя. Вследствие этого нельзя судить и о регулировке действия. Проще говоря, экспериментатор не знает, что понял испытуемый из тех побуждений, которые были ему предъявлены.

Однако весь замысел методики обнаруживается во второй ее части при решении проблемы передачи возбуждений и торможений из первой сигнальной системы ИВО вторую. Закрепив рефлекс, экспериментатор проводит контрольный опыт. Вместо непосредственных раздражителей он дает заменяющие их слова и по результатам судит, произошла ли передача во вторую сигнальную систему или нет. Слова-раздражители *красный, синий, желтый* и т. п. берутся экспериментатором из большого лексикона. Однако, как изолированные, они остаются по количеству сообщения неопределенными, неточными. Они могут обозначать – *есть красный свет; это тот*

красный свет, при появлении которого ты всегда нажимал баллон сейчас будет красный свет; надо нажимать; нажми и т. п. Аналогичный ряд может быть составлен и для тормозных раздражителей. Вследствие закона взаимозаменяемости слов, слово-раздражитель *красный свет* может быть принято испытуемым по-разному.

Если испытуемый в первую фазу опыта (при непосредственных раздражителях) действовал по описанному выше первому способу, т. е. при выключенном лексиконе, то возможен ряд случаев. Слово *красный* или сочетание *красный свет* может быть принято как *есть красный свет*. В этом случае такое сообщение не имеет ровно никакого отношения ко всему тому, что было в первой половине опыта. Слова большого лексикона не могут принадлежать к словам пустого лексикона. Испытуемый не будет реагировать на слово, и так называемая передача во вторую сигнальную систему не состоится. Если испытуемый в первой половине опытов действовал по второму способу, т. е. сам подбирал слова из большого лексикона для того, чтобы составить правило для действия, то эти слова принадлежат к той же системе большого лексикона, из которого взяты слова-раздражители.

В этом случае испытуемый примет слова *красный свет* как *при красном свете надо всегда нажимать на баллон*. После этого он нажмет баллон. Между этими двумя возможностями встретятся разнообразные случаи других вариантов приема слова-раздражителя, описывать которые сейчас нет необходимости.

В чем же состоит это явление, называемое передачей во вторую сигнальную систему? Если сообщение составлено полно и в речевом механизме выработаны приспособления для приема этого сообщения, то испытуемый выполнит действия, предписанные сообщением, или составит сообщение для себя сам. Это будет сообщение, в котором будут указаны правила действия. Если теперь это сообщение будет путем словесных замен перестроено так, чтобы потребовалось выполнение такого же действия, и если это перестроенное сообщение будет также принято, то произойдет замена сигнальных значений. Это и есть передача во вторую сигнальную систему. В этом случае от испытуемого добиваются действия по правилу: *словесный раздражитель принимай за непосредственный*. Водитель транспорта инструктирован в обратном смысле – он непосредственный раздражитель должен

принимать за словесный. Но в обоих случаях происходит перемена сигнальных значений через посредство второй сигнальной системы. В этом и сила этой системы.

Отрицательный результат, т. е. отсутствие так называемой передачи во вторую сигнальную систему, может произойти при двух условиях:

1) если испытуемому не дали никакого словесного осмысленного сообщения, хотя и вызвали его действия, или если данное сообщение он не принял и не составил особого сообщения для себя, то испытуемый в обоих случаях будет действовать вне всякой связи со словесной системой. Вновь принятое сообщение не может переменить сигнального значения ранее бывших первосигнальных раздражителей, если это сообщение не полно;

2) если сообщение полно и принято испытуемым, но в сообщаемых правилах содержится запрет изменять сигнальное значение, то это правило будет выполнено и испытуемый на слова *красный свет* не будет реагировать, хотя ранее реагировал на появление непосредственного раздражителя красной лампы. Полное сообщение в таком случае будет: *Надо реагировать только на зажигание красной лампы. Ни на какие слова, например красный свет или красная лампа,*

реагировать не надо. Если испытуемый после такого сообщения все же будет реагировать на слова, это означает, что он не принял запретительного сообщения или после приема оно было утеряно.

Таким образом, передача во вторую сигнальную систему есть не что иное, как перевод первосигнальных значений в словесные нормативные значения, составляющие сообщение. Так как такие значения являются нормативными, они могут быть переданы и приняты речевым механизмом другого человека или такое сообщение будет составлено для себя как руководство к действию. Очевидно, что перевод в словесные значения возможен лишь при соблюдении двух условий – наличия первосигнальных значений и приспособлений в механизме речи для нормативного переозначения.

Принципиально в языке есть все необходимые средства для того, чтобы любое из первосигнальных значений могло быть переведено в систему словесных переозначений. Однако фактически оказывается, что есть обширная область так называемых незамечаемых явлений, которые словесно не переозначаются. Сюда относится бесконечное множество элементов в составе воспринимаемых вещей.

Называние их заняло бы бесконечное время. Воспринимаемые вещи выделяются в целом и это целое приобретает нормативное наименование. И все же любой из элементов вещи может быть превращен в целое и получить название.

Но есть и такая группа первосигнальных значений, о которых, казалось бы, не может быть составлено сообщение. Это так называемые субсенсорные условные рефлексy, которые не доходят до второй сигнальной системы. Исследованиями лаборатории Г. В. Гершуни³ показано, что на звуки с интенсивностью ниже порога ощущения на 3–6 дБ могут быть выработаны условные рефлексy. Понятно, что о таких рефлексax испытуемый

Опыт ставился так. Неощущаемые звуковые раздражения, лежащие на 3–6 дБ "ниже порога ощущения, сочетались с болевым раздражением кожи, вызывающим кожногальванический рефлекс. Оказалось, что через 25–35 сочетаний неощущаемых раздражений с болевыми раздражениями появилась условная реакция на неощущаемое звуковое раздражение не может составить сообщения. Однако об этих рефлексax составлено сообщение экспериментатором. Статья Г. В. Гершуни есть не что иное, как сообщение о наличии некоторых явлений, названных

субсенсорными рефлексам. Известный распорядок опыта, составленный по определенному словесному плану, позволил построить сообщение, в содержание которого входит словесное переозначение незамечаемого испытуемым явления. Сопоставление сообщений испытуемого *не слышу* (при подаче подпорогового раздражения) и *больно* (при условной реакции на болевое раздражение) явилось основанием для составления экспериментатором нового сообщения, в котором произошла замена сказанных испытуемым слов другими: *существует субсенсорный рефлекс*. Такая замена происходит по строгим правилам логических сочетаний, в которых указывается, какие из словесных замен являются истинными и какие ложными. Первый ряд слов (испытуемого) – *не слышу, больно* эквивалентен словам (экспериментатора): *существует субсенсорный рефлекс*, если соблюдены логические правила вывода. Вследствие эквивалентности указанных слов они переозначают одно и то же явление. Разница состоит только в том, что первая группа слов обозначает то, что было доступно лишь одному испытуемому, вторая же группа слов обозначает то, что доступно всякому другому, если он способен принять данное сообщение.

При обсуждении проблемы передачи во вторую сигнальную систему нельзя забывать, что это система нормализованных переозначений. Она нормализована в каждом из языков, допускающих взаимные переводы, и во всем опыте общества. Вследствие этого система второсигнальных переозначений приобретаетс^я каждым человеком извне. Хотя любое явление может стать предметом сообщения, но не всякое сообщение может быть принято любым человеком. Для того чтобы состоялся прием, у него необходимо образовать приемные приспособления. Целый ряд наблюдений показывает, что такие приспособления образуются через опыт приема сообщений, располагаемых в известной последовательности по сложности.

В исследованиях лаборатории А. Р. Лурия⁴ показано, что у детей младшего дошкольного возраста двигательные реакции по инструкции или вовсе не образуются или образуются с трудом и при условии чрезвычайной простоты инструкции. Так в опытах Н. П. Парамоновой оказалось, что у ряда детей трехлетнего возраста не удалось получить дифференцировок по словесной инструкции. Однако при переходе на методику речевого подкрепления у тех же детей была получена прочная система положительных и

тормозных реакций. Так как экспериментатор, применяя методику речевого подкрепления, как было показано выше, передает максимально бедное, а чаще нулевое сообщение, то эти дифференцировки у детей вырабатывались первосигнально. Это значит, что у них не было еще приспособлений для приема инструкции. В исследованиях, проведенных в лаборатории под руководством А. В. Запорожца,⁵ доказано, что с возрастом, по мере накопления приспособлений для приема сообщения, словесная инструкция становится регулятором действий. Та задача, которая детьми 3–4-летнего возраста по инструкции решалась в 10% случаев, в возрасте 6–7 лет решается в 84% случаев. Трудности накопления приспособлений для приема сообщения обусловлены особенностями сообщения как реального раздражителя, из которых отметим только две, наиболее существенные.

Сообщение разворачивается как временной ряд, в котором элементы, данные в последовательности, должны синтезироваться в одновременно обозримое целое. Когда в опытах Т. В. Ендовицкой (лаборатория А. В. Запорожца) детям предлагалась инструкция: "Ты покажешь раньше треугольник, потом круг, потом

решеточку и, наконец, квадратик", то, кроме соотнесения названий с обозначаемыми вещами, надо было удерживать в одновременном сопоставлении весь этот ряд разновременно принимаемых слов. Постепенное приобретение приспособления к синтезу в одновременности разновременно принимаемого ряда достигается, как показано в том же исследовании, путем кинестезического усиления каждого из словесных элементов. Дети, выполняющие эту инструкцию, предварительно, в период произнесения ее экспериментатором, прослеживают глазами называемые фигуры. В дальнейшем у старших детей, по мере формирования способности к синтезу разновременного ряда, кинестезического усиления не требуется.

Другой важнейшей отмеченной выше особенностью сообщения является замена слов из состава известного лексикона. В опытах Д. Б. Эльконина⁶ выяснялось, как происходит распространенное в играх детей переименование предметов. Если, например, палочку назвать *Машей*, а коробочку *кроватькой*, то старшие дошкольники принимают сообщение о переименовании и действуют в игре в соответствии с новым переозначением. Дети же преддошкольного возраста не принимают

переименования и играют с предметом, руководствуясь первоначальным названием.

Таким образом, сообщение может быть принято, переработано и может стать регулятором действия лишь при условии образования центрального приемного механизма, который складывается в результате систематических внешних словесных воздействий. Так как складывающаяся система должна быть нормализована, то подкреплением для образования связей этого механизма является успех во взаимном понимании и успех в приеме сообщения, регулирующего действие.

Если прием и переработка сообщений складывается путем систематического воздействия ряда инструкций, вначале простых, потом более сложных, то и методика изучения регулирующей роли второй сигнальной системы должна воспользоваться тем же способом, найдя адекватную модель. Такого рода модели и были предложены в широко и давно применяемой реактивной методике. Экспериментатор в любых градациях может упростить или усложнить инструкцию, предупредить испытуемого о всех предстоящих раздражителях или умолчать о части из них. Можно в самой разнообразной форме заменять слова сообщения и обуславливать

реакции испытуемого.

Наиболее полно такая модель была в недавнее время осуществлена Е. И. Бойко⁷, который сконструировал реактивный пульт из 36 ключей и сигнальных ламп. Особенностью этой и других аналогичных методик является то, что они перестают быть условнорефлекторными. Это не значит, что исследователь отказывается от применения рефлекторного принципа при объяснении результатов. Наоборот, он строит распорядок опыта так, чтобы применить его, но он не вырабатывает рефлексов на безусловном подкреплении, речевое же подкрепление в рассмотренном выше смысле, отрицается.

Обе методики в этом смысле являются резко противоположными. Из методики речевого подкрепления полностью исключается инструкция, и речевое общение экспериментатора с испытуемым сводится к едва заметному минимуму, вследствие чего у последнего вырабатывается первосигнальный условный рефлекс, в реактивной же методике инструкция применяется в самых разнообразных вариациях как самый существенный компонент распорядка опытов, вследствие чего у испытуемого вырабатывается учитываемая регулировка действий через посредство второй сигнальной

системы. Однако в чем состоит (рефлекторный механизм самой этой системы, не может быть выяснено при помощи реактивной методики. Экспериментатор застаёт речевую систему уже сложившейся, только поэтому он и может предъявлять испытуемому простые или развернутые инструкции. Инструкция может быть принята лишь в меру сформирования механизма приема сообщения. Да и вообще в реактивной методике не предусматривается никакого учета самого речевого механизма. Здесь не изучается вопрос о роли в этом механизме слухового и двигательного анализаторов, коры и подкорки, рецепторов и эффекторов. Элементы, из которых складывается речевое действие, остаются в стороне, разбирается результат работы сложившегося механизма. Но так как вся методика строится на учете вариаций инструктивных заданий, в ней достаточно отчетливо ставится проблема переработки сообщений.

Испытуемому могут быть переданы два разных сообщения, не отличающиеся между собой ни по предмету, ни по цели, ни по конечным результатам действия, однако, вследствие различия состава этих сообщений, они перерабатываются по-разному. Так, одной группе

испытуемых предлагается зажигать при помощи реактивных ключей лампы в определенном простом порядке с тем, чтобы научиться в конце концов определять, каким из 16 ключей зажигается определенная из 16 ламп. Другой группе испытуемых передается сообщение другого содержания – зажигать лампы при помощи реактивных ключей в другом, более сложном порядке. Оказывается, что для переработки второго сообщения требуется в 4 раза больше времени, чем для переработки первого. Реактивная методика позволяет выяснить, где искать объяснение полученным результатам. Разные по содержанию инструкции по-разному влияют на произвольно управляемые двигательные системы и установочные реакции анализаторов. Глаза могут перемещаться то по рядам ламп, то ключей, то попеременно по разным элементам этих рядов. Порядок движения руки также может быть различен и соотнесен с движением глаз. Таким образом, может быть выяснено влияние словесных приказов на совместную работу установочных, приспособительных и исполнительных механизмов в общей структуре произвольного действия.

Отсюда видно, что в проблематику,

поставленную в этой методике, совершенно не входит исследование устройства самого речевого отдела, речевого звука, слова, перестройки словесных значений, фразовых соединений, словесных замен и т. п., т. е. того, через что и происходит влияние словесных приказов на произвольно управляемые системы. Границы реактивной методики настолько определены, что было бы даже странным требовать от нее включения указанных вопросов в круг изучения.

В контексте этой главы все же необходимо спросить, почему реактивная методика исключает из состава своих проблем указанные вопросы. Рассмотренная ранее методика речевого подкрепления направлена именно на изучение словесного отдела высшей нервной деятельности. Она ставит вопросы о словесном подкреплении, о силе и соотношении сигнальных систем, о замене словами непосредственных раздражителей и т.п.

Трудности, с которыми столкнулась эта методика, состоят в том, что применяемое в ней словесное воздействие бедно, а иногда и пусто. Теперь, обратившись к реактивной методике, в которой словесное воздействие богато и по составу, и по вариациям, и по результату действия, мы ждем, что именно таким способом будет исследован механизм словесного отдела. Однако

оказывается, что реактивная методика и не претендует на постановку этих вопросов. При этом едва ли кто-либо скажет, что изучение механизма речи, ускользнувшего из обеих методик, не важно для решения тех проблем, которые возникают в обоих случаях.

§ 3. Методика с безусловным подкреплением

Возникшее противоречие найдет разрешение, если мы обратимся к способам изучения второй сигнальной системы по условнорефлекторной методике при безусловном подкреплении. Эта методика обладает рядом преимуществ при решении вопроса о рефлекторной природе речи. Прежде всего на безусловном подкреплении образуется условный рефлекс в его классической форме. Можно совершенно объективно установить его силу, время появления, закрепления, точность дифференцировки, время угасания и т.п. Этот рефлекс независим от произвольных усилий испытуемого. Это обстоятельство важно потому, что в произвольных движениях человека всегда может быть словесный компонент, который в данном случае по ходу опыта включается или исключается самим экспериментатором. Но самое важное состоит в том, что в лабораторных условиях может быть образован действительно новый условный рефлекс. В двигательных методиках был трудно отделимый, мощный компонент приобретенных двигательных навыков. Вегетативные же реакции изменения просвета сосудов или чувствительности

сетчатки глаза и т. п. получают на данные раздражения как совершенно новые.

Работ по этой трудоемкой методике проведено достаточно для того, чтобы судить о главных результатах, существенных в контексте этой главы. Прежде всего бросается в глаза несоответствие выводов, полученных по методике речевого подкрепления и по методике с безусловным подкреплением. Во всех работах: по методике речевого подкрепления, например Р. М. Пэн, Н. Н. Трауготт и др., обнаружилось, что передача из первой сигнальной системы во вторую с места происходит не у всех испытуемых. Количественные показатели колеблются от 29 до 80%. Иные результаты получались в исследованиях Л. А. Шварц, проведенных по методике фотохимического рефлекса⁸. Здесь передача реакций с первой сигнальной системы во вторую происходила с места, при первом же предъявлении словесного раздражителя у всех испытуемых.

Коротко говоря, опыт ставился так. После темновой адаптации испытуемым предъявлялся или непосредственный раздражитель, например рисунок стула, или словесный, например написанное слово *гриб*. Эта демонстрация сопровождалась действием безусловного

светового раздражителя – вспышкой яркого света. Падение чувствительности периферического зрения измерялось на адаптометре. После выработки условного рефлекса, т. е. снижения чувствительности при предъявлении условного раздражителя, в контрольном опыте вместо непосредственного раздражителя (изображение стула) давался словесный (написанное слово *стул*), и, наоборот, вместо слова *гриб* давалось изображение гриба. Как уже было указано, во всех случаях у всех испытуемых замена раздражителей в обоих направлениях вызывала выработанное в опыте снижение чувствительности периферического зрения.

Различие в результатах, полученных по двум методикам, не может быть объяснено различием состава испытуемых (дети и взрослые), так как в обоих случаях предъявляемые непосредственные раздражители и слова были просты и хорошо знакомы как тем, так и другим испытуемым. Несоответствие результатов объясняется различием методик. Это различие связано с той же ролью сообщения, какое было установлено при сравнении методики речевого подкрепления с реактивной. В методике речевого подкрепления экспериментатор составлял сообщение из лексикона, содержащего два слова, при этом у

испытуемого возникала возможность составлять из большого лексикона сообщение для себя. В методике с безусловным подкреплением экспериментатор предъявляет лишь одно слово. Из одного слова нельзя составить сообщения. Следовательно, здесь нет лексикона, нет выбора слов и нет сообщения. Предъявляемые слова следует рассматривать только как отдельные точки возможной словесной системы. Они действуют лишь как разрозненные элементы. Попадая же в ту или другую словесную систему, они могут приобрести новое сигнальное значение. Это и обнаружилось в опытах Л. А. Шварц.

Следует предварительно напомнить, что испытуемый при всех методиках всегда может располагать в сообщениях для себя полным или большим лексиконом родного языка. При предъявлении слова *гриб* испытуемый, как видно из показаний, ввел этот элемент в словесную систему, прибавив определитель и утвердительную связь. Получилось: *это гриб лисичка* или *будет гриб лисичка*. После этого в контрольном опыте было предъявлено изображение, напоминающее белый гриб. Так как предварительно составленное определение (*лисичка*) не совпадало с атрибутом: *белый* (гриб), то ни у одного испытуемого после предъявления

непосредственного раздражителя не появилось условного рефлекса. Однако без всякого подкрепления, а только после изолированного предъявления рисунка белого гриба у испытуемых был обнаружен рефлекс. Это значит, что они изменили систему бывшего ранее сообщения, включив в нее другой определитель – *это белый гриб*. Во всех случаях экспозиции вначале непосредственного раздражителя, а потом словесного рефлекс появился при первом же предъявлении соответствующего слова. Это значит, что сообщение для себя было составлено в соответствии с действительностью, т. е. было истинным. Как только при подаче словесного раздражителя был предъявлен один из элементов этого полного сообщения, он стал заместителем всего сообщения и вызвал рефлекс.

Таким образом, в методике с безусловным подкреплением экспериментатор не передает никакого сообщения, а предъявляет элемент сообщения. Это первое обстоятельство очень важно, так как словесное образование сложно и необходимо исследовать роль каждого из элементов, виды этих элементов, их функцию в целой системе и изменяемость в этой системе. Не менее важно и второе обстоятельство – во всех случаях у испытуемого включается полный

лексикон родного языка. Экспериментатор не в силах в целях изучения как-нибудь дозировать и ограничивать состав этого лексикона.

Вначале рассмотрим несколько подробнее второе обстоятельство. Во всех опытах Л. А. Шварц, не только в приведенном выше, но и в других, а также и в ряде исследований лаборатории Н. И. Красногорского обнаруживается, что связь слова с первосигнальным раздражителем сложилась еще до того, как испытуемый вошел в лабораторию. Если слово с места вызывает ту же реакцию, как и первосигнальный раздражитель, на который она была выработана, то это значит, что это слово уже раньше было крепко связано с данным первосигнальным раздражителем. Так же с места регистрируются рефлексy и на разного вида словесные замены. Если был образован рефлекс слово *доктор* или *дорожка*, то он появляется и при словах *врач*, *тропинка* (Л. А. Шварц). Н. И. Красногорский⁹ сообщает об опытах А. Ф. Федорова, в которых было показано, что если одно слово в хорошо стабилизированной ассоциации, состоящей, например, из нескольких названий птиц, превращено в условный раздражитель, то все слова, входящие в ассоциацию, становятся условными

раздражителями и начинают вызывать ту же условную реакцию. В то же время все названия птиц, не входившие в ассоциацию, не вызывали условнорефлекторной реакции. Аналогичным образом предшествующий опыт врывается в лабораторный эксперимент и при изучении процесса решения мыслительной задачи. В опытах В. Д. Волковой¹⁰ (лаборатория и методика Н. И. Красногорского) первоначально был выработан условный рефлекс на слово *правильно* и дифференцировка на слово *ошибка*. При предъявлении в дальнейшем фраз типа "*В неделе семь дней*" с места появлялся рефлекс, при предъявлении другой фразы "*Яблоки растут на сосне*" рефлекса не было. Иначе говоря, испытуемый оценивал первую фразу как правильную, а вторую как ошибочную. Однако для установления этого факта было достаточно попросту спросить испытуемого, где верная фраза и где ошибочная. Интерес представляет лишь то обстоятельство, что на слово может быть выработан секреторный и другие рефлексy на безусловном подкреплении. Но этот факт был установлен значительно раньше, к тому же из него очень трудно сделать какие-либо убедительные выводы о сложной системе рефлексов, составляющих механизм речи.

Совершенно очевидно, что самая сущность второго сигнала состоит в том, что он связан с первосигнальным впечатлением. Поэтому в опытах по методике безусловного подкрепления во всех ее вариантах не образуется какого-либо нового условного рефлекса, а воспроизводится старый, сложившийся в предшествующем опыте данного испытуемого. У испытуемого будет регистрироваться наличие условного рефлекса на все слова того большого лексикона, которым он овладел к данному времени. Оказывается, что самое главное, что привлекает исследователей в условнорефлекторной методике, именно — образование нового рефлекса, пропадает, как только они подходят к изучению речевого процесса. Это значит, что условные речевые рефлексy по самой своей природе принципиально являются натуральными рефлексами. В лабораторных условиях мы не можем выработать никакого нового речевого рефлекса. В этом и состоит решение противоречия, о котором говорилось при сопоставлении методики речевого подкрепления с реактивной методикой. В обоих этих случаях имеет место то, что наиболее отчетливо обнаруживается в опытах при безусловном подкреплении, а именно — испытуемый приходит в лабораторию с готовым,

сложившимся лексиконом и пользуется им так, что экспериментатор не знает ни состава этого лексикона, ни того, как им пользуется испытуемый для себя какими бы инструкциями ни обращался экспериментатор, расширял их или суживал до нуля, все равно он не знает, какими словами будут встречены эти инструкции при работе испытуемого. Вот почему механизм приема речи не учитывается в распорядке опытов во всех рассмотренных методиках, хотя этот механизм и лежит в фундаменте множества проблем, возникающих при изучении речи.

Несмотря на то, что вывод о натуральном характере речевых рефлексов вытекает из всей суммы и из каждого исследования, проведенного по условнорефлекторной методике, еще до сих пор продолжают делаться попытки образовать в лабораторных условиях новую словесно-предметную связь. Эта идея возникла в десятых годах нашего века в недрах Вюрцбургской психологической школы, в работах Н. Аха. Ею увлекались в двадцатых годах у нас Л. С. Выготский и Л. С. Сахаров, а теперь она всплыла снова в опытах Е. А. Рушкевича и в Чехословакии в работе Я. Грабека. Е. А. Рушкевич¹¹ исследовал, каких, образование искусственных понятий. Он располагал набором

объемных геометрических фигур, состоящих из четырех групп – граненые темные и светлые, круглые темные и светлые. Каждой группе присвоено условное название – *чет*, *чес*, *жг*, *оке*. Экспериментатор показывал испытуемому какую-либо фигуру, например четырехгранную темную пирамиду, относящуюся к Н. И. Жинкин группе *чет*. Затем, ставя перед испытуемым другие фигуры, спрашивал: "*Чет*" это или не "*чету*"? В зависимости от ответа экспериментатор говорил *правильно* или *неправильно*. Через некоторое время испытуемый отвлекает сходные признаки, и у него, как думает Е. А. Рушкевич, образуется новое, "искусственное" понятие.

Легко видно, что в этом опыте применяется характерная для речи особенность – замена слов. Слова *граненая темная* заменяются словом *чет*, слова *граненая светлая* словом *чес* и т. д. Однако испытуемый навстречу этим заменам выдвинет свои. Он скажет для себя, например *эта коричневая с ребрами будет чет*, а *5 га круглая и белая будет чес*, Испытуемый никогда не может отказаться от своего лексикона и переведет на него вновь данные названия, пользуясь тем же законом замены слов, как и экспериментатор. Понятия же, которые при этом возникают, никак нельзя назвать новыми. Они не образуются в

опыте, а давно уже были у испытуемого, и к тому же они не являются "искусственными".

В описанных опытах в лексикон экспериментатора вводится четыре слова, заменяющих четыре других слова какого-либо языка, в опытах же Яромира Грабека¹² заменяется весь лексикон родного языка искусственным "лабораторным" языком. Составляются слоги, образующие бессмысленные сочетания – *тури, тола* и т. д., предназначенные для; названия вещей и явлений. Кроме того, устанавливаются грамматические правила сочетания этих слогов в предложения, например, правила склонения и спряжения. Наблюдая за усвоением такого лабораторного языка, можно, как думает Я. Грабек, "изучать возникновение и существование речевых рефлексов¹³". Не трудно, однако, видеть, что такой "лабораторный" язык в лучшем случае ничем не будет отличаться от любого другого неизвестного испытуемому языка. Зачем придумывать новый язык, когда неизвестные испытуемому языки уже существуют в изобилии? Если же вновь созданная система слов и правил их сочетания не будет иметь сходства ни с одним реальным языком, то вся затея создания "лабораторного" языка теряет смысл. Самое же существенное состоит в том, что обучение

иностранному языку всегда будет происходить на родном языке, так как от родного языка испытуемый не сможет "отделаться", он будет мыслить на родном языке до тех пор, пока. Не-усвоит иностранного. Из практики расшифровки надписей на забытых языках известно, что только такая надпись может быть расшифрована, из которой можно перевести на другой известный шифровщику язык определенное количество словесных сочетаний. При обучении "лабораторному" языку у испытуемого в сложившемся у него механизме речи, неведомом экспериментатору, произойдут словесные замены, процесс: образования которых остается также неизвестен, так как такие замены испытуемый будет делать только для себя. Можно наблюдать лишь успехи и темпы усвоения нового языка или эмпирически найти достаточно совершенную методику обучения, что обычно и делается в практике школьного преподавания. Усовершенствовать же практику можно лишь в том случае, когда будет известен механизм речи. Порочный круг возникает потому, что с самого начала обучения лабораторному языку вступят в действие те самые условнорефлекторные связи, которые мы собирались исключить для того, чтобы наблюдать процесс их образования. Да и

вообще создание искусственного языка для этой цели излишне. Каждое из слов такого языка состоит из звуков, морфем **ФА-СЛОВ**, сочетаемых по известным правилам, но это и есть реальные раздражители всякого естественного, натурального языка. Для того чтобы узнать, как он усваивается, надо знать, как делаются, производятся звуки, слоги и слова, как они разлагаются на элементы и как эти элементы синтезируются. Механизм всех этих процессов может быть исследован на любом языке. Сделав "лабораторный" язык, мы ровно ничего не добавили, кроме напрасного труда.

Таким образом, попытки исследовать систему условных речевых рефлексов при помощи условнорефлекторной методики разных видов наталкиваются на трудности, обусловленные самой природой словесных образований. Однако в методике с безусловным подкреплением есть один пункт, на который можно опереться для того, чтобы до некоторой степени проникнуть в одну из существенных особенностей усвоения и функционирования словесной системы. Выше было отмечено, что в этой методике экспериментатор не передает испытуемому никаких сообщений, а предъявляет ему лишь элемент сообщения. Теперь по индикаторам

условного рефлекса можно судить, как будет видоизменяться этот элемент, вступая в сочетания с другими и образуя целое сообщение, которое в данный момент испытуемый создал для себя. Слово *гриб* есть только элемент. При его участии может быть создано сообщение о грибе, как семействе грибов, как о каком-либо виде из этого семейства, как об определенном, данном грибе, о картинке, изображающей гриб, о сооружении, напоминающем гриб, о горе в форме гриба, о шляпе и даже о человеке ("старый гриб"). Это слово, помещенное в разные сообщения, будет обозначать разные явления, хотя само слово по всем его языковым признакам останется тем же самым.

Можно допустить, что слово как элемент выполняет такую же роль, как переменные в математической формуле. Буквенные обозначения в математике называются переменными, а числовые величины постоянными. Буква x не обозначает никакого определенного числа. Выражение $x < 8$ при $x = 7$ верно, но неверно при $x = 9$. Однако буква приобретает определенное числовое значение в составе сообщения, например $3x + 2 = 17$, где $x = 5$ и только 5. Подобным образом и слово как элемент имеет переменное предметное значение, которое приобретает

определенность в сообщении. Надо всякий раз знать, элементом какого сообщения является данное слово. Сообщение составляется из слов по известным правилам. Отбор слов и будет регулятором перемены сигнальных значений слов. Такой регулятор должен быть двойным. С одной стороны, по языковой правильности, с другой стороны, по реальной истинности. *Стол – это млекопитающее животное* – правильно по языковому сочетанию слов, но не истинно; *Стол* – *млекопитающему животные* – неправильно, а поэтому ничего нельзя сказать об истинности; *Стол – это предмете мебели* – правильно и истинно. Предъявляя элементы в разных местах системы, экспериментатор может по точному условно-рефлекторному индикатору учесть переменное значение каждого из элементов в системе. Это значит, что будет учитываться прием сообщения механизмом речи, будет определяться, что принято и как принято испытуемым. Это наблюдение за работой механизма сложнопеременной сигнализации. Так как испытуемый не решает никакой задачи, вопрос о регулировке действия отпадает. Испытуемому нет необходимости перерабатывать полученное сообщение в самоинструкцию. Процесс срезается только в части приема сообщения; выполнения

действия по сообщению не требуется.

Вопрос о роли отдельных элементов в одновременной или последовательной системе раздражителей исследовался, главным образом, применительно к первой сигнальной системе на животных. Для изучения словесной системы интересна преимущественно последовательная связь элементов, так как сообщение развертывается во времени. В целом ряде работ (В. В. Строганов, К. М. Быков, А. Г. Иванов-Смоленский, Г. В. Скипин, И. И. Зборовская и др.) по изучению действенности отдельных элементов в последовательном комплексе непосредственных раздражителей установлены достаточно определенные явления.

Величина рефлекса на весь комплекс не является суммой эффекта отдельных элементов. В последовательном комплексе наиболее действенным оказывается или физически более сильный элемент, или стоящий на первом месте. В сложном цепном комплексе наибольший эффект дает последний элемент, так как после него происходит подкрепление всего комплекса.

Вопрос о роли элементов в словесном комплексе изучался очень мало. Кроме работы Н. Р. Шастина, проведено только одно достаточно обстоятельное исследование М. В.

Матюхиной¹⁴. Ею была применена методика фотохимического условного рефлекса. В качестве непосредственных раздражителей применялось сочетание звуков гудка и свистка. Словесными раздражителями были предложения из двух и трех слов: *Ножницы притупились; Колесо завертелось; Маленькое колесо завертелось*. После образования условного рефлекса на весь непосредственный комплекс при пробе отдельных элементов оказалось, что наибольший эффект, как и в других исследованиях, дает первый элемент. При испытании же отдельных элементов словесного комплекса, после закрепления условного рефлекса, оказалось, что здесь с одинаковой силой продолжают действовать оба элемента. Этот результат можно понимать так, что при подаче первосигнального комплекса образуется прямая связь звеньев ассоциации, связь: первый – второй. Появление первого элемента как бы вызывает второй и затем весь комплекс. При подаче словесного комплекса образуется сложная прямая и обратная связь, т. е. связь не только первый – второй, но и второй – первый или первый – второй.

Для объяснения этого явления следует обратить внимание на дополнительный опыт. При подаче непосредственного комплекса испытуемым

предлагалось назвать вслух каждый из элементов, т. е. сказать *гудок*, *свиаток*. Оказалось, что и в этом случае при пробе эффект давал только первый элемент, второй компонент бездействовал. Следовательно, когда испытуемый не принимал сообщения, а произносил лишь один его изолированный элемент (второй), то этот элемент не мог заместить весь комплекс. Когда же испытуемый получил полное сообщение, оба элемента комплекса, предъявленные по отдельности, приобрели свойство замещать весь комплекс, их сигнальное значение переменялось. В дальнейшем было бы интересно выяснить, что произойдет при переносе ударения в предложении с одного слова на другое, так как при этом меняется предикат высказанного суждения. В опытах М. В. Матюхиной оба слова предложения произносились на одном уровне, без интонационных вариаций. Трудоемкость методики не разрешала расширения числа вариантов опыта.

Легко понять, что особенности элементов в словесной системе в данном случае определяются грамматической ролью их в простом предложении. Подлежащее и сказуемое являются одинаково главными членами предложения, поэтому они и могли стать заменителями целого

предложения. Когда в предложение был введен второстепенный член (определение) *маленькое колесо завертелось*, то оказалось, что этот элемент дает меньший эффект, чем главные члены, и через некоторое время затормаживается даже в том случае, когда стоит на первом месте. Заместительная сила главных элементов словесного комплекса обнаруживается и при замене элементов в комплексе. Если в непосредственном комплексе (гудок – свисток) первый элемент заменить стуком по стеклу, то заменяющий комплекс продолжает еще действовать в 50% случаев. При замене же словесного комплекса *колесо завертелось* комплексом *колесо покатило* происходит почти полное торможение условного рефлекса.

Особенно интересно еще одно наблюдение. Как только испытуемый сам составляет сообщение для себя, а не получает отдельный элемент сообщения, так передача реакции от непосредственного раздражителя во вторую сигнальную систему осуществляется только при том условии, если составленное для себя сообщение совпадает с принятым. Как и в опытах Л. А. Шварц, замена непосредственного раздражителя отдельным элементом сообщения, т. е. словом *гудок* или *свисток*, давала в опытах

М. В. Матюхиной значительный условнорефлекторный эффект. В этом случае испытуемый составлял для себя сообщение: *Это тот же гудок, который был раньше, совпадающее с сообщением экспериментатора: Будет тот же гудок, который был раньше.* Когда же был заменен весь непосредственный комплекс, т. е. были произнесены слова *гудок – свисток*, оказалось, что у двух испытуемых не появилось условного рефлекса (передача во вторую сигнальную систему не осуществилась), у двух других испытуемых рефлекс был обнаружен. Но как только первым двум испытуемым было предъявлено слово *поезд*, у них тоже появился условный рефлекс, в то время как на это слово у двух других испытуемых рефлекс отсутствовал. Эти данные достаточно убедительно свидетельствуют о том, что первые два испытуемых при приеме непосредственных раздражителей составили другое сообщение для себя, чем вторые два испытуемых. Первые два составили примерно такое сообщение: *Отходит поезд*, а вторые два испытуемых такое: *Так же как и раньше, после гудка был свисток.* Вследствие различий этих сообщений для себя рефлекс появился только тогда, когда два сообщения, т. е. принятое и составленное,

совпали. У испытуемого и экспериментатора появилось тождество сообщений или, во всяком случае, их эквивалентность. Только при этом условии сообщение экспериментатора могло быть принято, что обнаружилось с полной объективностью по индикатору условнорефлекторной реакции.

Как видно, эквивалентность сообщения достигается путем словесных замен и перестроек переменной сигнализации слов. В одном случае слова *свисток–гудок* равны сообщению *отходит поезд*, но неравны сообщению *был тот же свисток и гудок*, в другом случае слова *свисток – гудок* не равны сообщению *отходит поезд*, но равны сообщению *был тот же свисток и гудок*. Таким образом, решая проблему передачи реакций из первой сигнальной системы во вторую, необходимо учитывать не только то, что передает экспериментатор испытуемому, но и то сообщение, которое составляет испытуемый для себя. Только при этом мы узнаем, что принято и как состоялся словесный прием. Это условие, подтверждаемое достоверными фактами, вместе с тем вытекает из того простого положения, что испытуемый является не только приемником, но и источником информации.

Из кратко изложенного материала опытов М.

В. Матюхиной можно сделать некоторые предварительные выводы общего характера о природе словесной стереотипии. При образовании цепных последовательных связей в процессе выработки динамического стереотипа у животных предшествующее звено цепи раздражителей является пусковым для последующего звена. Э. А. Асратян показал возможность выработки у животного специального условного переключателя (выработанного переключателя), который, сам не относясь к ассоциативному ряду, вызывает переход возбуждения с одного пути на другой, и тем самым осуществляем перевод или замена одной цепи звеньев рефлекса другой Цепью. Однако и в этом случае внутри каждой из цепей последующее звено не может вызвать изменения в предшествующем. Последующее звено запускается только через предшествующее. Это и есть случай прямой связи звеньев динамической системы.

Иначе организуются цепи словесной системы. Последующие элементы этой цепи в такой же мере влияют на предшествующие, как и эти предшествующие на последующие. Создается, действительно, цельное объединение, в котором последующее звено должно быть упреждено предваряющим импульсом для того, чтобы

сформировалось предшествующее. Такой синтез может быть назван упреждающим синтезом. Он характерен для всех речевых образований – слога, слова, фразы и способов соединения фраз. Он может быть обнаружен и в артикуляционной и интонационной системах, что в дальнейшем будет подтверждено специальным фактическим материалом. Сейчас существенно определить этот упреждающий синтез в общей форме.

В предложениях *Ушел Ваня* и *Ушла Катя* родовое окончание глагола определяется вторым словом предложения. Это значит, что при отборе слов в предложение последующее, еще произнесенное звено определяет форму звена, в данный момент произносимого. В этом механизме упреждающего синтеза действуют два звена. В одном из них происходит отбор слов из полного лексикона, которым располагает данный человек. Этот отбор соответствует истинности высказывания – *Ушел Ваня, а не Катя*. Во втором звене механизма происходит укомплектование и, соответственно, согласование звеньев динамической словесной системы – *ушел Ваня, но ушла Катя*, т. е. организуется правильность сцепления звеньев сообщения. Необходимость отбора слов для составления сообщения вынуждает упреждать каждое из последующих

звеньев при выдаче предшествующих. Совместная работа обоих отделов этого механизма организует синтез динамической словесной системы. В общей форме можно сказать, что отбор слов происходит из долговременной памяти, где они хранятся, а сообщение формируется в оперативной, короткой памяти.

Кратко изложенные в этой главе материалы и их обсуждение приводят к следующим выводам.

1. Словесный речевой отдел, несомненно, представляет собой сложную систему условнорефлекторных дуг. Это видно хотя бы из того общеизвестного факта, что механизм речи на разных языках складывается прижизненно. Однако условнорефлекторная методика при подходе к изучению механизма речи встречает величайшие затруднения вследствие того, что в лабораторных условиях не может быть выработан новый условный речевой рефлекс. Речевые рефлексы по самой их природе являются натуральными. Поэтому возможно лишь наблюдение за работой складывающегося или сложившегося механизма речи путем учета системы варьирующихся словесных раздражителей. При соблюдении этого условия, наиболее точные результаты могут быть получены при помощи применения классической методики

образования условного рефлекса на безусловном подкреплении.

2. Отбор системы раздражителей должен происходить на основе анализа фактов языка как в части его звуковой системы, так и лексической и грамматической. Одним из важнейших законов, который при этом следует учитывать является закон замены звуков, слов и грамматических форм. Эти замены, с одной стороны, меняют сигнальное значение словесных образований, с другой стороны, обеспечивают на фоне этой изменчивости их тождество. Без исследования фактов языка не может быть учтена система реальных, натуральных словесных раздражителей. Предъявление этого требования вынуждает к сближению смежных областей – физиологии высшей нервной деятельности и языкознания.

3. Речевая деятельность – это процесс общения, т. е. взаимная передача мыслей, поэтому разработка относящихся сюда вопросов должна вестись на основе общей теории передачи сообщений. Надо выяснить состав элементов сообщения, механизм приема этих элементов и формирования из них принятого сообщения. Надо узнать постоянные и переменные компоненты в элементах сообщения и в самом сообщении, диапазон изменчивости элементов и

эквивалентность при замене одних элементов другими. Наиболее элементарной, первоначальной, а поэтому и исходной проблемой, нуждающейся в постановке, является проблема о передаче звуков речи, слогов и слов. Рассмотрение явлений речевого процесса вне общей теории передачи сообщений приводит к голому эмпиризму, фактографии и не позволяет систематизировать даже простые факты, не требующие экспериментального или инструментального исследования.

4. Элементы сообщения нормализованы. Это значит, что они являются тождественными как у передающего, так и у принимающего речь. Нормализован и способ соединения элементов. Усвоение этих элементов и способа их соединения обеспечивает прием сообщения, который всякий раз подкрепляется успехом взаимного понимания, что может быть контролировано соответствием высказываний или соответствием сообщения и действия. Постоянный контроль сообщения в этих двух направлениях все время подкрепляет нормализацию элементов и способ их нормативного соединения. Наряду с этим отбор элементов в сообщение не нормализован, а определяется самим говорящим в соответствии с отраженной им в сообщении действительностью и

законами истинности сообщений. Соотношение этих двух рядов – нормализованного и ненормализованного – определяет механизм формирования приема и выдачи сообщений, элементы которого должны быть синтезированы в целостную систему при помощи упреждающих импульсов. Ненормативный отбор элементов должен упреждаться при составлении ряда нормативных, последовательных элементов динамического словесного комплекса.

5. Проведенные до сих пор исследования при помощи условнорефлекторной методики для разрешения вопроса об особенностях второсигнальных связей, хотя и являются далеко не полными и недостаточно варьированными по системе возможных раздражителей, позволяют наметить весьма существенный гипотетический вывод о путях возбуждения второсигнальной доминанты и соответственно о путях распространения влияния ее на другие, неречевые системы и о влиянии этих систем на речевую доминанту.

Можно допустить существование двух каналов, по которым распространяется словесная информация. Один из этих путей является собственно второсигнальным, другой – первосигнальным. Различие этих каналов лучше

всего пояснить на примере.

Допустим, что испытуемому передают следующее сообщение: "Тотчас же после того, как вы услышите слово *граб* и только слово *гриб*, а не какое-нибудь другое слово, всякий раз после этого вам в руку будет подан электрический ток вот такой силы (демонстрация). Никакое другое слово, например *лошадь*, *стена*, *лисичка*, *боровик*, *белый гриб*, не будет сопровождаться током". Понятно, что безусловное подкрепление может быть дано не только в виде электрического тока, но, в зависимости от методики, это будет или засвет глаза, или холод, или дутье в глаз при мигательной методике. Для проверки усвоения сообщения испытуемый повторяет, при каких и только при каких условиях появится безусловное подкрепление. Дальше приступают к выработке условного рефлекса, время от времени напоминая инструкцию.

В другой серии опытов испытуемому не передается никакого словесного сообщения. Без всякого предупреждения после слова-раздражителя – *гриб* (или другого) – на руку испытуемого воздействуют током (или иным безусловным подкреплением). Остальные слова, применяемые в разном порядке по отношению к подкрепляемому, не сопровождаются безусловным

подкреплением.

На основании некоторых данных о роли предварительной инструкции можно допустить, что образование точной условно-рефлекторной-дифференцировки на определенное слово прежде появится в первой серии опытов, чем во второй. В первом случае передается полная словесная информация по каналу второсигнальной связи. Вследствие этого у испытуемого из наличного у него большого лексикона отбирается только одно определенное слово, которое приобретает значение сторожевой доминанты, и поэтому оно, находясь в подготовительном, отборочном возбуждении, скорее, чем в опытах второй серии, связывается с вегетативными компонентами реакции, вызываемыми безусловным подкреплением.

Во второй же серии опытов передается неполная информация по-первосигнальному каналу. Неполнота информации обусловлена самим порядком опыта. Никому, кроме экспериментатора, неизвестно, на какие возможные слова последует безусловное подкрепление, поэтому в первом опыте будет нуль информации. Во втором и третьем опытах, в случае подкрепления слова *гриб* и неподкрепления слова *стена* информация прибавится на величину

различения только двух слов из всего их числа m в лексиконе испытуемого. В последующих опытах информация будет постепенно добавляться до тех пор, пока через много опытов вегетативные компоненты реакции, первоначально связывающиеся то с тем, то с другим словом, не свяжутся только с одним словом из всего большого лексикона. Можно предположить, что время, необходимое для усвоения полной информации по первосигнальному каналу $= T_i$, будет функцией от нескольких переменных $T_i = f(x, y, z)$, где x – распорядок опыта, y – семантическая система словаря данного испытуемого и z – состояние испытуемого и другие случайно привходящие и учитываемые лишь в общей сумме явления.

Роль распорядка опыта x – очевидна. Обозначая подкрепление знаком $+$ и неподкрепление знаком $-$ составим два ряда.

Первый ряд: Спички $-$; Гриб $+$; Бутылка $-$; Колесо $-$; Гриб $+$; Ворота $-$; Гриб $+$ Стена $-$; Гриб $+$ Лес $-$; Лисичка $-$; Картина $-$ Гриб $+$.

Второй ряд: Спички $-$; Гриб $+$; Бутылка $-$; Гриб $+$; Лес $-$; Гриб $+$ Лисичка $-$; Гриб $+$ Боровик $-$; Гриб $+$; Белый гриб $-$; Гриб $-$.

Следует признать, что распорядок раздражителей во втором опыте, где

систематически не только противопоставляется в паре подкрепляемое слово неподкрепляемому, но и неподкрепляемые слова располагаются по спецификации их сигнальных значений в отношении подкрепляемого слова, будет содержать больше информации в единицу времени, чем при первом распорядке опыта, где ряд слов по их сигнальным значениям более сложен, запутан и несистематичен. Возможны ряды с разной комбинацией отбора слов из предполагаемого у испытуемого лексикона. Соответственно время для усвоения полной информации будет также различным в каждом из рядов.

Кроме этого, время получения полной информации будет зависеть от семантической системы словаря испытуемого. Если в усвоенном ранее словаре испытуемого есть различия и семантические связи между такими словами, как *гриб*, *белый гриб*, *боровик*, *дубовик*, *лисички*, *опята*, *козлята*, *рыжики*, *плесень*, *грибница* и т. п., то усвоение информации пойдет иначе, чем у испытуемого, который плесень не относит к грибам или не усвоил соотношения между словом *гриб* и *грибница*, или не знает слова *козлята*, как названия сорта грибов. Таким образом, величина *u* также будет влиять на время образования полной

дифференцировки и на рефлекторные ответы при подаче тех или других раздражителей словесного ряда.

Что касается величины 2, т. е. состояния испытуемого в данный момент, и других случайных факторов, то при достаточно большом количестве опытов они, подчиняясь закону комбинации независимых событий будут эллиминироваться, т. е. относительно равномерно влиять на общий итог времени в разных (вариантах опыта).

Как видно, различие двух каналов информации состоит в том, что усвоение сообщения держится на разных видах подкрепления. Передача по второсигнальному каналу подкрепляется пониманием, что проверяется возможностью обратной передачи той же информации от испытуемого к экспериментатору. При обратной информации передается сообщение о тех же предметных отношениях, которые ранее были приняты, хотя отбор слов и их порядок может меняться. Передача по первосигнальному каналу подкрепляется безусловным раздражителем и поэтому может сохранить силу только в пределах индивидуального опыта испытуемого. Во всяком случае, при длинном и сложном ряде

раздражителей, развертывающемся в течение многих дней опыта с интервалами, обратная информация от испытуемого к экспериментатору практически становится невозможной. Да и вообще говоря, информация от испытуемого о его вегетативных изменениях возможна лишь в части надпороговых ощущений.

Иначе обстоит дело в условиях применения двигательной методики с так называемым речевым подкреплением. В этом случае неполная информация передается сразу по двум каналам. Испытуемый производит нажатие на ключ по чужому приказу "нажми". Вынужденное движение равносильно безусловному подкреплению, вероятно, все же более слабому, чем электрический ток или температурный раздражитель, действующий на кожу и вызывающий не вегетативные реакции, а сокращения скелетной мускулатуры. Таким образом, информация первоначально пойдет по первосигнальному каналу. Однако через некоторое время испытуемый может принять информацию с помощью имеющегося у него запаса слов, т. е. отмечая порядок поступающих сигналов и вынуждающих приказов. В таком случае информация перейдет на второсигнальный канал и движения нажимов на ключ из

вынужденных превратятся в произвольные. Как указывалось в начале этой главы, момент перехода информации с одного канала на другой является в данном случае неопределенным. Это связано, во-первых, с характером применяемых при этой методике раздражителей (свет, звук), которые могут быть приняты или первосигнально, или в разной мере второсигнально, и, во-вторых, от характера самой реакции нажима на ключ, которая может быть или автоматически вынужденной, или произвольной. В обоих случаях объективные показатели недостаточны для суждения экспериментатора о канале поступления информации. Вероятно, возможны улучшения этой методики, с тем чтобы наблюдать расхождение информации по разным каналам.

Гипотеза о двух каналах словесной информации, подсказанная, хотя и немногочисленными фактами из этой области, имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение. Слова, применяемые человеком в разных жизненных ситуациях, конечно, сочетаются то с одними, то с другими вегетативными реакциями, вызванными этими жизненными ситуациями. Надо думать, что, поступая через первосигнальный канал с безусловным подкреплением, слова отбираются и

дифференцируются в вегетативном отборе по эмоциональным признакам. Поступая одновременно или разновременно по второсигнальному каналу, те же слова образуют словарь данного человека. В результате некоторые из слов, а может быть и все, приобретают эмоциональный индекс. Так как по первосигнальному каналу поступает последовательно порциями и неполная информация, то эмоциональный индекс слов изменяется; кроме того, принимающий, как правило, не дает себе отчета в сигнальном значении этого эмоционального индекса, хотя действие его достаточно сильно.

В процессе опытов с безусловным подкреплением происходит формирование новых эмоциональных индексов ранее усвоенных испытуемым слов. Именно это открывает большие возможности для выяснения механизма воздействия словесной доминанты на неречевые системы. Едва ли можно допустить, что полное словесное сообщение о передаче тока на слове *гриб* тотчас же с места вызовет вегетативную реакцию. Потребуется какое-то количество безусловных подкреплений и неподкреплений для перестройки эмоциональных индексов. Но так как по ожидаемому весьма вероятному результату

введение полной информации все же сокращает время перестройки индексов, то сравнение серий опытов с полной и неполной информацией дает возможность точно учесть это время и ход перестройки. Тем самым обнаруживается механизм широко известного жизненного явления, когда человек, усвоив те или другие словесные сообщения, все же не обладает достаточными эмоциональными побуждениями для осуществления соответствующих действий.

На основе учета эмоциональных индексов возможна постановка еще одной интересной проблемы о семантической системе слов данного человека. Количество слов, которыми владеет взрослый человек, может быть определено числом не менее 5–6 тысяч. Спрашивается, нужно ли в опыте по перестройке индексов с неполной информацией перебрать все эти слова и каждое из них включить в пару подкрепляемого безусловным раздражителем и неподкрепляемого для того, чтобы в конце концов получилась точная дифференцировка только одного слова *гриб*, или для получения этого эффекта достаточно некоторой системы ограниченного числа слов? Первоначально кажется, что первая возможность достаточно вероятна. Ведь испытуемый не получает никакой информации, например о словах

хлеб *ключ*, *молоко* и о других не встречавшихся ранее в опыте словах, следовательно, сохраняется возможность безусловного подкрепления любого из ранее не применявшихся слов. Однако IV действительности, как известно, рефлекс на слова, далеко отстоящие по их предметному значению от контрольного слова, угашается через некоторое время и сохраняется только на некоторые слова, находящиеся в каком-то семантическом или фонетическом отношении к контрольному. Таким образом, оказывается, что через некоторое время только ограниченная часть слов является претендентами на положительную условную реакцию, перестроенную на соответствующий эмоциональный индекс, другие же слова становятся "нейтральными" или, лучше сказать, приобретают минусовый знак. Если в отношении слова *гриб* другие слова, такие, как *ключ*, *барабан*, *стекло*, оказались нейтральными, можно считать, что таким же будет и слово *карандаш*. Однако этого нельзя сказать про слово, обозначающее *лес*, где растут грибы. Неясно, какая реакция последует на слово *яблоко*, которое относится к категории названий пищевых продуктов так же, как и грибы. Так возникает проблема психологической системы лексической семантики. Эта проблема чисто психологическая, а не

лингвистическая и не логическая. У данного испытуемого может сложиться весьма своеобразная связь между словами, не совпадающая с обычными, принятыми в науке системами связи. Так, связь по логическим объемам рода и вида может отчлениваться очень быстро: слово *растение* скоро станет нейтральным, а *гриб* даст условную реакцию. Таким образом, эти логические связи сравнительно скоро перестанут действовать. Деление на части целое также скоро может обособиться: слово *ножка* будет нейтральным, однако в случае приема этого слова, как *ножка гриба*, оно останется реактивным на какое-то время.

Не будет совпадения и с собственно языковыми семантическими связями. Реактивности историко-этимологических связей слов можно ожидать только у испытуемых, принадлежащих к лингвистической специальности. Морфологические же связи могут быть встречены испытуемым по-разному. Слово *грибок*, принятое в значении грибового растения, будет отстоять дальше от слова *гриб*, чем *грибок*, принятое как уменьшительное от слова *гриб*. Возможны и чисто внешние связи, например на основе рифмы. Если после многократного

подкрепления подряд слова *гриб* появится слово *ушиб*, можно ожидать на это последнее слово условной реакции.

Таким образом, путем ряда проб можно обнаружить семантическую систему слов, сложившуюся к данному моменту у испытуемого. Эта возможность появляется вследствие неполноты получаемой им информации. Испытуемый вынужден дополнять передаваемые ему отдельные слова до полного сообщения для себя. В процессе этой операции он отбирает такую группу дополнительных слов, которая позволяет выделить определенное значение переданного ему экспериментального слова. В зависимости от состава такого сообщения для себя могут возникать очень неожиданные комбинации, которые обычно называются ассоциациями. Так, слова *соус* или *пирог* у одних испытуемых могут рано стать нейтральными, а у других испытуемых вступить в связь со словами *грибной соус* и *пирог с грибами* и надолго остаться реактивными.

Таким образом, у каждого данного испытуемого имеется индивидуальная система семантических связей слов. Так как это именно система, т. е. ее элементы взаимосвязаны, то для ее определения нет необходимости перебирать все элементы. Достаточно определенного ряда

элементов, в котором будет обнаружена вся система. Как и всякая система, она обладает избыточностью информации. Вот почему даже неполная информация по первосигнальному каналу в конечном счете приведет к полной перестройке эмоциональных индексов всей словесной системы, если будет найден наиболее короткий ряд порядка раздражителей, в котором неполнота информации восполнялась бы избыточностью системы.

Особую роль приобретает эмоциональный индекс слов в патологических случаях. Повышенная эмоциональная доминанта в отношении некоторых слов может вызвать полное расстройство поведения и нарушение контакта с окружающим. Возникает проблема перестройки и нормализации патологических эмоциональных индексов слов путем проведения информации по доступному второсигнальному каналу.

Для учета разных приемов психотерапии представляет большой интерес определение силы, возможностей и условий воздействия через второсигнальный канал. М. С. Лебединский сообщает о случае, когда врач, применив гипноз, ввел пациентке те самые слова, которые соответствовали ее же просьбе в бодрствующем состоянии. Однако у нее впервые в жизни возник

истерический припадок и она уклонилась от продолжения лечения¹⁵. Следует допустить, что эта пациентка встретила переданную ей в гипнозе информацию комплексом ранее сложившихся слов, снабженных прежними сильными эмоциональными индексами. Возможно, что в гипнозе канал словесной передачи перестроился и подошел вплотную к областям вегетативного управления. Так как принятое сообщение находилось в противоречии с ранее сложившимися и более сильными эмоциональными индексами, возник срыв высшей нервной деятельности.

То, что в патологии бросается в глаза, в норме замечается мало, хотя тот же процесс приема чужой информации через сообщение для себя или через перевод ее на свои слова – одно из самых важных звеньев механизма речи. Чужая речь понимается не только в меру наличного словаря у принимающего, но и в меру возможности отбора из этих слов осмысленного для данного человека сообщения. Это проблема внутренней речи. Для ее изучения приходится применять специальные методики, и весь вопрос разрастается в особое направление в общем комплексе приемов и дисциплин, исследующих механизмы речи.

Рассмотрению этого направления посвящена

следующая глава.

Глава вторая

ПРОБЛЕМА РЕЧЕВЫХ КИНЕСТЕЗИИ¹⁶

§ 4. Постановка проблемы

Прием устной речи осуществляется слуховым анализатором, воспроизводство – речедвигательным. Однако не нужно думать, что только в слуховом анализаторе начинается сенсорная часть рефлекторной дуги, а в двигательном – эффекторная. Если бы это было так, то человек, как эхо, воспроизводил бы только то, что принял. В действительности, в речи постоянными величинами являются лишь некоторые признаки элементов сообщения, набор же элементов различен. Отсюда следует, что для воспроизводства речи, т. е. для набора элементов, должно быть свое начало, своя собственная сенсорная часть рефлекторной дуги. Таким образом, в механизме речи – две сенсорные части рефлекса: слуховая и кинестезическая. Но так как речь после усвоения способов замены звуков буквенными обозначениями может приниматься также и зрительным анализатором, то к двум сенсорным частям должна быть прибавлена еще и

третья, начинающаяся от зрительного анализатора. Так как при всех условиях набор элементов сообщения, т. е. воспроизводство речи, осуществляется только речедвигательным анализатором, то он и играет главную роль в речевом процессе. Это положение и лежит в основе известного тезиса И. П. Павлова о речевых кинестезиях как базальном (основном) компоненте второй сигнальной системы и о видах слова – двигательном, слуховом и зрительном.

Выставленное И. П. Павловым положение о речевых кинестезиях детально не разработано. Сам этот вопрос интересовал психологов издавна, но собственно научное его изучение еще только начинается. Получаемые здесь факты дают основания делать некоторые выводы о механизме речей и выдвигать гипотезы. Еще в допавловский период вопрос сводился, и не без основания, к проблеме совместимости двух действий. Если двигательный анализатор участвует в отборе элементов при составлении сообщения для себя, то одновременно не могут быть составлены два сообщения. Если человек во внешней речи произносит одно, то во внутренней он уже не может подбирать другое. Исходя из этого и решали вопрос, возможно или невозможно совмещение двух речевых действий. Польшман

(1887)¹⁷ проводил наблюдения над самим собой, из которых выяснилось, что он может, произнося знакомые стихи, одновременно составлять в уме другие, новые оригинальные стихи и записывать их строчка за строчкой, может при чтении стихов производить также умножение чисел. Однако в опытах Бине (1890) совмещение более простых действий – нажимания определенное количество раз резиновой груши под стук метронома и решения простой арифметической задачи – вызывало нарушение обоих действий. Весьма трудной оказалась и задача совмещения работы двух рук, одна из которых должна была под метроном нажимать на грушу два раза, другая – пять раз. Эти и им подобные опыты обычно связывались с проблемой распределения внимания. Никакой концепции о нейродинамическом процессе, возникающем при осуществлении двух действий, не было. Вследствие этого опыты носили случайный характер и не варьировались по какому-либо плану. Не варьировался и способ предъявления материала по анализаторам. Дальнейшее развитие в решении этого вопроса, главным образом в работах американских бихевиористов, для которых он приобретал особое значение, прослежено в указанной ниже статье А. Н.

Соколова (1941).

Павловская концепция позволила заново переосмыслить поставленную проблему. Совмещение двух действий можно рассматривать как намеренно вызываемое у испытуемого изменение индукционных отношений между двумя очагами возбуждения. В зависимости от силы возбуждения в этих очагах может возникнуть или попеременное их действие с нарушением процессов и с увеличением времени их протекания, или появится доминантный очаг, т. е. вместо отрицательной индукции возникнет положительная, вследствие чего результат основной работы улучшится. Сочетаемые действия могут быть учтены по участию в их осуществлении того или другого анализатора и по степени автоматизации действий. Сами действия могут быть подобраны так, чтобы включить речедвигательный анализатор в разных сочетаниях со зрительным и слуховым. Учет автоматизации позволит определить до некоторой степени относительную заторможенность очага, регулирующего автоматизированное действие. Наконец, может быть определен динамический характер включенных действий и соответственное взаимное влияние этих видов динамики.

Методика торможения и усиления речевых

кинестезии, а также непосредственная запись активности речевых органов в процессе внутренней речи при помощи отведения биотоков в последнее время применяются у нас довольно широко. Полученные в результате этих исследований данные приобретают для изучения механизма речи и мышления не только большое теоретическое значение, но и позволяют сделать ряд практических выводов в области культуры письма, в частности при обучении орфографии, а также изучении патологии речи. В советской психологической литературе методика торможения впервые была описана. А. Н. Соколовым¹⁸ применительно к проведенным им опытам. В дальнейшем в разных вариантах и сочетаниях она применялась С. М. Блинковым¹⁹, А. Р. Лурия²⁰, Л. К. Назаровой²¹, Л. Н. Кадочкиным²². Биоточная методика применялась Ф. В. Бассиным и Э. С. Бейн²³ Л. А. Новиковой²⁴, Наиболее полное освещение этого вопроса дано в статье А. Н. Соколова "О речевых механизмах умственной деятельности"²⁵.

В основе одного из методических приемов исследования речевых кинестезии лежит следующая мысль. Если речевые кинестезии являются неотъемлемым компонентом

мыслительной деятельности, то устранение или задержка их должны вызвать нарушение деятельности. В опытах А. Н. Соколова задержка речевых кинестезии достигалась разными способами, а именно: с помощью зажимания губ и языка, произнесения во время решения задачи слогов (ба-ба-ба), или слов, или заученного стихотворения. В тех же опытах записывались движения языка в процессе внутренней речи при помощи регистрации микродвижений через электрическую аппаратуру на ленту кимографа.

Были получены следующие результаты. Механическая задержка артикуляции языка и губ не оказывает заметного действия на исполнение предложенных заданий у взрослых испытуемых и значительно тормозит умственную работу у детей. Посторонние речедвижения как у взрослых, так и у детей вначале значительно ухудшают выполнение предложенной задачи, но в дальнейшем, по мере повторения опытов отрицательная индукция снимается и задание выполняется или без всякой задержки, или даже скорее, чем без проговаривания постороннего материала. Регистрация микродвижений языка подтверждает эти наблюдения. Вначале, при решении первых в опыте задач, микродвижения языка встречаются часто и с большой амплитудой,

по мере же автоматизации процесса, в последующих задачах, микродвижения ослабляются, а потом пропадают.

На основании собранного материала А. Н. Соколов выдвигает следующую гипотезу. Генетически внутренняя речь возникает на основе речевых кинестезии. В ранний период развития речи создается тесная межанализаторная связь речедвигательного и слухового анализаторов. Слово слышимое и произносимое связываются. По мере автоматизации речедвижений потребность в речевых кинестезиях уменьшается. Они могут появляться с ослабленной силой. Вместо этого усиливается возбуждение в слуховом анализаторе, т. е. внутренняя речь "озвучивается" (термин А. Н. Соколова). Кинестезии частично восполняются слуховыми представлениями звукового состава слов.

Гипотезу об "озвученности" внутренней речи можно признать правдоподобной и во всяком случае полезной для предварительного исследования соотношений между слуховым и речедвигательным анализаторами. Если на приеме уже поданы словесные сигналы, то редупликация их для усвоения двигательным анализатором может быть ослаблена. Это происходит, например, при чтении про себя. В тексте уже

поданы вторые сигналы в виде буквенных обозначений, следовательно, повторение их на периферии двигательного анализатора может быть ослаблено. Это и оказалось в опытах А. Н. Соколова. Задержка кинестезии при чтении простых для испытуемого иностранных текстов не нарушала понимания читаемого. Возможно, что речевой синтез осуществляется в значительной мере за счет деятельности зрительного анализатора. То же может произойти и при внутренней речи. "Озвучивание" слов, т. е. усиление возбуждения в слуховом анализаторе, может привести к ослаблению речевых кинестезии.

Гипотеза о роли межанализаторных связей подтверждается и другими наблюдениями, не относящимися к речевой деятельности. Среди ряда известных фактов обратим внимание на те, которые указаны в работе М. И. Земцовой²⁶. Она установила, что при движении звучащего предмета слепые следят глазами за его перемещением. Один из ослепших, наблюдавшихся М. И. Земцовой, научился стрелять в мишень из мелкокалиберной винтовки по слуху. Оказалось, что попадания были значительно более точными в тех случаях, когда ослепший принимал позу прицеливания, и

прищуривал глаз, устремив его на мушку и цель, чем в тех случаях, когда он нарушал этот стереотип и отворачивал голову в сторону. У слепорожденных подобного движения глаз не наблюдается.

Аналогично этому можно допустить, что и в речи слуховой и двигательный компоненты одного и того же слова составляют целую систему. Возникший слабый кинетический импульс вызывает усиление слухового компонента в той же системе. Это и есть "озвучивание" слова во внутренней речи. Известно, что поздно оглохший может сохранить речь, поэтому в настоящее время таких людей не принято называть глухонемыми, а относят к группе поздно оглохших, сохранивших речь. Так как у поздно оглохшего звуковые раздражения не принимаются слуховым рецептором, но корковая часть слухового анализатора сохранна, то в процессе речи он может руководствоваться ранее накопленными "озвученными" слуховыми представлениями.

Однако механизм перестраивается в разных видах речи, в разных условиях ее применения и тем более в патологических случаях. Роль слуховых представлений у глухонемого, конечно, иная, чем у нормально слышащего при внутренней речи. Вместе с тем для всех случаев

может быть установлено следующее положение. Слуховой контроль по правильности произнесения решает лишь один, конечно, чрезвычайно важный вопрос: верно ли подан звук, слово, фраза или неверно, но никакое усиление контроля по правильности не может заменить физически самые речедвижения. Если речедвигательный анализатор занят произнесением одних слов, то слуховой не может вместо него репродуцировать, хотя бы и в представлении, другие слова, потому что в слуховом анализаторе нет приспособлений для репродукции слов, а существуют устройства только для их приема,

Но особенность внутренней речи состоит в том, что в ней отсутствует громкое произнесение, поэтому для слухового восприятия нет никакого подконтрольного объекта. Из этого все же не следует, что отсутствует контроль со стороны слухового представления, пропадает установившаяся в норме межанализаторная связь, уничтожается эквивалентность между словом слышимым и произносимым и слуховой анализатор исключается из системы речевого механизма. Наоборот, надо думать, что произвольный запуск двигательного стереотипа слова без слухового представления и без

понимания его предметного значения невозможен, так как содержащиеся в усвоенном человеком словаре слова обладают значениями. Слуховое представление, как и восприятие, является расчлененным. Только расчлененность разрешает производить поэлементный контроль состава слова и опознавать его как целое

Иное соотношение в двигательном анализаторе. Сам двигательный стереотип слова расчленен до мельчайших элементов на возбуждательные и тормозные нервные импульсы к громадному числу мышечных групп, участвующих в произнесении слова. Однако весь этот аналитический состав ни в какой мере не включен в двигательное представление слова. Невозможно и не нужно представлять весь комплекс речедвижений для того, чтобы они произошли. Человек, говоря слово *стол*, понимает, о чем он говорит, и может перечислить звуковой состав этого слова, но никто не может сказать – как при его произнесении движется диафрагма или другие мышцы.

В материале речи человек может себе представить все, что есть на приеме, и ничего из того, что составляет механизм выдачи. Это происходит потому, что всякая саморегулировка осуществляется по конечному продукту, которым

в речи является акустический эффект. Он и контролируется. Но он же должен и запускаться для того, чтобы получилось совпадение приема и выдачи.

Следовательно, "озвучивание" во внутренней речи можно понимать как участие слуховых представлений в отборе ассоциированных с ними и подконтрольных им двигательных словесных стереотипов. Однако это возможно только в том случае, когда двигательный стереотип уже сложился как подконтрольное образование. Кроме того, "озвучивание" слова в представлении сохранит лишь контрольную функцию: то ли слово отобрано и не нужно ли его заменить другим. Само же усиление двигательного стереотипа при внутреннем отборе слов потребует специфических, перестроек в системе речедвигательного анализатора, поэтому правильнее было бы сказать, что не слуховые представления усиливают речедвижения, а наоборот, речедвижения усиливают слуховые представления.

Таким образом, проблема речевых кинестезии возникает снова. При этом она может решаться только объективной методикой, которая и применялась в указанных выше исследованиях и, в частности, в работах А. Н. Соколова. Так как

двигательные ощущения, по меткому замечанию И. М. Сеченова, являются "темными", что, действительно, вытекает из самого существа этого подконтрольного объекта, то иная, кроме объективной, методика вообще не применима, хотя внутренняя речь наиболее субъективна из всех других видов речи. Однако получаемые первоначально объективные факты оказываются противоречивыми. В одних случаях при внутренней речи удастся отчетливо заметить активность периферии, в других случаях активности нет.

Для разрешения этого противоречия необходимо собрать такие факты, которые можно обнаружить на путях понимания общей конструкции механизма речи.

Следует различать два звена этого механизма: а) отбор звуков для составления слов (или, что то же, отбор речедвижений для составления двигательного стереотипа слова) и б) отбор слов для составления сообщения. Несколько более подробно соотношение этих частей механизма речи будет выясняться в следующей главе. Сейчас же достаточно заменить, что во внутренней речи людей, владеющих языком, происходит отбор слов, а не отбор звуков для слова, так как двигательные стереотипы слов у этих людей уже

сложились.

Из этого различения вытекают важные выводы для поисков фактов при изучении внутренней речи. Мы не можем ждать, что во внутренней речи будут возникать такие же речедвижения, которые происходят при артикуляции звуков речи. Во внутренней речи не нужно ни производить звуков, ни искать артикуляционных позиций, необходимых при формировании двигательного стереотипа слова. Но можно ждать таких речедвижений, которые необходимы для опознавания отбираемых словесных стереотипов и для их сочетания.

Стереотип каждого слова очень характерен по своей динамической структуре. Каждое слово имеет определенную длительность и, что особенно важно, характерную структуру по соотношению сильных и слабых позиций. По этим признакам слово опознается как целое. Отбор же слов для составления сообщения может осуществиться лишь тогда, когда слова группируются, соединяются и разделяются. Вне этого синтагматического членения осмысленный отбор превратился бы в "набор слов". Любая фраза как сообщение, имеет свою особую характерную материальную структуру.

Таким образом, при отборе слов во внутренней

речи неизбежно должна вступить в силу динамика словесных стереотипов и динамика самого отбора.

И действительно, очевидные факты прямого наблюдения как нельзя лучше подтверждают это положение. Разнообразные косвенные методы регистрации движений речевых органов хороши тем, что позволяют собрать обширный материал в разных вариациях опыта. Прямое же наблюдение, часто лишенное этих возможностей, выгодно отличается тем, *что* интересующее явление просто видно с достаточно заметными деталями.

Нам удалось произвести кинорентгено съемку надставной трубки в процессе внутренней речи. Объяснение относящегося сюда материала представлено в главе XII этой работы (§ 38). Сейчас достаточно заметить, что язык и верхняя часть глоточной трубки в процессе внутренней речи не совершают артикуляционных движений, а ритмически покачиваются. Артикуляционные позиции всегда очень точны и определены, здесь же производятся отчетливо заметные плавные движения.

Трудно понять эту динамику периферии иначе, как усиление процесса отбора слов. Язык и глотка как бы отбирают синтагмы и отделяют группы слов. Язык отказался от своей артикуляционной функции и перешел на выполнение чисто

динамических членений. Из фактического материала, излагаемого в дальнейшем, будет ясно, что в разных видах речи происходят значительные перестройки ее механизма. Для образования элементов в составе слова нужны одни речедвижения, для отбора слов – другие.

Однако приведенное прямое наблюдение решает лишь часть вопроса. Мы узнали о специфичности речедвижений, являющихся индикаторами обратной связи в процессе отбора слов во внутренней речи, но этими наблюдениями не объясняются постоянно встречающиеся случаи, когда в процессе внутренней речи не удается зарегистрировать активности периферии. Кинорентгено съемка также документирует и эти явления.

Прежде всего надо выяснить, в каком направлении мог бы быть решен поставленный вопрос. Если для отбора слов не нужно восстанавливать их элементный состав, а оперировать ими как целыми образованиями, то возможно, что во внутренней речи и сами слова могут быть заменены большими, ранее сложившимися ассоциативными комплексами. Может происходить не только отбор слов, но и отбор весьма кратких сигналов, замещающих целые системы ранее отобранных слов. При этом

такие сигналы могут быть статическими схемами. В этот момент составляется кодируемый переход от динамики сочетания слов к более вместительной статической схеме. При декодировании статическая схема может быть переведена в устной речи или при последовательном проговаривании про себя – в развернутый ряд слов. В этих условиях отпадет необходимость усиления центра динамикой периферии речедвигательного анализатора и возникнет новая специфическая перестройка речевого механизма.

Теоретически вероятность таких предположений достаточно велика. Можно без преувеличения сказать, что весь язык держится на принципе замен. Сюда относится прежде всего синонимия. Всякое слово может быть заменено другим (хотя и не всяким другим) или равнозначным ему описательным оборотом. На этом принципе строятся одноязычные толковые словари. В контексте же происходит устранение синонимии. Замечательной особенностью текста является то, что он может быть или распространен в более обширный текст или свернут в сокращенный. Номинативным выражением такого свертывания являются заглавия и оглавления. В языке выработались такие особые части речи, как

местоимения *т* относительные слова, функция которых только и состоит в том, чтобы заменять другие слова или указывать, к какому слову относится данное распространение текста. Слова *этот, тот, который* и т. п. заменяет многое из того, что было сказано раньше, и теперь уже могут не проговариваться. При затруднениях вспоминания слов очень часто всплывает какая-либо характерная часть его звукового состава, например *р, ш, с*, или воспоминание строится на смысловой замене, как в известном рассказе А. Чехова "Лошадиная фамилия". Широчайшие возможности языковых замен при сохранении тождества слов и мыслимых обозначений обеспечивают, с одной стороны, возможность перевода мысли с одного языка на другой, с другой стороны, могут явиться причиной непонимания, таю как замена, примененная одним человеком, может не совпадать с привычной заменой, производимой его собеседником.

Не только с точки зрения языковедческой, но и физиологической проблема замен представляет значительный интерес. Известно, что в любом стереотипе один элемент может замещать все остальные и весь стереотип в целом. Если в стереотипе сложился некоторый комплекс

элементов, который, в свою очередь, вошел в некоторую ассоциативную систему, то раздражитель, вызывающий активность одного из элементов, является сигналом запуска для всей сложившейся системы. Таковы инстинкты. Внешний вид гнездового и кормового микроландшафта является сигналом для остановки прилетевших весной птиц и развертывания сложной-системы поведения при спаривании, гнездовании и выведении птенцов. Ассоциативные комплексы могут находиться в разной степени сцепления друг с другом, но, чем более крепко сцеплена система, тем, надо думать легче вызвать ее развертывание по одному из элементов. Следует допустить, что в высших формах деятельности вероятны комбинации сигналов – заменителей систем.

§ 5. Методика центральных речедвигательных помех

Можно построить методику исследований внутренней речи, в которой? учитывались бы как случаи динамической активности периферии речедвигательного анализатора, так и возможность замен динамики теми или другими способами. В таких заданиях, в которых двигательный стереотип слова, обладающий определенной динамикой, по условиям самой задачи не может быть ничем заменен, торможение динамики посторонней деятельностью, также обладающей своей динамикой, приведет или к невозможности выполнения задания, или к дефектному его выполнению. В тех же случаях, когда замены возможны и производятся испытуемым, решение задачи при включении посторонней для речи динамической деятельности не потерпит ущерба. Характерная переменная для каждого словесного стереотипа динамика может быть названа акцентновыделительной, имея в виду, что в слове акцентно выделяется один из слогов и ослабляются другие.

Сущность примененной нами методики сводится к следующему. Испытуемый, отделенный

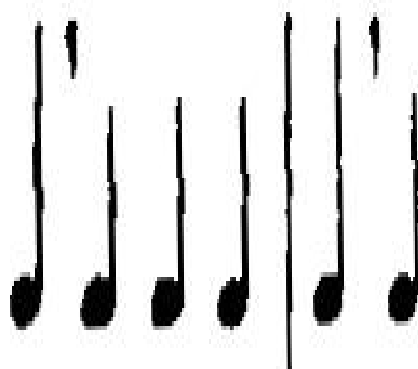
от экспериментатора ширмой, получает основное задание, например: производить умножение двузначного числа на однозначное, считать квадратики по разграфленной бумаге, узнавать форму и запоминать порядок фигур, вписанных ему в ладонную поверхность руки закругленным концом палочки, составлять фразы и т. п. Одновременно с этим вводится специфический тормоз на темпоакцентную выделительную динамическую систему речи в виде стандартного, заученного, стереотипного ритма, который выстукивается испытуемым любой удобной ему рукой.

Виды ритма постукивания были разнообразны. Мы приведем материал только по некоторым, самым легким для всех испытуемых ритмов. Сюда входили:

а) однотоктное постукивание из трех элементов с ударением на первом члене –



б) двухтактное постукивание с четырьмя членами в первом такте и во втором и с ударением на первом элементе каждого такта –



в) хорошо знакомый ритм какой-либо песенки, например "Чижика" или "Барабанщика". Все эти ритмы легко усваивались испытуемыми и воспроизводились безошибочно. Испытуемые брали ритм в целом и не давали себе отчета о количестве входящих в него элементов, т. е. не считали ударов. При подаче ритма а вопрос о количестве элементов решался, конечно, очень просторно, продолжая этот ритм, испытуемые не могли сказать, сколько сделано ими ударов за одну или две секунды. Относительно ритма б они не могли сказать, сколько элементов содержит вся эта двухтактная фигура. Подобные вопросы ставились исключительно в контрольных целях для того, чтобы убедиться в полной автоматизации постукивания и отсутствии специальной второсигнальной регулировки этого процесса. Для решения вопроса о количестве элементов в ритме б испытуемые должны были

заново простукивать этот ритм в медленном темпе.

Объективными показателями были: время решения основной задачи, измеряемое по секундомеру, правильность ее решения, правильность ритма, темп постукивания. Последние два показателя учитывались по записи на кимографе через пневматическую передачу от специального прибора, на котором производилось постукивание. В некоторых опытах было задано постоянное время от 30 секунд до 2 минут и учитывалось количество проделанной испытуемым работы.

Главная особенность этой методики состоит в следующем. На деятельность речевых органов непосредственно не производилось никакого тормозящего воздействия. Вся произносительная система оставалась свободной. Торможение двигательного анализатора производилось через постукивание рукой в расчете на то, что вокруг соответствующего пункта возбуждения может появиться зона индукционного торможения. В задачу входило вызвать специфическую для речи отрицательную индукцию, наводимую от области коры, управляющей рукой, на речедвигательную сферу. Если темпоакцентновыделительная система необходима как средство для внутренней речи и

входит как неотъемлемая часть в речевые кинестезии, то введение другого ритма, т. е. другой динамики, не согласованной с речевой, будет тормозить последнюю. Хотя рука не принадлежит к системе речевых органов, выполняемая ею в условиях этого опыта деятельность откосится к такому же виду динамики, как и динамика речевой деятельности.

Описанная методика может быть названа методикой центральных речедвигательных помех.

При приеме громкой речи помехой может быть группа звуков типа белого шума, т. е. звука такого спектра, в котором разные полосы частот встречаются случайно. Такой шум, сравниваясь или превосходя по силе речевые звуки, маскирует их. Аналогично этому, для того чтобы затормозить теперь уже не прием, а выдачу речи, можно ввести помеху на речедвигательный анализатор, т. е. нарушить или затруднить речедвижения. Сами органы речи, как канал выдачи, остаются свободными. Помеха наводится со стороны вследствие движений руки, по форме одинаковых с движениями речевых органов. Очевидно, что управление не может осуществиться, если управляющая система в один и тот же момент вынуждается к посылу импульсов двух разных алгоритмов. В этих условиях

возможен лишь попеременный посыл пачки импульсов то одного, то другого алгоритма, что может быть обнаружено по увеличению времени протекания процесса и появлению дефектов в обеих сериях движений (руки и речевых органов).

Введение ритмического постукивания рукой при громкой речи обнаруживает картину резкой отрицательной индукции, полного разлада одного или обоих совместных действий. Ни один человек в процессе громкой речи не может правильно отстукивать ритм постоянной формы, хотя без речи такой ритм легко и безошибочно воспроизводится. Постукивание рукой с переменным ритмом, соответствующим акцентному членению потока речи (при задании испытуемому – постукивать "как угодно"), производится легко и ни в какой мере не нарушает речевой процесс. Так как в этом случае доминантой становится речевая деятельность, то возникает положительная индукция, при которой субдоминанта постукивания усиливает доминанту динамики речедвижений.

Введение в название методики термина "центральный" имеет целью подчеркнуть, что помеха, возникающая при постоянном алгоритме ритмического постукивания рукой, накладывается на управление речевым процессом, а не на

эффекторные органы и анализу подвергается центральный механизм управления в целом. Это выгодно методически, так как включение помехи, равно как и регистрация движений со всей периферии весьма обширного речедвигательного анализатора, не только затруднительно, но и практически невозможно.

В ряде серий опытов, проводившихся по этой методике, обнаружилось, что при изучении внутренней речи особенно остро встает вопрос о соотношении наглядного образа и слова. В процессе чтения разных текстов и решения в уме задач наглядно образные и словесные компоненты тесно переплетаются и перемежаются. Самонаблюдение испытуемых совершенно неспособно обнаружить эти компоненты, так как языковые средства не осознаются, как правило, даже во внешней речи и тем более во внутренней. В связи с этим возникла необходимость подобрать для испытуемого такой вид основной (тормозимой) деятельности, в котором была бы исключена или значительно уменьшена сила наглядно-образного синтеза и задача решалась бы только словесными средствами. При этом сама деятельность должна быть максимально простой. Как выяснилось после ряда проб, этому требованию вполне удовлетворяет задача счета

подряд одинаковых квадратиков в количестве от 18 до 25, выделенных на обыкновенной "в клеточку" разлинованной бумаге. Порядковый счет – один, два, три и т. д. – не вызывает за каждым из названий какого-либо наглядного образа. Счет держится только на названиях, при этом предшествующее звено автоматически вызывает последующее. Такая деятельность для испытуемых, являвшихся научными сотрудниками, конечно, элементарна. В этом опыте испытуемый осуществлял две хорошо автоматизированные деятельности – счет про себя и постукивание.

По этой методике были получены следующие результаты. Без постукивания испытуемые дают верный подсчет клеточек за 8–12 секунд. При ритмическом постукивании время у всех испытуемых возрастает до 18–30 секунд, при этом в подавляющем большинстве случаев ответы бывают неверными, а ритм постукивания нарушается. Некоторые испытуемые вообще отказываются от подсчета. Через некоторое время часть испытуемых при удлинённом времени все же дает правильный ответ. Легко удастся заметить способ, каким это достигается. Испытуемый задерживается на очередной клеточке столько времени, сколько длится одна группа

постукивания – группа а или группа б²⁷ т. е. период ритма, затем переходит к другой клеточке. Простучав, один период, испытуемый произносит про себя *один*, простучав другой период, произносит *два* и т. д. Ошибки возникают потому, что в результате торможения испытуемые забывают, остановились ли они, например, на 12-й клеточке или на 13-й. Произнесенное про себя слово вытесняется постукиванием. Лишь некоторые испытуемые при однотактном постукивании а с тремя элементами приспособились считать на каждом ударе, при этом совершенно ясно, что во внутреннем произнесении первое название усиливалось ударением *раз*, *два*, *три*; *четыре*, *пять*, *шесть*; *семь*, *восемь*, *девять*. Это явление устанавливалось с достаточной объективностью, так как при переходе к более длинной синтагме – *одиннадцать*, *двенадцать*, *тринадцать*, тотчас же возникали задержки и ошибки в подсчете или постукивании или в том и другом.

Подсчет с ударением во внутренней речи на словах *раз*, *четыре*, *семь* следует рассматривать, как образование доминанты постукивания, подсчет же с остановкой на одной клеточке за период в одну группу постукивания, – как образование доминанты счета. При переходе к

двухтактному ритму б у всех испытуемых появилась доминанта счета. Они задерживались за все время периода из двух тактов на одной клеточке. Это легко устанавливается по совпадению количества считаемых клеточек и зарегистрированных групп постукивания. При этом время работы, конечно, значительно возрастало. В большинстве случаев счет и при этом способе работы был неверен, у испытуемых возникало внешне заметное напряженное состояние. При словесном отчете они говорили о значительной трудности выполнения поставленной задачи.

Однако абсолютно исключить наглядный синтез даже при этом совершенно, так сказать, "выхолощенном" задании не удастся. Столкнувшись с затруднениями, испытуемые синтезируют в зрительном восприятии клеточки по группам, например, называя группу в три клеточки *раз, два* и т. д. Тем самым они уменьшают количество внутренне произносимых слов в три раза и переозначают считаемые элементы путем замены слов. Просчитав до семи, они мгновенно при ответе говорят – двадцать один.

Роль наглядного синтеза значительно усиливается и задача решается более успешно,

если вместо сосчитывания совершенно одинаковых квадратиков предлагается считать вертикально начерченные палочки, верхние края которых не выравнены на одном уровне. Тогда испытуемые взглядом группируют элементы подсчета и уменьшают количество внутренне произносимых слов, например, ЛИШИ *три, шесть, восемь, двенадцать* и т. п. Однако и здесь такой подсчет в большинстве случаев оказывается ошибочным.

Для того чтобы наиболее отчетливо выяснить роль динамической конструкции внутренне произносимого словесного комплекса, были введены две новые серии опытов, в которых менялась величина словесного комплекса, но его сигнальное значение оставалось неизменным. В первой серии испытуемый должен был считать те же квадратики, произнося не *раз, два, три* и т. д., а *одиннадцать, двенадцать, тринадцать*. Таким образом, менялось только название, все остальное сохранялось в прежнем виде. При таком способе подсчета общая напряженность работы испытуемых возросла, ошибки появлялись почти при каждом подсчете и постукивание нарушалось.

Этот ясно обнаруженный эффект нельзя объяснить не чем другим, как заменой синтагм – один, два, три синтагмами другого

темпоритмического строя – одиннадцать, двенадцать, тринадцать и т. д. В следующей серии опытов счет тех же квадратиков происходил в синтагмах: пять тысяч пятьсот девяносто один; пять тысяч пятьсот девяносто два и т. д. В этой серии испытуемые пришли в состояние совершенно исключительного разлада и напряжения. Особенное затруднение вызвал переход во время счета с синтагмы – пять тысяч пятьсот девяносто девять к синтагме – пять тысяч шестьсот. При порядковом счете последняя синтагма появляется неожиданно и требует полной переакцентировки в сравнении с предшествующей. В этот момент счет сбивается. У одного испытуемого при счете 21 клеточки, начиная с 5991, в ответе получилось 6511. Испытуемые показывали, что при подсчете в этих условиях они акцентируют название числа по ритму постукивания следующим образом: *пять тыщ пятьсот девяносто один* (знак ' обозначает ударение; знак – безударную группу, знаки, ∪∪∪, ∪ – соответствуют постукиванию типа б²⁸).

Для объективной проверки этого явления на гортань испытуемого помещался ларингофон, соединенный электрической передачей с отметчиком, записывающим интенсивность слогов. В этом опыте испытуемый считал не про

себя, а вслух. Обнаружилась исключительно сильная редукция слогов произносимой синтагмы примерно в таком виде: вместо *пять тысяч пятьсот девяносто один* произносилось – *ять тыщ я со де нос ди*. Таким образом, в этих условиях возникала сильная доминанта постукивания и сильнейшая слоговая редукция. При прослушивании со стороны словесный комплекс делался совершенно неузнаваемым, но для испытуемого именно в этом перестроенном виде он сохранял нужное ему сигнальное значение. Здесь перестроился сам двигательный сигнал, сильно укоротившись и уподобившись ударным и безударным элементам ряда постукивания.

Иначе говоря, происходит замена нормативного кода, легко расшифровывающегося всяким, говорящим на данном языке, на код ненормативный, созданный испытуемым к данному случаю и понятный лишь ему. Во внутренней речи образуются весьма краткие и совершенно субъективные, т. е. ненормативные, сигналы, заменяющие сколь угодно большие ранее проговоренные словесные комплексы. Между сигналом и сложным ранее проговоренным словесным комплексом устанавливается эквивалентность – сигнал переозначается и

становится заменителем этого словесного нормативного комплекса. Возникает свой собственный код, эквивалентный нормативному. Если этот предварительный вывод признать верным, приходится допустить, что при внутреннем проговаривании происходит перестройка самого механизма речи. Вместо системы нормативных слов появляется новая система речедвижений, эквивалентных первой. Для этой новой системы должны быть и свои особые правила. В предшествующей главе мы условились систему самого речевого механизма, т. е. состав двигательных элементов как средств составления сообщения, обозначать как систему А; систему же состава сообщения, его содержание, инструкцию, направленную на регулировку всяческих движений обозначать как систему Б. Там же было замечено, что система Б может предписывать правила для любых движений, следовательно, и для речевых. По инструкции может быть изменен способ соединения элементов сообщения. В этом, собственно, и состоит различие языков, применение которых различно по материальным средствам набора элементов и эквивалентно по обозначаемым предметным отношениям. К этому же сводится и различие условных телеграфных кодов. Имея в виду

функции систем А и Б, следует узнать, каково их соотношение в процессе внутренней речи.

В условиях ритмического постукивания, как мы видели, для испытуемого создаются исключительно тяжелые условия пользования нормативными речевыми синтагмами. Производимые при этом речедвижения не совпадают по ритму с постукиванием. В двигательном анализаторе возникает специфическая для нормативных речедвижений отрицательная индукция у всех без исключения испытуемых и всегда, как только в описанных условиях опыта вводится постукивание. Все это создает необходимость перестройки правил работы системы А. Ясно, что эти новые правила должны освободить от отрицательного влияния ритма постукивания. Система Б должна содержать такие правила для составления сообщения, в которых сами нормативные речедвижения заменялись бы неритмическими комплексами. Однако эти комплексы должны иметь такое же сигнальное значение, как и нормативные речевые. Должно возникнуть нечто подобное тому, что постоянно происходит, например, при условной замене слов *поезд запрещен* первосигнальным раздражителем – красным светом. Возникающий красный свет за время его действия как

симультанный раздражитель не обладает ритмическими свойствами, в отличие от словесной синтагмы, развертывающейся во времени. Таким образом, словесный сигнал передает свое сигнальное значение другому сигналу, обладающему другими материальными качествами, но его сигнальное значение остается эквивалентным словесному.

Для подтверждения фактами этих предположительных объяснений была проведена еще одна серия опытов с ритмическим постукиванием. Надо было включить раздражители, для усвоения которых синтез во временной последовательности играл бы меньшую роль, чем синтез, объединяющий одновременно данные элементы. Таким процессом может быть узнавание пространственных форм. При этом надо стремиться к тому, чтобы процесс синтезирования форм был по возможности замедлен, для того чтобы наблюдать именно процесс, а не результат ранее сложившегося синтеза. В целом ряде опытов было замечено, что различение пространственных форм и изображений, воздействующих на зрительный анализатор, не терпит никакого заметного ущерба при одновременном ритмическом постукивании. Зрительное узнавание вещей и их форм сложилось задолго до того, как

испытуемый пришел в лабораторию. Он с легкостью, с постукиванием и без него и одинаково полно дает отчет о вещах и сюжете предъявленной ему картины. Вот почему раздражители для узнавания пространственных форм должны были предъявляться не со зрительного, а с какого-то другого анализатора.

Поставленным требованиям удовлетворял кожный анализатор. Для того чтобы узнать фигуру, начерченную, например, на ладони (без зрительного контроля со стороны испытуемого), надо последовательно нанесенные элементы синтезировать в систему одновременно сопоставляемых элементов пространственной формы. Введя такой способ нанесения раздражений, мы могли учесть соотношение обоих видов синтеза – в одновременности и последовательности, что имело большое значение для решения вопроса о переозначениях во внутренней речи.

Опыт проводился так. Тупой палочкой на ладони испытуемого последовательно чертилось несколько фигур: Ч; I; 0; II; 00; 8 (крестик, палочка, кружок, две палочки, два кружка, восьмерка). При словесном отчете испытуемый должен был рассказать о последовательности, в какой ему предъявлялись изображения фигур, и

назвать их. Опыт проводился с ритмическим постукиванием и без него. Допускалось, что называние (во внутренней речи) начерченных экспериментатором фигур и запоминание той последовательности, в которой они предъявлялись, будет нарушаться при ритмическом постукивании, так как будет ослабляться динамика речевых кинестезии. Вместе с тем, сами фигуры и способы их изображения не содержали динамических, акцентных выделений.

Были получены следующие результаты. Без ритмического постукивания все испытуемые дают совершенно одинаковые показания о способе запоминания фигур. Объединение фигур происходит при помощи суммирования названий. Если, например, дается такой ряд: I; 00; Ч; 8; 0, то испытуемый произносит про себя: палочка; палочка, два кружочка; палочка, два кружочка, крестик. Оставшиеся две фигуры воспроизводятся без "суммирования", по непосредственному запоминанию. Некоторые испытуемые прошептывают названия фигур. Надо заметить, что как узнавание, так и особенно запоминание фигур требует большого сосредоточения внимания. Количество фигур, запоминаемых при их однократном предъявлении и при отсутствии

ритмичного простукивания, не превышает 5–8.

При введении ритмического постукивания испытуемые разделились на две ясно различающиеся группы. У испытуемых первой группы ритмическое постукивание резко снижает количество правильно воспроизведенных фигур. У второй группы вначале появляется снижение правильного воспроизведения, но в дальнейшем все фигуры воспроизводятся в том же количестве и так же правильно, как и без ритмического постукивания. Испытуемые первой группы воспроизводят в опыте без ритмического постукивания правильно от 5 до 8 фигур. С введением постукивания воспроизведение снижается в пределах от 0 до 4 фигур, в среднем 2 фигуры. При постукивании появляются паузы между периодами групп элементов стука. Судя по показаниям испытуемых, им удается иногда в паузах между группами стуков суммировать названия, но постукивание сильно мешает такому суммированию имен. В объективном индикаторе на кимографической записи регистрируется нечто вроде клонической или тонической судороги постукивающей руки. Пишущее перо не падает вертикально после удара палочкой, а скользит зигзагообразно, вследствие того что испытуемый не отнял палочку от поверхности прибора с

пневматической передачей.

При ритмическом постукивании заметно ухудшается узнавание фигур. Испытуемые при вписывании говорят о том, что им непонятно, какую фигуру чертит у них на ладони экспериментатор. Иногда воспроизводится сравнительно большое количество фигур, но при этом ритм постукивания резко нарушается и замедляется в темпе. Встречаются: случаи, когда испытуемому чертят 3 фигуры, а он воспроизводит 4. Узнав, что ему было предъявлено 3 фигуры, он выражает сильнейшее удивление. Надо думать, что при синтезе фигур испытуемый часть одной фигуры отнес к другой фигуре.

Вторая группа испытуемых дала другие результаты. Без ритмического постукивания и эти испытуемые пользуются приемом "суммирования названий". В первых опытах попытка применить "суммирование" не удастся, количество правильно воспроизводимых фигур значительно снижается, но, начиная со второго, третьего опыта (в данный экспериментальный сеанс), эти испытуемые и при ритмическом постукивании воспроизводят столько же фигур, сколько и без него. Причина этого явления была хорошо выяснена в дальнейших опытах. Все дело сводится к способу

запоминания порядка вписанных фигур. После неудач в первых опытах испытуемый в том же сеансе или в следующем (через несколько дней) начинает применять условную схему следования фигур. Так как эти схемы совершенно субъективны и индивидуальны, рассмотрим их на примере некоторых испытуемых.

Испытуемая И. применяет числовую, буквенную или комбинированную – буквенно-числовую схему. Так, если ей были предъявлены фигуры 1; 0; II; Ч; 00, она запоминает следующим образом: 1011 умноженное (Ч) на 00 (два нуля) или объединяет фигуры в буквослогн:

Ч I – хи Ч 0 – хо; Ч 00 – хoo; 0 Ч ох и т. п.
Иногда числа и знаки.

Умножения перемежаются с буквослогами.

Другой испытуемый применяет "сюжетную" схему. В ней заранее определены "действующие лица". Запоминание достигается заменой фигур этими "сюжетными" элементами и включением их в "сюжетное" действие. Испытуемая Мр. пользовалась двумя сюжетами: "елка" и "физкультурник". Сюжет "елка" синтезировался так. При подаче – Ч; I; 0; I; 00 испытуемая при воспроизведении говорит; *Принести крест, вставили в него елку, повесили украшение (00),*

принесли еще елки и повесили еще двойное украшение (00). Сюжет "физкультурника" воспроизводится так. После подачи фигур – II; 0; Ч; I – испытуемая говорит: Параллельные брусья, между ними голова физкультурника, он угробился (Ч), пришел второй физкультурник (I).

Третий испытуемый, относящийся к той же категории, применил схему замен фигур реальными лицами, присутствующими в экспериментальной комнате. В лаборатории, кроме испытуемого, было еще два лица – экспериментатор (Н. И.) и ассистент (Галя). Испытуемый обозначал вписываемую фигуру 0, как Галя, а фигуру I, как Н. И. (экспериментатор). При наличии фигуры 00 обозначалось – две Гали, при фигуре II – два Н. И. Остальные фигуры запоминались по отдельности. При вписывании в ладонь той или другой фигуры испытуемому было достаточно бросить беглый взгляд на Галю или Н. И. для того, чтобы зафиксировать наличие заменяемых фигур. Этим способом испытуемый при ритмическом постукивании освобождался от "суммирования названий". Так вырабатывалось помехоустойчивое приспособление.

Эти кратко изложенные опыты позволяют признать выдвинутое выше предположение достаточно верно отражающим действительность.

Испытуемые первой группы не могли отказаться от словесных нормализованных речедвижений. Они продолжали проговаривать, "суммировать" как при постукивании, так и без него. Вследствие этого несовместимость динамики речедвижений и ритма постукивания вызывала специфическую отрицательную индукцию и разрушала процесс, который не мог осуществиться без речедвижений.

У испытуемых второй группы нормативные словесные речедвижения также были, но они осуществлялись лишь вначале, в процессе самого опыта, в дальнейшем же они производились в промежутке между опытами, когда не было постукивания. В это время испытуемые второй группы составляли схему. Они вырабатывали эквивалентный словам код сигналов, освобожденных от "вредного" влияния ритма, так как их синтез происходил в одновременности, а не последовательности. Для создания такого шифрового кода была составлена инструкция или самоинструкция, в которой предписывались правила перехода от одной обозначающей системы к другой. В инструкции было, например, сказано: "1 = елка; 0 = украшение; 00 = двойное украшение". После этого 1; 0; 00 стали заменять слова – *елка, украшение, двойное украшение*. Этих слов теперь можно было не произносить, их

заменяли сами вписываемые фигуры. Из этих фигур, эквивалентных словам, составлялись фразы: *Принесли елку, навесили украшения, принесли еще елку, навесили фигурное украшение* (8) и т. д.. Таким образом, правило, составленное в инструкции, предписывало перестройку системы обозначения или, иначе говоря, система Б производила регулировку системы А, т. е. изменила способ работы механизма речи. Осуществление новой системы обозначения происходило в трудных условиях отрицательной ин-Дукции, само же составление регулирующей инструкции производилось Между опытами и между экспериментальными сеансами.

Заметив все эти явления в условиях воздействия раздражителей на кожный анализатор, надо было убедиться в том, что они имеют общее значение. Задача сводилась к тому, чтобы показать, что механизм речи может перестроиться с системы синтеза последовательных, динамических сигналов на синтез статических сигналов, объединяемых в одновременности. То, что отчетливо видно на кожном анализаторе, не всегда замечается на слуховом вследствие мимолетности процесса. Для решения этого вопроса были проведены еще две серии опытов на зрительном и слуховом

анализаторе.

Первая серия ставилась так. Испытуемому в течение 1 секунды экспонировался на листе бумаги ряд цифр, расположенных по парам, например 25. 31. 48. Тотчас же после экспозиции испытуемый должен был обозначить словами целое число <— *двести пятьдесят три тысячи сто сорок восемь*. Когда выяснилось, что все испытуемые, как в опытах с ритмическим постукиванием, так и без него, решают эту задачу правильно, количество цифр увеличивалось до 4–5 пар. Но и при этом постукивание не вызывало помех. Следовательно, синтез одновременно данных в восприятии элементов продолжал действовать после того, как предмет восприятия был убран. Словесное временное синтезирование было отставлено на 1 секунду. Это значит, что в этом опыте объективно зарегистрировано наличие у испытуемого наглядного представления. В ответе испытуемые считывали то, что как бы стояло перед их глазами. Испытуемый, вообще говоря, не нуждался в назывании этих предметов, так как они давным-давно были уже названы, и правило их называния, хорошо известное, могло быть применено в любой момент. Весь вопрос сводился ко времени отставления, что составляет особую проблему.

Процесс резко изменился, как только во второй серии опытов подача цифр стала осуществляться словами через слуховой анализатор. Экспериментатор произносил: *Двадцать пять, тридцать один, сорок восемь*. От испытуемого, как и в первой серии, требовалось произнести словами все число. Испытуемые в этом опыте разделились на две группы. Для одних ритмическое постукивание оказалось сильной помехой. Нарушался ритм постукивания и ответы были неверными. У других испытуемых ритмическое постукивание или не вызывало помех или мешало очень мало. Первый случай понятен без дальнейших объяснений. Этим испытуемым надо было перестроить один словесный ряд в другой, тоже словесный. Мы знаем, что при ритмическом постукивании эта задача не удаётся.

Испытуемые второй группы переходили на ряд синтеза цифр по одновременности. Они не повторяли за экспериментатором слов, а составляли постепенно ряд цифр, который потом в ответе считывали так же, как это было при предъявлении цифрового ряда со зрительного анализатора. Различие заключалось только в том, что при зрительном предъявлении числа предварительно воспринимались, а здесь они

заново воспроизводились. Но в обоих случаях в момент ответа в восприятии испытуемых" числового ряда не было. Факт воспроизводства числового ряда может быть установлен, кроме показаний испытуемых, фиксацией ошибок, которые появлялись в их ответах. Испытуемые второй группы делали ошибки типа перестановок, например, вместо 312 554 они в ответе говорили 312 545. Испытуемые первой группы делают ошибки другого типа. Синтезируя словесный ряд при постукивании и иногда пришептывая, они выделяют сильную часть синтагмы, поэтому вместо *пятьсот сорок пять* – они могут воспроизвести – *шестьсот сорок пять*.

Таким образом, при воздействии раздражителей на слуховой анализатор обнаружились те же явления, как и при воздействии их на кожный. Как в том, так и в другом случае при ритмическом постукивании возникает разрушение синтеза словесного ряда. Испытуемые или не решают задачи, или переходят на новый способ работы. Новый способ и представляет интерес, так как при этом обнаруживаются характерные черты механизма внутренней речи.

Во всякой речи есть два ряда – словесный, т. е. обозначающий, и "вещественный, т. е.

обозначаемый. Во внутренней речи может происходить сложная перестройка этих рядов, которая становится понятной, если учесть проводимое здесь различие системы А от системы Б. Система Б содержит правила отбора слов для сообщения. Все испытуемые еще до прихода в лабораторию обладали хорошо усвоенными правилами для перевода цифрового ряда 1 312 545 в словесное сообщение. Но при воздействии раздражителей на слуховой анализатор необходимо перевести принятый словесный ряд в словесный же, но с другим составом слов (вместо принятых слов *тысяча триста двенадцать* надо сказать *миллион триста двенадцать тысяч*). Для решения этой задачи должно быть построено новое правило, по которому будет работать система А. Это правило таково: только тогда из одного словесного ряда может быть построен другой, эквивалентный первому, словесный ряд, когда будет восстановлен предметный ряд (допускающий переход и к первому словесному и ко второму). Предметный ряд в таком случае выступит посредником словесного, потому что, как только он будет найден, тотчас же вступит в действие первое, давно сложившееся правило составления ряда слов по заданным цифрам 1 312 545.

Предметный ряд, возникающий в наглядном представлении, отличается от словесного тем, что он построен в одновременности, тогда как словесный развертывается в последовательности. Для того чтобы перейти от одного словесного ряда к другому словесному, необходимо или удерживать весь первый последовательный ряд в одновременности, т. е. производить временной синтез, или заместить первый словесный ряд представляемым предметным рядом, уже синтезированным в одновременности. Первый случай в условиях опыта с ритмическим постукиванием осуществить невозможно, так как несовпадающая динамика словесного ряда и ряда постукивания взаимно индуцируются. Поэтому-то во всех опытах с торможением кинестезии и возникает явление временной амнегической афазии. Испытуемый забывает члены словесного ряда, так как они не объединяются в синтезе одновременности. Таким образом, синтез словесного ряда в одновременности следует рассматривать как специальное речевое устройство. Ритмическое постукивание разрушает это устройство.

Упреждение импульса при развертывании динамического стереотипа слова и фразы, о чем мы говорили в предшествующей главе, возможно

лишь при условии сохранности словесного синтеза в одновременности и его дееспособности за определенный промежуток времени. В указанных выше опытах Т. В. Ендовицкой, в которых трехлетние дети должны были по инструкции вначале указать на один предмет, потом на другой и третий, они не могли этого сделать, так как у них не сложился еще механизм удержания динамики словесного ряда в одновременности. Любое сообщение из нескольких слов может быть принято лишь при условии сохранения первого слова и последующих к концу приема последнего слова. Иначе не может осуществиться синтаксическое соединение слов в виде их согласования, управления и примыкания. Если бы одно из согласуемых слов выпало из памяти, согласование не могло бы состояться.

Следует подчеркнуть резкое различие в функциях памяти при удержании звуков для составления слов и удержании слов для составления сообщения. Не всякий набор звуков составляет слово, а только такой их отбор, при котором определенный звуковой алгоритм образует слово, наличное в лексиконе данного языка. Это значит, что звуковой алгоритм слов определен нормой и должен быть предварительно (перед составлением сообщения) усвоен мозгом.

Слова хранятся в памяти и узнаются как ранее встречавшиеся. Они должны быть введены в долговременную память. Предложения же, составляемые из слов, формируются в момент общения, к данному случаю и, кроме выученных наизусть текстов, не хранятся в долговременной памяти. Однако для формирования предложения так, чтобы слова приобрели конструкцию согласования, управления и примыкания, необходимо удержание всех объединенных слов в кратковременной памяти и применение схемы сочетания слов, хранящейся в долговременной памяти.

В то время как звено составления слов из звуков формируется в долговременной памяти, в работе второго звена – при составлении сообщения – слова должны удерживаться в кратковременной памяти. Несколько более подробно различие этих двух звеньев механизма речи будет раскрыто в главе III, § 6.

В связи с различием двух видов памяти можно говорить только об алгоритме звуков в составе слова, но не об алгоритме слов в составе сообщения. Если бы все слова данного предложения были отобраны заранее, хранились бы в долговременной памяти и составляли постоянную цепь, то в сообщении не содержалось

бы ничего нового. В "ем был бы нуль информации при условии, если такие две цепи слов содержатся в долговременной памяти других лиц, принимающих речь. Однако в уже произнесенном предложении вся его система может рассматриваться как строго последовательный алгоритм звуков. Таким образом, в последней фазе внутренней речи, если под фазами понимать последовательные этапы отбора слов для сообщения, всегда будет удержание в кратковременной памяти всего звукового состава слов данного предложения.

Ритмическое постукивание является помехой при удержании динамики составленного словесного ряда в кратковременной памяти. Тогда в виде компенсации может вступить в действие представление вещественного, предметного ряда форм, которые синтезируются в одновременности. Однако и для этого ряда должно быть свое удерживающее устройство, так, например, ряд цифр 1 312 545 должен быть удержан за все время перевода этого ряда в словесный. Особенностью одновременного ряда, данного в представлении, является то, что в нем нет динамики, поэтому он остается сохранным при любых динамических помехах. У разных испытуемых способность к удержанию динамического словесного ряда, с

одной стороны, и к репродукции и удержанию предметного ряда, с другой – различны, поэтому именно в этих двух направлениях прежде всего и встречаются индивидуальные различия.

Следует обратить внимание на различие механизмов, обнаруживающееся в опытах с переводом словесного ряда цифр в другой словесный ряд и в опытах с конструированием схем при воздействии фигур на кожный анализатор. В обоих случаях есть три ряда, в обоих случаях один из них замещает другой, но соотношение замен разное. При переименовании цифр предметный ряд замещает первый, принятый словесный ряд, т. е. испытуемый представляет те фигуры, которые ему были названы. Через этого посредника он снова называет тот же предметный ряд в другом словесном ряду. При конструировании же схем в опытах на кожном анализаторе испытуемый, приняв предметный ряд фигур, составляет о нем (без ритмического постукивания) свое собственное сообщение" в котором содержится правило переозначения принятого предметного ряда. Руководствуясь этим правилом, испытуемый при вторичном приеме фигур берет их с этими новыми значениями, по которым составляет сообщение в ответе экспериментатору в виде развернутого

словесного ряда названий фигур. Таким образом, в первом случае чужой словесный ряд замещался предметным, во втором случае предметный ряд замещается своим собственным словесным. В ответе экспериментатору в первом случае может быть сообщен один определенный словесный ряд названий цифр, во втором же случае в ответе экспериментатору могут быть сообщены два словесных ряда: а) собственное сообщение о правилах переозначения; б) названия вписанных в ладонь фигур.

Второй случай, т. е. составление правила для переозначения предметного и других словесных рядов, представляет особенно большой интерес для изучения механизма речи. При составлении сообщения, состоящего из большого числа слов и фраз, порядок их следования должен быть отрегулирован. Слова не могут сами собой уложиться в определенный ряд последовательности. Составление порядка слов "на ходу", т. е. в период передачи самого сообщения, есть уже регулировка, но, как известно, в таких случаях наилучшим выходом является предварительная регулировка, т. е. подготовка к предстоящему сообщению или составлению плана речи. План речи есть краткая речь или сообщение, содержащее правило

расположения порядка слов в развернутом предстоящем сообщении. Эти правила должны удерживаться во все время передачи сообщения или должны составляться новые правила "на ходу".

Регулирующий план речи не может совпасть с самой речью, тогда он перестанет быть планом. Для того чтобы речь хотя бы как-нибудь продолжалась некоторое время, уже необходимо правило для этого самого краткого продолжения. Переозначить можно лишь ранее сложившиеся словесные или наглядные комплексы другими словесными или наглядными элементами. При этом обозначающие элементы теряют динамику и прямое вещественное содержание, они становятся лишь знаками порядка расположения элементов предстоящего сообщения типа: *Вначале про это, потом про то, закончить этим*. Вследствие "пустоты" и условности обозначающих знаков, регулируемое при помощи их сообщение может иметь несколько реальных вариантов. При переозначении не происходит отбора слов, так как они когда-то были уже отобраны в обозначаемых словесных комплексах. Но так как в процессе самого реального сообщения снова происходит отбор слов, то возможны, а практически постоянны случаи несовпадения этих словесных

наборов. Здесь и появляются варианты при осуществлении одного и того же плана. Освобождение от отбора слов при переозначении ранее отобранных слов делает внутреннюю речь молниеносной. В полуминутных опытах с ритмическим постукиванием нередко встречались случаи, когда испытуемый, решая задачу, вспоминал какое-либо событие из своей жизни, о котором рассказывал в отчете в течение 10–15 минут. Очевидно, что в момент вспоминания и решения задачи, да еще в условиях ритмического постукивания, он не мог производить развернутого отбора слов.

Таким образом, переозначение наглядно данных или представляемых предметных комплексов или ранее сложившихся словесных образований, если и не освобождает полностью, то в значительной степени сокращает процесс отбора слов и во всяком случае исключает необходимость составления слов в полном составе элементов. Это обстоятельство и дает основания для объяснения всех тех опытов, в которых испытуемые, несмотря на загрузку речевого аппарата посторонним материалом, все же выполняют поставленную перед ними мыслительную задачу. Эти явления наблюдались всеми исследователями. С констатации их и

началось изучение речевых кинестезии, о чем было упомянуто в начале этой главы. Для достаточного объяснения этих фактов необходимо учесть

"как статику, так и динамику речи. При индукционном торможении нарушается только динамика процесса, т. е. последовательность включения элементов в слово.

Если же слово или их комплекс были составлены ранее, и к тому же "переозначены, то роль динамики уменьшается и сводится лишь к комбинации сокращенных элементов для установления их порядка. Такая сокращенная динамика подчиняется доминанте тормозящей деятельности и легко осуществляется в ее ритмах. Разрушается только такой речевой процесс, который по ритму не совпадает с тормозящим. Самый факт появления в двигательном анализаторе какого-либо участка возбуждения, если он безотносителен к ритму речи, не оказывает на нее никакого влияния. В контрольных опытах проводилось равномерное постукивание-рукой, без акцентного выделения, т. е. без ударения. Решение наиболее трудной задачи – счет квадратиков – в этих условиях не нарушалось ни у одного испытуемого. Еще меньшее мешающее влияние, а скорее улучшение

происходит в том случае, когда испытуемому разрешается любое удобное ему по ритму постукивание. Он выбирает тот самый переменный ритм, в котором разворачивается процесс основной деятельности. Но нарушения всегда наступают при несовпадении ритмов.

Те же самые явления происходят и при загрузке речевого аппарата посторонним основным заданию речевым материалом. Произнесение слогов ба-ба-ба может быть безакцентным, тогда оно не мешает. Испытуемый может ввести слоговые акценты как раз в тех местах, которые необходимы по ходу развития основной деятельности. В таком случае процесс снова не будет терпеть ущерба. Наконец, если вводится посторонний сплошной стихотворный текст (как тормозящий фактор), то в этом случае его произнесение путем растягивания слогов или их сокращения может приспособиться к ритму основной деятельности. Если же при решении мыслительной задачи происходит переозначение ранее сложившихся словесных комплексов, то роль слоговой динамики в процессе внутренней речи значительно ослабляется и она сама может приспособиться к любому ритму посторонней деятельности. Когда испытуемому надо умножить в уме 23 на 4, он освобождается от необходимости

произносить полностью *двадцать три, восемьдесят, двенадцать, сложить, разряд единиц, разряд десятков* и т. п., тем более что значительная часть ответов заранее подготовлена сложившимся механизмом таблиц умножения и сложения. Планируется лишь порядок применения таблиц. Наоборот, в тех случаях, когда переозначение ранее усвоенных словесных комплексов невозможно, так как именно они в полном составе своих элементов и определяют порядок, тогда динамика словопроизнесения вступает в полную силу и любое несовпадение ритма нарушает оба процесса. Порядок остается тем же самым при разных по динамике словах – *один, два три...; пять, шесть, семь; двадцать один, двадцать два, двадцать три*. Никакая замена слов и их переозначение невозможны, так как при одинаковых порядках произносимые слова будут разными.

На основании изложенного в этой главе материала можно сделать следующие общие выводы.

1. Внутренняя речь, как и все другие виды речевого процесса, – речь шепотная, устная громкая, письменная – не может изучаться без учета общего для всех этих видов механизма. Внутренняя речь образуется из устной, но,

становясь внутренней, она перестраивается по механизму. Переходя на письменную передачу, речевой механизм снова перестраивается. Необходимо установить общие контуры всего механизма речи, для того чтобы разобраться во всех этих перестройках. В устной речи прием осуществляется через слуховой анализатор, а выдача – через речедвигательный анализатор. В письменной речи прием начинает осуществляться со зрительного анализатора, но так как весь запас слов сконцентрирован в двигательном анализаторе, то и он включается в процесс в какой-то новой форме участия. Перестраивается и роль слухового анализатора, в особенности если учесть явные различия между чтением письменного текста и самостоятельным составлением текста. Внутренняя речь возникает на основе уже принятых сообщений и подготавливает к выдаче новые сообщения, поэтому соотношение в работе всех анализаторов здесь особенно сложно. Но и в устной речи прием не может ограничиться одним слуховым анализатором, а выдача – двигательным, так как при этом не учитывались бы подготовительные приспособления для приема и выдачи. Вот почему при решении поставленных вопросов возникает необходимость изучения элементарных основ

речевого механизма в целом, учитывая факты и наблюдения по всем видам речевого процесса. Одной из задач этой работы и является определение таких элементарных основ.

2. Главной проблемой, поставленной в исследованиях по изучению внутренней речи, является вопрос о роли кинестезии в речевом механизме. Существует мнение, что кинестезии выполняют контрольную функцию. Однако совершенно несомненно, что контроль речи производится прежде всего слухом. Слух – потребитель речи. Если на выдаче появятся такие звуки, которых нет в составе данного языка, то слуховой анализатор их не примет, сообщение не состоится и речи не будет. Речь контролируется как слухом другого человека, так и слухом говорящего, так как выдаваемая речь слышится обоими. Тогда спрашивается, зачем же нужен еще один контрольный аппарат, что нового он добавляет и какие предъявляет особые контрольные требования?

Легко заметить, что кинестезии, и в частности речевые, не выполняют никакой контрольной функции, а сами являются объектом контроля и именно – единственного для речи слухового контроля. Конечный продукт речи состоит из звуков и поэтому он может контролироваться

только слухом. Речедвигательный анализатор вырабатывает тот самый продукт, который поступает под слуховой контроль. Первоначально центральное управление двигательного анализатора неспособно подать такой верный импульс на органы речи, который вызвал бы артикуляцию и звук, соответствующий нормам контролирующего слуха. Первые попытки управления речевыми органами будут неточными, грубыми, недифференцированными. Слуховой контроль их будет отклонять. Но управление речевыми органами никогда не наладится, если сами они не будут сообщать в управляющий центр, что ими делается, когда воспроизводится ошибочный, не принимаемый слухом звук. Такой обратный посыл импульсов от речевых органов и происходит. На основании их центральное управление может перестроить ошибочный посыл в более точный и принимаемый слуховым контролем.

Таким образом, кинестезии есть не что иное, как обратная связь, по которой центральное управление осведомляется, что выполнено из тех приказов, которые посланы на исполнение. Контроль исполнения производится слухом, а кинестезии лишь доносят о том, в каком положении находились органы речи в момент

выполнения подконтрольного звука. Отсутствие обратной связи прекратило бы всякую возможность накопления опыта для управления движениями речевых органов. Человек не смог бы научиться речи. Усиление обратной связи (кинестезии) ускоряет и облегчает выучку речи.

Когда выучка произнесению в какой-то части закончилась, т. е. образовался запас слов, возникает необходимость отбора слов для составления сообщения. Роль кинестезии при этом меняется. Отбор слов, конечно, не может осуществляться речевыми эффекторами. Он происходит в корковой части речедвигательного анализатора. Так как лексикон, из которого происходит отбор, достаточно обширен, то требуется усиление как возбуждательных, так и тормозных процессов для всплывания одних слов и отклонения других. Кроме того, усиление необходимо для удержания слов в отобранном составе сообщения.

На основании ряда фактов можно выдвинуть гипотезу о двух способах усиления отбора слов во внутренней речи.

1. Или возникает активность периферии речедвигательного анализатора в виде кинетических импульсов обратной связи, однако не в форме артикуляционных движений,

необходимых при формировании словесного стереотипа, а в форме динамических модуляций, усиливающих соединение и разделение слов.

2. Или появляется тормозное выключение динамической активности периферии речедвигательного анализатора в результате перехода на комбинацию статических сигналов и схем, заменяющих ранее-накопленные динамические словесные образования. При этом образуется тормоз на выходе корковой части анализатора, вследствие чего возникает положительная одновременная индукция в его ядре и, соответственно, усиление отбора слов. Так как эта часть вопроса требует учета управления всей системой речевого механизма, то дополнительный фактический материал, сюда относящийся, будет изложен в главе XII. На кинорентгенограмма.; будут показаны случаи тормозного состояния языка и верхнего сжимателя глоточной трубки в момент решения испытуемым задачи.

Таким образом, как включение динамики периферии речедвигательного анализатора, так и выключение ее, если запас слов уже создан, приводит к одному и тому же эффекту – усилению отбора слов. Испытуемые разделяются на две вышеуказанные группы и, кроме того, некоторые

из них могут переходить от одного способа работы к другому.

Рассматривая кинестезии как обратную связь, нетрудно понять соотношение в работе речедвигательного и слухового анализаторов и необходимость двух сенсорных частей в одной рефлекторной дуге речевого рефлекса. Слуховой прием и кинестезический прием одинаково являются началом речевого процесса. Если звуки не будут приняты слухом, то не будет принята и речь. Менее банальным кажется другое положение, но и оно столь же очевидно: если органы речи не будут доносить по обратной связи о том, как и какие звуки они могут делать и делают, то и тогда речи также не будет. Слух принимает то, что говорит собеседник, а кинестезии принимают и доносят то, что делает сам говорящий, когда он говорит. Разные донесения должны передаваться по разным эфферентным путям. Отсюда вытекают довольно существенные выводы о связи анализаторов. Известно, что двигательный анализатор теснейшим образом связан со слуховым при помощи ассоциативных волокон. По этим волокнам могут передаваться возбуждения и торможения от одного анализатора к другому, но совместная работа обоих анализаторов в процессе

речи, о которой мы здесь говорим, обеспечивается не только этой связью, но и связью процесса общения двух людей. Именно поэтому и нужны два сенсорных начала в одной рефлекторной дуге. Слуховой анализатор действует на речедвигательный через посредство учета внешнего акустического эффекта. Непринятая слухом речь приводит к непониманию, ошибочным действиям, прекращает общение, в значительной степени нарушает связь человека с обществом. Такие серьезные последствия учитываются не одним слуховым анализатором, а всем, чем располагает человек для приема раздражителей и ответа на них. Именно поэтому понимание речи является наисильнейшим подкреплением для множества вновь образуемых временных связей в разных анализаторах.

Связь между речедвигательным и слуховым анализаторами обеспечена тем, что в процессе общения в работе того и другого возникает эквивалентность. Система речедвижений равна нормативному речевому звуку, хотя речедвижения совсем не то же самое, что звуки речи. Это отношение можно выразить, обозначив его следующими знаками: ;– (эквивалентность), Р (речедвижения), З (звук), Р З – это значит, что если есть Р, то есть и З, и если есть З, то есть и Р.

Если включены все нормативные речедвижения, то включен и нормативный звук речи; если включен нормативный звук речи, то включены и нормативные речедвижения.

3. Из представленного в этой главе материала с достаточной убедительностью обнаруживается наличие в механизме речи двух частей – статической и динамической. Статика составляет набор постоянных элементов, динамика определяет изменчивость по определенной сетке уровней. Это значит, что в составе речевого звука, слова и фразы есть такие признаки, которые остаются постоянными, и такие, которые модулируются. Набор одних постоянных признаков может заменяться набором других постоянных признаков, и тогда возникает стереозначение, например слово *стол* может заменять слово *пища*. Динамические же модуляции не могут заменять друг друга. Так слоговая динамика слова или синтаксическая конструкция фразы являются индивидуальными и незаменимыми другой динамикой. Если в опыте подобрать такой материал, оперируя которым испытуемый не может заменять одни слова другими и вынужден пользоваться только заданными, то при разрушении динамики этих слов любыми способами разрушается и весь

процесс оперирования словами. Наоборот, всякое усиление динамики, откуда бы оно ни возникало, если ритм усилителя совпадет с переменным ритмом словесных образований, будет способствовать членораздельности речи, ее выразительности.

При отборе заранее известных слов в фразу динамическое членение имеет большее значение, чем набор движений для образования звуков, составляющих слово, поэтому обратная кинестезическая связь выполняет преимущественно роль усиления динамики речи. Это заметно уже из наблюдений за вспомогательными, экспрессивными движениями в процессе речи, а именно движением рук, головы, глаз, бровей и вообще мимики и пантомимики. Жест помогает членению речи и усиливает ее интонационные модуляции. Учитывая это, следует думать, что в процессе речи кинестезии поступают не только от органов речи, но и от множества других мышц, не выполняющих собственно речевых движений. Это обстоятельство, с одной стороны, облегчает, с другой стороны, затрудняет применение электромиографической методики для изучения речевых кинестезии. Облегчение состоит в том, что для регистрации кинестезии можно ставить электроды на легко доступные

части тела, считая, что и они, а не только речевые органы, и среди них расположенные во внутренних областях тела, будут посылать кинестезические импульсы. Затруднение же состоит в том, что отсутствие кинестезии из какого-либо места нельзя рассматривать как отрицательный ответ вообще, так как кинестезии в этот момент могли бы быть сняты от какого-либо другого пункта.

Наибольшие затруднения при изучении динамики речи состоят в том, что неизвестны те органы, которые осуществляют речевую динамику. Одна из главнейших задач этой работы состоит в том, чтобы исследовать эти органы, определить механизм их работы и управления ими.

Установленные здесь общие положения находят подтверждение при изучении механизма речи с новой стороны, а именно при исследовании нарушений работы этого механизма, что и будет предметом изложения – следующей главы.

Глава третья

ПАТОЛОГИЯ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССА

§ 6. Афазии

Изучение речевых расстройств может дать богатый материал для выводов о механизме речи. Наблюдающиеся нарушения и поломки механизма помогают найти звенья и способы их связи в целой, нормально действующей речевой системе. Однако исключительная сложность речевого процесса и недостаток сведений о функциях отдельных речевых устройств значительно затрудняют умозаключения от фактов патологии к норме. Обычно рассматриваются два термина сравнения — локализация; нарушенного центрального очага и конечный результат — дефект речи. Но как тот, так и другой термины берутся в самой общей, приблизительной и грубой форме. Патологический процесс все время видоизменяется, и его точная локализация прижизненно затруднительна. С другой стороны, и более доступный для наблюдения сам речевой процесс оценивается обычно лишь на слух, без анализа работы речевых резонаторов, генераторов

и дыхания. Таким образом, в обоих терминах сравнения берутся лишь самые грубые и заметные явления.

К этому следует добавить, что нейродинамику нельзя рассматривать только как цепь последовательных, линейных включений и размыканий, в которой выпадение одного звена уничтожает полностью весь конечный эффект. Современная концепция нейродинамического процесса заставляет признать, что, кроме последовательных включений, вступают в действие; одновременные параллельные замыкания и размыкания. Поэтому нарушение какого-либо звена в общем механизме следует соотнести с нарушением только какого-то определенного компонента в конечном сложном эффекте. Так известно, что нарушение проводимости подъязычного, языкоглоточного и блуждающих нервов по отдельности приводит к дизартрии или даже к анартрии, т. е. к невозможности говорить. Следовательно, каждый из этих проводников, работая одновременно с другими, необходим для осуществления акта речи. Но отсюда нельзя сделать вывод о том, что функции этих проводников одинаковы. Совершенно очевидно, что проводимые ими импульсы выполняют разную роль в управлении

речевыми эффекторами. Последовательные и параллельные импульсы идут от множества элементов речевого механизма как в центробежном, так и в центростремительном направлениях. В результате складывается алгебраическая сумма этих импульсов. Часто одна и та же задача решается очень разными средствами и способами. Так, например, движение глаз при чтении следует рассматривать как материальное Средство синтеза во времени элементов текста. В устной же речи тот же самый синтез осуществляется двигательным анализатором совершенно иначе, а именно путем удерживания предшествующих элементов и упреждения "предстоящих произнесению. Слуховой анализатор осуществляет тот же синтез только путем удерживания последовательно поступающих элементов, так как упреждения здесь быть не может. Кроме того, затруднительно удержание слуховым анализатором и очень длинного словесного ряда. В таком случае синтез временной последовательности должен быть усилен через проговаривание, т. е. двигательным анализатором. При исследовании чтения, устной и письменной речи важно понять сходство и различие этих структур, входящих в общий механизм речи.

Так как при изучении патологических явлений речи обычно встречаются с локальными расстройствами, возникает опасность преувеличить роль отдельных звеньев всего механизма. Даже в том случае, когда исследователь прекрасно понимает эту опасность и тщательно сравнивает разные виды расстройств, он все же по самому характеру собранного материала, да и по задаче исследования замыкается в ограниченном круге проблем, среди которых обследование всего речевого механизма в целом не является основной. Однако, учитывая все вышесказанное, никто из тех, кто исследует речевой процесс в норме, не может пройти мимо фактов, собранных из области патологии речи.

В задачу этой главы не может входить обсуждение собственно невропатологических концепций. Следует обратить внимание лишь на те наиболее отчетливо установленные факты, учет которых необходим при постановке проблемы механизма речи.

Классификация явлений производится в зависимости от той или другой практической или теоретической задачи. Так, при неврологическом подходе к вопросу, нарушения речи могут быть разделены по рефлекторной схеме. В таком случае глухонмота может быть отнесена к нарушениям

рецепторного слухового прибора, дизартрии разного вида, к нарушениям проводникового характера, афазии, к органическим изменениям коркового замыкательного механизма, а заикание – к расстройствам эффекторного запуска. Эта классификация может быть сделана более подробной, принимая в расчет функции корковых полей, роль подкорки, бульбарного отдела и все разнообразие проводящих путей.

Однако деление по нервному субстрату должно опираться на уже готовые и достаточно отчетливые представления о локализации функций, тогда как исследования в области патологии речи сами стремятся собрать материал для нерешенной еще проблемы локализации.

В связи с этим возникает необходимость в классификациях явлений по чисто функциональным признакам, нозологическим единицам или просто по эмпирически удобным группировкам. Таковы, например, описания видов расстройств речи в психиатрии или логопедии. Сложность и трудность классификации речевых расстройств, надо думать, во многом зависят от особенностей самого механизма речи.

В отличие от других анализаторов, например слухового, зрительного, кожного, речевой анализатор не имеет ни своих, только ему

принадлежащих рецепторов, ни особых проводников, ни одной определенной замыкательной области, ни отдельных эффекторов. Рот и глотка прежде всего входят в систему пищеварительного тракта, гортань – в дыхательную систему. Все эти органы снабжены термо- и барорецепторами, обслуживающими не только речь. Кроме того, они снабжены двигательной рецепцией, в которой лишь функционально можно отличить рецепцию речевых движений от глотательных, жевательных и др. В речевом анализаторе нет и специального для речи проводникового аппарата. Как указывалось, Дизартрия может возникнуть как от поражения подъязычного нерва, так и языкоглоточного и блуждающего нервов. По всем этим проводникам передаются импульсы не только для речевых движений, но и для других жизненно важных отправлений организма.

То же следует сказать и о центральных замыкательных механизмах. "Известно, что И. П. Павлов отказался от представления о локализации второй сигнальной системы только в лобных долях мозга. В состав мозговых концов анализаторов, участвующих в регулировке речевого процесса, входят по меньшей мере три – двигательный, слуховой и зрительный. Кроме

того, есть основания думать, что и левая ретроцентральная и теменная области также по-своему включаются в регулировку речевого процесса.

Таким образом, действительно, речевой анализатор не имеет своей собственной особой территории. Он вклинивается, надстраивается и господствует в разных областях мозга, пользуется уже существующими путями передач импульсов и регулирует эффекторы, (выполняющие, кроме речи, и другие, важнейшие для организма функции. Вполне понятно, что все это вносит значительные трудности в толкование патологических явлений и их классификацию.

Задачи изучения механизма речи толкают на другой, чем чисто медицинский или логопедический, подход к явлениям патологии речи. Эти задачи диктуются общепсихологическими и педагогическими требованиями и состоят в том, чтобы узнать, как усваивается язык, формируется речь, как происходит ее восприятие, понимание, произнесение. В конце концов эта задача в целом сводится к исследованию механизма речевого общения.

С такой точки зрения в механизме речи можно обнаружить два основных крупных звена, о

которых уже говорилось в предшествующей главе: а) составление слов из речевых звуков и б) составление фраз из слов. Сообщение образуется из двоякого рода элементов – простых и сложных. Простые элементы – это речевые звуки. Из отбора этих элементов составляются слова. Но как только словарь составлен, сами слова становятся простыми элементами и, отбираясь по известным правилам, входят в состав сообщения. Хотя правила для отбора звуков в состав слова и слов в состав фразы различны, в обоих случаях он осуществляется по общему принципу составления дизъюнктивной суммы. Если имеется некоторый постоянный фонд элементов – а, б, 0, г, д, е...я, то из него по правилу могут быть выбраны наборы, состоящие из ав, а, ва, вд, де, ед, даве и т. д. элементов. Так как слово один раз является целым, состоящим из элементов, другой раз само превращается в элемент, включенный в целое, то оба звена механизма следует признать резко различными и вместе с тем тесно связанными.

Наряду с этими двумя звеньями механизма речи нетрудно обнаружить и еще два новых звена, входящих в каждое из только что указанных.

Набор звуков в слове нельзя представлять как последовательность неизменных элементов. Произнося слово, человек не говорит вначале

один звук, потом второй, потом третий и т. д. Один и тот же элемент в составе слова, узнаваясь как себе тождественный по функции, меняется в составе своих признаков, в зависимости от места в слове. Гласные звучат иначе в соседстве с разными согласными, согласные изменяются по положению в слове, например в русском языке звонкие оглушаются на конце ело". Особенно сильно меняются звуки в сильных ударных и слабых безударных позициях. Таким образом, в слове, как наборе звуков, можно найти два звена: одно из них составляет статику речи, другое – динамику.

Различая эти два звена, можно заметить, что одно никогда не бывает без другого. Они объединяются по принципу конъюнктивного произведения. В то время как при составлении дизъюнктивной суммы происходит отбор элементов: или а или б, или бит. д., при составлении конъюнктивного произведения включаются одновременно обе системы: статика и динамика.

Простой слог а можно произнести тихо, громко или криком, но всегда на нем должна быть подана та или другая динамика. Не может быть речи как без отбора элементов статики, так и без осуществления их в динамике.

Такое же соотношение между статикой и

динамикой обнаруживается и в звене отбора слов для сообщения. Не входя в разбор грамматических вопросов о соотношении морфем слова с синтаксическими конструкциями, достаточно обратить внимание на фразовые интонационные перестройки, при которых слова и их звуки меняются по динамике, в зависимости от позиции слова во фразе. К указанным двум основным звеньям механизма речи – отбору звуков для слов и слов для сообщения, с их внутренним подразделением на статику и динамику, присоединяется еще одно крупное и основное разделение на два новых звена – прием и выдачу: речь принимается слухом и воспроизводится речедвигательным анализатором. Слух принимает статику и динамику как звуков в составе слова, так и слова в составе сообщения. Совершенно так же в норме работает и речедвигательный анализатор. Весь интерес материала патологии при изучении механизма речи состоит в том, что анализ отчетливо установленных случаев нарушения в полной мере подтверждает и совпадает с указанной здесь общей структурой механизма речи.

Прежде всего элементарное и очевидное различие между сенсорной и моторной афазиями

свидетельствует о том, что существуют отдельные и вместе с тем тесно связанные корковые области высшего анализа и синтеза, особые для приема и воспроизводства речи. Нарушения приема отражаются на выдаче и наоборот, что общеизвестно.

В работе А. Р. Лурия "Травматическая афазия" (1947) в двух основных видах афазических расстройств выделены достаточно определенные подвиды, переходные и стертые формы, сопоставление которых позволяет вращать и другие вышеуказанные звенья механизма речи. Произведенная им обработка обширного материала и учет литературных данных показали, что сенсорная, акустическая, так же как и моторная, афазия встречается в двух вариантах, соответственно месту поражения. Вначале рассмотрим сенсорную афазию, как явление нарушения переработки в процессе приема сообщения. Под переработкой мы понимаем центральный высший анализ и синтез поступившего речевого материала, в отличие от элементарного анализа и синтеза того же материала в рецепторах.

При поражении верхних и средних отделов левой височной области возникает акустическая афазия, при которой теряется дифференцировка

звуков речи. Больной не отличает одного звука от другого. Следовательно, у него нарушен механизм отбора звуков для составления слов.

Для различения речевых звуков языка необходимо выделение в каждом из них таких переменных признаков, как громкость и высота, от постоянных признаков, характерных для данного звука, что составляет тембр этого звука и, определяется физически как резонансное усиление по амплитуде тех или других частот в спектре сложного звука. У афазика этого вида уменьшился запас постоянных элементов, из комбинации которых составляются слова. Вследствие этого выпавшие элементы заменяются другими, сохранившимися. Так, вместо слова *кролик*, он слышит *кровит*; слово *строчка* принимает как *стрёшт* слово *трешка*, как *крошка*²⁹.

Так как набор звуков в слове является конъюнктивным произведением статики и динамики, то у афазика неизбежно нарушается и слоговая динамика. Возможно, что вся проблема сводится именно к нарушению динамики или, лучше сказать, к расхождению статики и динамики. Так как в зависимости от динамики слова, звуки, входящие в его состав; Изменяются, то при нарушении приема динамических модуляций затрудняется отделение постоянных

статических величин от переменных. У афазика теряется правило для замены изменяющихся в динамике переменных. Так, в слове *кролик* заменяется последнее *к* на *т* (*кровит*), но не замещается первое; в *стрёшка* он замещает твердое *р* (*строчка*) на мягкое, а в *крошка* – мягкое *р* (*трешка*) на твердое. Здесь нет вообще никакого правила. К сожалению, при изучении афазий не применяют более точный, хотя и вполне доступный для современной техники акустический анализ по воспринимаемым больными формантным характеристикам. Но независимо от этого, если даже признать, что замена звуков происходит по какому-то правилу, она не обусловлена обоюдно говорящим и принимающим. Это значит, что и у самого принимающего нет приспособления для расшифровки произведенной им же самим замены. Вследствие этого он и не понимает речь, т. е. не способен принять и переработать полученное сообщение. У афазика, таким образом, уменьшился алфавит звуков, из которого должен производиться дизъюнктивный отбор для составления слова.

Так как при афазик разбираемого вида нарушено звено набора первичных элементов, то страдает и процесс чтения. В нашем письме буквы

замещают звуки речи. При попытке чтения текста больной воспринимает буквы просто как начертания и рисунки. Он не может принять букву как сигнал речевого звука. В то же самое время начертания цифр принимаются им как обозначения величин. Для обозначения величины могут быть применены два знака, например "пять" и "5". Для расшифровки первого знака надо производить анализ и синтез звуков речи, для расшифровки же второго знака – не нужно. В норме эти звуки эквивалентны, т. е. есть переход от одного к другому. У афазика они теряют эквивалентность, один не может замещать другого.

В опытах, изложенных в предшествующей главе, некоторые испытуемые превращались в кратковременных афазиков, когда ряд цифр 312.545 они не могли при ритмическом постукивании перевести в словесный ряд. У них нарушалась эквивалентность этих рядов вследствие торможения динамики словесного ряда.

Очевидно, что при нарушении первого, элементного звена механизма речи бездействует и второе звено – прием всего сообщения, состоящего из соотношения слов. Тот факт, что нервный субстрат второго звена механизма речи не нарушен, можно установить по некоторым

данным. Афазики разбираемого вида могут принимать, понимать и сами воспроизводить фразовую, интонационную экспрессию речи. Они понимают мимику, жестикуляцию и улавливают эмфатическую интонацию из ситуации разговора, не различая слов. Таким образом, у афазика сохранна фразовая динамика. Был бы сохранен и прием фраз, если бы ОИН не зависел не только анатомически, но и функционально от первого элементного звена механизма речи, – нельзя принять целого, если бессистемно выпала часть его элементов.

Совершенно другая картина наблюдается в случаях, называемых в неврологической практике амнестической афазией, при нарушениях задненижних отделов левой височной области. У больных этого типа сохранена дифференцировка набора звуковых элементов, составляющих слово. Они владеют полным запасом речевых звуков по нормам данного языка и, следовательно, могут отличать одно слово от другого. Они обладают полным нормативным лексиконом, сложившимся у них к данному времени. Таким образом, при афазии этого типа сохранны устройства для приема звуковых элементов, составляющих слово, но у них нарушено звено механизма составления сообщения из фонда слов.

Для того чтобы принять некое сообщение, необходимо словесный последовательный ряд элементов перевести в одновременный. Для этого первые принятые слова должны удерживаться до тех пор, пока не будет принято последнее слово сообщения. Только при этом условии произойдет фразовый синтез. Удержание слов обеспечивает этот синтез за время приема последовательно поступающих слов фразы. Как только фраза принята, должно произойти переозначение ее целого значимого состава, т. е. замена его новым кратким сигналом. Этот процесс легко обнаруживается в том общеизвестном факте, что слушающий может повторить принятое сообщение. Однако такое повторение обычно происходит в других словах, чем прием. Сохранение при повторе обозначения тех же предметных отношений, что и при приеме, свидетельствует об эквивалентности переозначения. Известно, что дети старшего дошкольного возраста и даже младшего школьного повторяют принятое сообщение почти дословно. У них еще не сложилась система словесных переозначений, но очень исправно действует более элементарный фразовый синтез. При заучивании в школе уроков наизусть страдает культура переозначений, т. е. у учащихся не

развивается способность то же самое сообщение передавать эквивалентными (другими) словами.

При амнестической афазии разрушается фразовый синтез. Больной описывает свое состояние так: "Скажу одно слово, а дальше забуду. Следующее скажу, а предыдущее уже забыл и не могу связать слова во фразы³⁰". В результате из принятых слов не может быть составлено сообщение, следовательно, невозможно и переозначение словесных комплексов, афазик не понимает речи.

Приведенное характерное признание больного позволяет высказать предположение о некоторых деталях механизма упреждающего фразового синтеза. Больной говорит не о той речи, которую он слышит от другого, а о своей собственной, механизм которой у сенсорного афазика является сохранным. Однако, как мы видим, у него нарушается и собственная речь. Это явление можно понимать так. Речедвигательный анализатор способен упреждать предстоящие к произнесению слова, но удержание их при устной речи происходит также и в слуховом анализаторе. Совершенно очевидно, что слуховой анализатор никак не может упреждать приема, в то время как усиление удержания произнесенных слов речедвигательным анализатором выбывало бы

лишь застойное возбуждение, "застревание", персеверацию ранее всплывшего слова. Таким образом, можно думать, что в устной речи работа по составлению фразы делится поровну между речедвигательным и слуховым анализаторами. Речедвигательный анализатор упреждает предстоящие к произнесению слова и производит их, а слуховой в процессе контроля помогает удерживать уже произнесенные слова.

Тот факт, что при амнестической афазии разрушается именно удержание произнесенных слов, подтверждается сохранностью у этих больных процесса чтения. При чтении переход от последовательного ряда к одновременному синтезу облегчается тем, что в письменном тексте представлен одновременный ряд. Некоторые затруднения при чтении у афазика объясняются тем, что расположенные друг за другом видимые слова все равно приходится объединять во временном синтезе, хотя это облегчается тем, что к каждому из прочитанных слов можно вернуться путем поворота глазной оси.

Как указывалось в предшествующей главе, явление амнестической афазии может быть на короткий срок воспроизведено в эксперименте и у здоровых людей. В опытах А. Н. Соколова показано, что задержка речевых кинестезии при

чтении текста вызывает забвение прочитанного, хотя в процессе чтения каждое из слов принималось и узнавалось. Следует думать, что при чтении про себя, где нет упреждения предстоящего текста, функция удержания прочитанного осуществляется речедвигательным анализатором, для чего и требуется усиление кинестезии. При записи собственного текста оба процесса, как удержание, так и упреждение, должны совершаться в речедвигательном анализаторе, вследствие чего этот процесс и является наиболее сложным и трудным.

К аналогичным выводам приводят наблюдения и за случаями моторной афазии. Здесь также обнаруживаются два вида нарушений механизма речи в звеньях: а) составление слов из звуков; б) сообщения из слов. Поражение ретроцентральной области левого полушария большого мозга приводит к выпадению произвольных артикуляций активных органов речи – движений языка, губ, подъема и опускания челюсти. По наблюдениям А. Р. Лурия³¹, больной старается найти нужную артикуляцию при помощи ощупывания артикуляционного аппарата или путем зрительного контроля через наблюдения за движениями языка и губ в зеркале. В редких случаях нарушаются произвольные

движения вдоха, выдоха, поцелуя. Эти явления отчетливо отличаются от дизартрических. При моторной афазии нарушается лишь речевая артикуляция, тогда как при дизартрии теряется управление языком при всяких движениях. При бульбарном параличе теряется управление и другими речевыми органами – гортанью и глоткой.

Аналогично сенсорной афазии и при моторной также нарушается чтение и письмо. Отсутствие речедвижений для производства звуковых элементов не дает возможности образовать сигнал, который мог бы быть замещен зрительным сигналом буквенного обозначения речевых звуков. При чтении афазик смешивает буквы: *б – м-д – л-н*³². Так же как при сенсорной афазии аналогичного типа, в моторной элементной афазии нарушается не только статика, но и слоговая динамика. В речедвижениях больного постоянные элементы не выделяются из переменных в разных слоговых сочетаниях. У него не складывается слоговая стереотипия слова. Выделив отдельные буквы текста, он не может соединить их в целое не только в громком произнесении, но и при чтении про себя.

При другом виде моторной афазии нарушается отбор слов для составления сообщения. При

поражении определенной части премоторной области (зона Брока и смежные с ней поля) больной может правильно произносить как отдельные звуки речи, так и целые слова, но он не может объединить слова в фразовом синтезе. Вместо упреждения предстоящего к произнесению слова в фразе у него усиливается удержание только что произнесенного, т. е. возникает возбудительная слоговая и словесная инертность. При произнесении слова первый или последний его слог, как наиболее сильные компоненты звукокомшюкса, могут многократно повторяться, персеверировать. По наблюдениям А. Р. Лурия, если такому больному и удастся сказать, например, такой ряд слов: *дом-стол-кот*, то по требованию изменить этот порядок он будет его только повторять. Нарушение упреждающего синтеза хорошо видно из такой записи речи премоторного афазика: "У хозяина... курица была... золото было... а потом... убил курицу... достал золото... а золота нет..."³³ При сенсорной афазии второго типа динамика речи страдает от того", что нарушается специфический для слухового анализатора синтез во времени для удержания ранее произнесенных элементов, а в случае моторной афазии премоторного вида динамика речи страдает вследствие ослабления

специфического для речедвигательного анализатора упреждающего синтеза. Таким образом, данные из области сенсорной и моторной афазии с их подвидами в полной мере совпадают с психологическим анализом нормальной структуры речевого процесса. Механизм речи является саморегулирующимся. Он построен из парных звеньев, взаимодействие которых тонко регулирует тот или другой компонент речевого процесса в целом. Слуховой прием контролирует выдачу речи, а выдача обеспечивает появление самого подконтрольного звукового эффекта. Отбор звуков и отбор соответствующих им речедвижений позволяют различать, слова и сформировать словарь, не играющий, однако, сам по себе самостоятельной роли, а являющийся лишь фондом, из которого черпаются слова для составления сообщения. И, наконец, обе эти пары звеньев внутри себя расчленяются на речевую статику и динамику.

Патологический материал интересен в том смысле, что указывает на органическую раздельность и функциональную согласованность всех этих звеньев механизма речи. Как бы ни были разбросаны в коре большого мозга устройства, обеспечивающие работу отдельных звеньев механизма речи, их функциональное

единство обеспечивается только выучкой, совместным применением в процессе речи. Поэтому в основе функционального единства механизма лежит соотношение приема и-выдачи, которое в процессе применения языка становится эквивалентным. По самой сути дела прием должен быть двойным, а выдача одинарной. Должна быть принята не только чужая речь, но и своя собственная; только при этом условии будут достигнуты эквивалентность рядов и тождество средств передачи. На выдаче же должен появиться общий и единый для обоих говорящих акустический результат, что также является условием тождества средств передачи. Двойной прием обозначает, что "слухом принимаются звуки, а речедвигательным анализатором – его же собственные движения, обеспечивающие производство звуков.

В этой связи представляет интерес установить на материале приведенных выше фактов из области афазий соотношение между премоторной, моторной и постцентральной областями коры. В указанной выше работе А. Р. Лурия³⁴ моторную афазию, связанную с нарушением речевой постцентральной области, относит к патологии афферентной системы.. Это положение можно считать вполне убедительным лишь в том случае,

если признать, что и премоторная афазия также возникает вследствие нарушения афферентаций от органов речи. Не только формирование словаря, но и отбор слов невозможен без усиления динамической структуры отбираемых словесных стереотипов и ослабления структуры тех, которые отклоняются при отборе. Усиление же динамической структуры стереотипа нуждается в активности речевой периферии, о чем говорилось в предшествующей главе. Собственно эффекторным, исполнительным звеном будет только моторная кора, непосредственно связанная с двигательными ядрами ствола и спинного мозга. Во всех остальных областях коры, поскольку там осуществляется анализ и синтез, всегда устанавливается соотношение между приемом и выдачей.

Электрическое раздражение постцентральной области ведет к изолированным движениям отдельных мышечных групп. Если же эту область, отделить от моторной коры, двигательные реакции исчезают³⁵. Но то же самое происходит и при удалении премоторной области у высших млекопитающих. Так как при этом моторная кора сохранна, то мышечные сокращения не пропадают, но теряются тонкие дифференцировки в системе сложного двигательного акта, т. е.

набора движений³⁶. Таким образом, в обоих случаях происходит не только запуск самих движений, но главным образом их предварительная аналитико-синтетическая регулировка, осуществление которой возможно только на основе учета и дифференцировки принимаемых сигналов, вызванных внешними раздражителями. Для речи – это прием акустического эффекта и прием речедвижений, производящих акустический эффект. Наличие программного автоматического регулирования по конечному результату и позволяет 73, отнести нормальную речь к категории механизмов, самонастраивающихся и саморегулирующихся.

Из сказанного следует, что оба звена приема, как слуховой, так и кинестезический, можно рассматривать как обратные связи, замыкающие циркулярную цепь автоматического регулирования и обеспечивающие условия для формирования элементов словаря, который, надо думать, складывается в виде стереотипов в премоторной области коры. Афферентация, получаемая через постцентральную область, должна дойти до премоторной зоны. Только при этом условии сформируется словесный стереотип. Применение же словаря для составления сообщения потребует новых всесторонних

афферентаций. Известно, что от премоторной области коры, кроме пирамидного пути к моторной коре, идут мощные пучки центrostремительных и центробежных связей к подкорке и к органам вегетативного управления. Так как динамика речи непосредственно связана с процессом дыхания, то афферентация от этой системы входит как неотъемлемое звено в механизм речи. В дальнейшем значительная доля нашей работы посвящена изучению этого вопроса на — специально собранном фактическом материале.

§ 7. Глухонемота

При глухонемоте, вызванной поражением акустических рецепторов, не обнаруживается каких-либо патологических изменений коры большого мозга. В исследовании И. Б. Штерн³⁷ показано, что отклонения в цитоархитектонике слуховой и речедвигательной коры у рано оглохших следует рассматривать не как нарушение морфогенеза, а как варианты нормы. Таким образом, при изучении глухонемы в руках исследователя находится весьма интересный случай нарушений механизма речи. Здесь исключен первичный, рецепторный анализ приема речи.

Сложный звук, поступающий к наружному уху, не разлагается на признаки, которые не могут теперь транспортироваться в кору. Вместе с тем речедвигательный анализатор находится в полной готовности. Производство речи невозможно потому, что корковый отдел речедвигательного анализатора пуст. Он не заполнен теми связями, которые могут образоваться в нем при посылах обратной связи по сенсорной части рефлексорной дуги от речевых органов. Сами же посылы обратной связи не могут появиться в нормативной

форме, так как отсутствует слуховой контроль. Задача изучения, таким образом, состоит в том, чтобы выяснить, какими способами может быть замещен слуховой контроль. Найдя заменитель слухового контроля, можно наладить нормативную двигательную обратную связь и тем самым организовать в корковой части речедвигательного анализатора систему связей запуска нормативных речедвижений. Заменитель должен быть эквивалентен слуховому контролю для того, чтобы такая же эквивалентность образовалась в посылках обратной связи. Эту задачу и ставит перед собой сурдопедагогика.

Практическое решение такой задачи оказывается делом очень трудным. Разборчивость звуковой речи глухонемых, выходящих из специальных школ, достигает только 37,2%. Слушающий с большим трудом может догадаться о том, что сказал ему глухонемой, даже в том случае, если тема разговора совершенно проста. Для того чтобы добиться и этих результатов, затрачиваются годы и множество усилий сурдопедагогов.

Вопрос о том, какой заменитель может компенсировать потерю слухового контроля, обсуждается в ряде работ, из них наиболее систематически в одной из статей Ф. Ф. Рау³⁸.

Прежде всего надо выяснить возможности зрительного анализатора. При его помощи глухонемой может принимать речь в виде: а) чтения с губ; б) чтения написанного текста и в) чтения звукозаписи.

Чтение с губ не дает полного совпадения системы, принимаемой слуховым анализатором и принимаемой с губ. Из 42 фонем русского языка лишь 13, по свидетельству Ф. Ф. Рау, могут быть отдифференцированы на основе чтения с губ. Исследований приема динамики речи при чтении с губ не проводилось, но можно предполагать, что максимальные потери происходят именно в этом случае. Уловить динамику ударений, группировки синтагм и фразовой интонации по едва заметным модуляциям губ невозможно с достаточной полнотой и точностью.

В буквозаписи имеется совпадение начертаний с системой звуков, так как буквы являются, при соблюдении известных правил, заменителями звуков. Но так как буквенные сигналы, в отличие от движений губ, являются абсолютно условными, эквивалентность между буквами и звуками может быть образована лишь на первичной базе звуков. Процесс начинается с установления системы звуков, далее переходит на образование системы букв. Только после выработки эквивалентности

возможен переход от букв к звукам – и обратно. Следовательно, путь замены слухового контроля через чтение текста совершенно не пригоден для обучения звуковой речи глухонемых. Нечего и говорить, что через чтение текста не может быть организована динамика звуковой речи глухонемого.

Наибольших успехов можно добиться при помощи введения в качестве заменителя слуха зрительного чтения звукозаписи. Такое чтение, известное в литературе под названием "видимая речь" (visible speech)³⁹, еще не применяется в наших школах для глухонемых. Принцип этого метода состоит в следующем. Произносимая нормально слышащим человеком речь, пройдя через усилитель и ряд фильтров, может быть превращена в изображение, в котором ее спектральный состав будет отмечен в виде характерных и хорошо различаемых зрением пятен. Глухонемой, имея перед глазами этот эталон нормативного произношения, путем ряда проб и ошибок может приспособить свой произносительный аппарат так, чтобы получающееся в результате этого новое изображение его "видимой речи" уподобилось заданному эталону. Этот способ является не чем иным, как средством воспитания речевых

кинестезии, путем -к образованию эквивалентности между системой звуков и системой речедвижений.

По Маршаллу, являющемуся изобретателем "видимой речи", согласный и гласный в слоге сливаются в общем звуковом давлении, хотя и хорошо отличаются друг от друга. В результате слог воспринимается в "видимой речи" как целое, а не как серия – согласный, гласный, согласный. Время гласного и его влияние на согласный как бы портретируются для данного момента. Однако, замечает Стетсон⁴⁰, попытки сделать акустические черты слога более выпуклыми в вариациях по интенсивности, при существующей форме аппаратуры, упущена, вследствие этого оказывается невозможным поймать слоговой пульс, который так необходим для синтагматической группировки слогов.

Из этого замечания видно, что "видимая речь", в полной мере обеспечивая эквивалентность элементов статики речи и отражая первую ступень динамики, т. е. образование слога, не может показать динамических модуляций фразового синтеза. Изменение звуковысотных отношений, деление фразы на синтагмы, расстановка слов по уровням громкости, тонкие темпоритмичеекие перестройки – все это пока еще находится вне

поля зрения "видимой речи". Применение этого прибора для выработки динамических модуляций затруднительно еще и потому, что все эти интонационные перестройки возникают в процессе живого общения, в зависимости от изменения ситуаций разговора и без особого искусства не поддаются имитации. Однако безусловно значительным шагом вперед как теоретически, так и практически является достижение эквивалентности обеих систем и первой ступени динамики речи.

Затруднения, которые возникают при установлении эквивалентности между динамикой, принимаемой слухом, и динамикой, принимаемой зрением, возникают от того, что элементы зрительного ряда расположены в пространстве, тогда как элементы слухового ряда – во времени. Можно соотнести точки пространства с точками времени, но способы соединения все равно будут разными – в одном случае синтез в одновременности, в другом – синтез в последовательности. Если произносится трехсложное слово с ударением на последнем слоге, то еще до появления ударного слога первые два слога перестраиваются. Это синтез во времени. Если же перед нами находится картинка, так сказать, "звуковой портрет" этого слова, то

здесь уже сразу даны готовыми и ударный и безударный слоги, Это синтез в одновременности. Если же то же слово подавать по слогам, то будет исключено упреждение предстоящего ударения. Появившись к концу слова неожиданно, оно не сможет повлиять на уже произнесенные слоги. Для образования же динамики речи речедвигательный анализатор должен научиться делать упреждения.

Есть еще один заменитель акустического рецептора, который интересен тем, что производит синтез во времени, так же как и слуховой анализатор. Это кожный анализатор. В известных условиях кожный анализатор может быть очень чувствителен к модификациям прикосновения разной силы, длительности и темпоритма. Эти модуляции в полной мере могут быть уподоблены речевой динамике. Одновременно с этим на кожный анализатор легко могут быть поданы статические элементы, так как они совершенно условны и всегда могут быть заменены любыми сигналами. На этом принципе основана дактилологическая (пальцевая) речь применяемая для общения со слепоглухонемыми. О том, в какой мере овладение речью этим способом совершенно, можно судить по достижениям О. Скороходовой, которая

освоила метрику стиха и тонкую динамику речевого членения. Кожный анализатор сходен со слуховым и двигательным в том, что оба они способны принять и синтезировать сигналы,, развертывающиеся во времени и меняющиеся по силовым признакам.

Речь, принятая с кожного анализатора, может быть полностью принята и ответно передана таким же способом другому человеку. Но именно потому, что она может быть передана таким же способом,, этот прием не приводит к овладению слепоглухим звуковой речью, а вызывает необходимость научить нормально слышащего человека дактильной речи. Вот почему при слепоглухом всегда должен быть или переводчик, или ему приходится передавать речь, вписывая слова на поверхности кожи. Обозначим систему приема с кожного анализатора слепоглухонемого через K_c , прием с кожного анализатора переводчика через K_p и прием в норме через $З$ (слуховой прием звуков), тогда $K_0 \longleftrightarrow K_p \longleftrightarrow З$ обозначает, что эквивалентность между кожной и звуковой речью устанавливается только через посредника. Задача же состоит в том, чтобы научить слепо-глухого производить звуки речи, принимаемые слуховым анализатором. Для этого необходимо систему K

связать с системой речедвигательного анализатора P_1 и установить связь $K_c \rightleftharpoons P_d \rightleftharpoons Z$. Попытки в этом направлении и производятся в практике обучения глухонемых звуковой речи. Обучающийся, прикладывая руку ко рту, гортани, носу, губам, грудной клетке говорящего, улавливает сигналы динамики речи. Повторяя и проверяя аналогичные модуляции собственных речевых органов, он до некоторой степени научается контролировать речевую динамику. Были предложены и специальные вибраторы, которые переводили бы звуковое давление речи в колебания яластинки. Совершенно очевидно, что при этом способе, даже если его усовершенствовать, может быть передана общая динамика речи, но будет "смазан" и почти пропадет элементный, звуковой состав.

Рука глухонемого не может по ощупыванию поверхности тела различить меняющиеся объемы ротового и глоточного резонаторов. Вибрирующая же пластинка, если даже довести до минимума вносимые ей самой нелинейные искажения, передаст такую сложную сумму едва заметных колебаний, что дифференцировать по ним тембровые компоненты будет просто невозможно. Такая пластинка должна вибрировать с звуковой частотой, работать как

динамик, т. е. передавать саму звучащую речь. Но приложенная к коже, она теряет большую часть вибраций.

Таким образом, замена слуха зрением обеспечивает эквивалентность статики речи, но не дает эквивалентности в области динамики. Замена же слуха кожным анализатором передает динамику, но исключает статику.

Кроме этих путей выработки речевых дифференцировок в речедвигательном анализаторе у глухонемых, есть еще один, пожалуй, наиболее распространенный. Это прямой путь обучения глухонемых громкой речи. При помощи шпателя и зонда язык глухонемого может быть поставлен в положение, соответствующее произнесению того или другого речевого звука. Кинестезические импульсы, поступающие при этом в корковую часть речедвигательного анализатора, закрепляются в определенную систему связей, которая в дальнейшем может быть самостоятельно воспроизведена глухонемым. По расчетам Ф. Ф. Рау⁴¹ при таком способе обучения в лучших случаях может быть достигнута дифференцировка 23 фонем из 42, имеющихся в русском языке. Динамика же речи при таком способе компенсации вообще не может быть образована.

Дополнительные мероприятия – движения рукой на ударениях и разделах синтагм, письменные обозначения темпоритма и т. п. – вносят некоторые улучшения в динамику речи глухонемого, но все же не делают ее вполне естественной.

Опрашивается, почему и этот метод не приводит к полной компенсации потерянного слухового контроля? При формировании речевых кинестезии по указанной системе устанавливается эквивалентность между речедвигательным анализатором и слуховым, но слуховой контроль производится не самим глухонемым, а обучающим его нормально слышащим человеком. Это контроль не своего, а чужого слуха. Назовем эту систему: СНУ (система нормативного уха – слуха). Как было показано выше, связь речедвигательного анализатора со слуховым осуществляется преимущественно через процесс общения. Только при этом условии возникает нормативная эквивалентность между приемом и выдачей звука. Это значит, что обучающий, получив от глухонемого ненормативный звук, передает ему сообщение в виде инструкции о том, как исправить этот звук движениями органов речи. Он ставит ему язык, губы и т. п., тем самым сообщая правило, примерно такого содержания:

"При данном положении жьика, челюсти и губ получится звук а", или: "При данном положении губ получится звук б" и т. п. Назовем инструкции подобного типа – И. Можно доказать, что $I < СНУ$, т. е. что объем переданного в инструкции сообщения, регулирующего речедвижения, мейьше, чем количество элементов, принимаемых нормальным ухом или чужим ухом обучающего.

Действительно, нормальное ухо, воспринимая звуки а, б, и, к и т. п., учитывает не только тембр, но и мощность каждого из звуков, которая во всех этих случаях различна и зависит от трех переменных: во-первых, ют объема резонирующей полости, во-вторых, от способа генерации звука и, в-третьих, от аэродинамических условий образования звука. Полная инструкция, т. е. $I = СНУ$, получилась бы лишь тогда, когда в сообщении обучающего было бы указано не только, как поставить глухонемому язык и губы, но и как включить голосовые связки, модулировать частотные движения, как включить межреберные мышцы, диафрагму, движения трахеобронхиального дерева и т. п. Допустим, что обучающий знает все эти движения речевых эффекторов и составит о них инструкцию, но глухонемой не сможет ее выполнить, так как во всякой инструкции предписываются правила,

выполнимые лишь для произвольно управляемой системы, здесь же "предлагаются правила для системы, произвольно не управляемой. Ни по какой инструкции глотка и диафрагма не могут принять требуемого положения. Этим и объясняется появление у глухонемых характерных и главнейших дефектов произнесения, даже в том случае, когда у них поставлена ротовая артикуляция. К этим дефектам относятся — сонорность (неправильное управление голосом), гнусавость (неправильное управление носоглоточным резонатором), воздушность (неправильное управление речевым дыханием). По той же причине глухонемые, обучаемые этим способом, не дифференцируют около половины числа фонем. В фактической части этой работы будет показано, что дифференцировка, например, согласных по мягкости и твердости происходит не только в ротовом, но и в глоточном резонаторе. Глоточная же трубка не управляется произвольно, поэтому глухонемые очень часто не различают звуки по мягкости и твердости. Это значит, что из алфавита статической системы выпадает 15 элементов.

Таким образом, речедвигательном анализаторе Д устанавливается эквивалентность со слуховым только в том случае, когда имеется сочетание двух

слуховых анализаторов – обучающегося и обучающего. Если свое ухо, принимающее звук, обозначить $З_{су}$, то $Д \rightleftharpoons (З_{су} + З_{чу})$, где $З_{чу}$ – чужое ухо. Чужое ухо ведет контроль нормативности речевого звука, а свое ухо контролирует произвольно неуправляемую систему. Так бывает в норме. У глухонемого выпадение в правой части формулы эквивалентности одного из слагаемых нарушает и самое эквивалентность. Всякая интерорецепция учитывает раздражения, поступающие от внутренней среды организма, которая приходит в уравнивание с внешней средой только через прием раздражителей, принимаемых экстерорецепторами. При приеме речевых сигналов должна быть учтена не просто внешняя среда, но социальная среда, поэтому внутренний речедвигательный анализатор и контролируется сдвоенным слуховым анализатором. Чужое ухо "говорит" только "да" и "нет", тогда как свое ухо следит за каждым шагом производимых речедвижений и приспособливает их к выдаче таких звуков, которые могут быть приняты чужим ухом.

Как видно, исследование глухонемоты приоткрывает очень многое в механизме речи. Оно восполняет и подтверждает положения,

полученные при исследовании речевых кинестезии в норме, и встречается с теми же явлениями статики и динамики речи, которые были обнаружены при исследовании афазий. Отрицательный вывод, получившийся при рассмотрении способов компенсации потери слухового контроля, обусловлен тем, что сам механизм речи в целом изучен все же очень мало. Исследователи еще не смогли заглянуть во внутрь речедвигательного анализатора (являющегося внутренним) и проследить, как работает весь комплекс речевых эффекторов в норме и патологии. Главная задача этой работы состоит в том, чтобы приблизиться к постановке этого вопроса на основе достаточно полного объективного материала.

Однако уже и на основе сказанного в этом параграфе можно гипотетически наметить путь к компенсации глухонемоты. Глухонемой должен повторить те движения, которые производит всякий говорящий, поэтому наилучшим способом компенсации будет тот, при котором компенсирующими сигналами будет воспроизводиться не только конечный звуковой эффект, но и вся последовательность речедвижений. Основное отличие речедвигательного анализатора от слухового

состоит в том, что первый упреждает сигналы, а второй их только удерживает. Значит, в "видимую речь" надо добавить слоговое упреждение. Это может быть достигнуто порядком появления сигналов. Как в кинематографе, где пространственный ряд совмещается с временным, предъявление сигналов может быть разбито на общие, более перспективные планы и крупные детали. Общие будут указывать то предстоящее целое, в которое следует включить данный теперь включаемый элемент. Этим и будет достигнуто упреждение и образование временного синтеза с учетом включаемых в целое расчлененных элементов. Могут быть заранее разработаны "уроки" такого типа, прохождение которых составит "курс обучения речедвигательного анализатора кинестезиям". В контексте поставленных здесь вопросов этот вывод, конечно, имеет скорее теоретическое, чем практическое значение.

§ 8. Заикание

Заикание обычно определяют как вид невроза. Однако никакой теории этого невроза не существует. Способы лечения нащупываются чисто эмпирически и на практике приводят к очень неровным и не всегда надежным результатам. Из числа лечившихся многие остаются заиками на всю жизнь. При лечении, кроме общеоздоровительных мероприятий и щадящего от психических травм режима, применяются специфические коррекционные воздействия на речь заикающегося. У заики вполне исправен, даже больше того, обострен слуховой контроль. Он приходит в тем большее беспокойство, чем более дефектна принимаемая им собственная речь. При функциональном заикании вся система речевых органов и корковая часть речедвигательного анализатора не имеют никаких органических недостатков. Исходя из этого, обычно полагают, что при заикании нарушается координация речевых органов. Это общее положение весьма мало продвигает вперед теорию вопроса. Заикающийся иногда может произносить слова и целые фразы без всякого заикания. В этот момент у него почему-то

координация речевых органов так же сохранна, как и все остальное. Тогда возникает гипотеза о том, что у заикающегося нарушена ритмическая сторона (речи⁴². Сущность специфических коррекционных воздействий на речь и состоит в том, чтобы восстановить ритмику речи, Заику упражняют в скандированном, метрическом произнесении фраз или в распевном произнесении.

Однако скоро обнаруживается, что заикающийся легко справляется с распевным и скандированным (произнесением, но при переходе на разговорную (речь или чтение заикание возобновляется с полной силой, а предшествующие упражнения в распевном произнесении не оказывают заметного эффекта. Кроме того, известно, что многие заикающиеся в совершенстве владеют ритмом и являются прекрасными музыкантами или танцорами. Для заикающегося вполне доступно напевное, темпоритмическое произнесение ряда слов.

Из этих общеизвестных фактов для нашей темы могут быть сделаны некоторые полезные выводы. Внесение напевности и постоянного темпоритма изменяет систему слогоделения. Возникает однообразный и всегда постоянный слоговой стереотип, в котором одна сильная

слоговая позиция отделяется от другой сильной позиции точным и постоянным промежутком времени. Такое чередование может быть хореическим, ямбическим, Дактилическим и т. п. Однако живая разговорная речь и беглое чтение строятся по другому стереотипу. Здесь выработаны другие правила для сочетания слогов в слово, т. е. сочетания произносительных единиц речи. Каждое из слов различно по метрическому строю. В речи все время происходит смена метров. Сообщение составляется из разнометрических слов. Кроме того, вся фраза не членится на равновеликие группы слогов, отмеченных конечной цезурой (как в стихе), а распределяется по разновеликим слоговым отрезкам – синтагмам. В живой речи все время происходят темпоритмические перебои, имеющие определенное смысловое значение.

Таким образом, если двигательный слоговой стереотип словопроизнесения однороден по динамической конструкции и неизменен, то он может повторяться в этой форме длительное время без нарушения. При этом способность слогаобразования у заикающегося сохраняется. Если же двигательные слоговые стереотипы произносимых слов неоднородны по динамической конструкции и происходит

перемена мест сильных позиций от слова к слову и от синтагмы к синтагме, то слогообразование у заикающегося нарушается. Он останавливается на одном из слогов или повторяет его несколько раз. Происходит разрушение динамической конструкции нормализованного во времени слогового стереотипа. В этом и состоит сущность заикания.

Так как каждое из отобранных во фразу слов имеет особую динамическую конструкцию, то для произнесения каждого слова должен даваться всякий раз особый импульс для его запуска. При этом должно учитываться все слово в целом – его начало, середина и конец, так как только в этом случае будет определена полностью его динамическая, акцентно-выделительная структура. Иначе говоря, при запуске слова, равно как и всей фразы в устной речи, необходимо упреждение предстоящих к произнесению элементов и удержание произнесенных. Если схема упреждения все время остается постоянной, как это бывает при скандированном произнесении, то импульсы для произнесения слов следуют друг за другом без нарушения. Верно и обратное положение – если импульс на произнесение слова прервался, то это значит, что нарушен переход от одной упреждающей схемы к

другой. При этом он нарушен не в самом сложившемся двигательном стереотипе, так как иногда каждое из слов произносится вполне правильно, а в проведении импульсов от ядра речедвигательного анализатора к эффекторам. Импульс на произнесение последующего слога как бы не может пробить себе дорогу через временно возникшую тормозную преграду.

Вывод, к которому мы пришли, может быть сделан на основе внешних наблюдений за процессом заикания. Уже при этом обнаруживаются весьма существенные элементы механизма речи. С новой стороны возникает проблема двигательного слогового стереотипа и его синтезирование при помощи удерживающих и упреждающих импульсов. Однако полученный вывод мало конкретен, так как не учтена вся система речевого механизма. Отсутствуют наблюдения даже за самими эффекторами в момент заикания. На это обстоятельство следует обратить внимание, так как оно имеет принципиальное значение. Сложилось убеждение, что основными органами речи являются те, которые производят активные артикуляционные движения (язык, губы, нёбная занавеска, нижняя челюсть). Движения этих органов можно определять простым наблюдением без

применения инструментов. Другим органам речи не придавалось значения. Так, глотка рассматривается просто как проходная для воздуха трубка. Иногда ей отводятся не вполне определенные резонаторные функции. В связи с этим лишь в очень редких случаях интересуются тем, как в процессе заикания ведет себя вся система речевых эффекторов. В специальных клиниках по лечению заикания производят всестороннее исследование заик, в том числе и рентгенологическое. Исследуются легкие, пищеварительная система и т. п. Но рентгеновская методика не применяется для наблюдения за движением речевых органов, исходя из того предположения, что ничего нового таким способом получить невозможно. В действительности же оказывается, что первое же инструментальное наблюдение за органами, скрытыми в полостях тела, разрушая укоренившиеся теоретические предрассудки и шаткие гипотезы по вопросу о заикании.

Так существует мнение, что заикание возникает на почве неправильного дыхания. Полагают, что нарушение дыхания и приводит к заиканию. В связи с этим особым разделом работы с заикающимися является постановка правильного дыхания. Однако практически все усилия,

направленные в эту сторону, не приводят к ожидаемым результатам, так же как и методика скандированного произнесения.

Д. В. Шокина⁴³ провела наблюдения за движением диафрагмы у заикающихся, применив для этого пнеймографическую методику и рентгенокимограф. Когда были получены достаточно точные данные о движениях диафрагмы, обнаружилось, что при эволюционном или функциональном заикании дыхание в покое совершенно нормально и ритмично, дыхание же во время речи резко меняется. При заикании после контузии – картина иная. В этом случае дыхание в покое нарушено так же, как при речи. Таким образом, механизм заикания различен в разных случаях. Постановка свободного дыхания при функциональном заикании не может исправить нарушенного речевого дыхания. Последнее само является результатом расстройства функций речевого механизма или какого-то звена, участвующего в регулировке собственно речевого дыхания. Вот почему построение теории заикания возможно лишь после того, как будет выяснен механизм речи.

Недостаток сведений о функциях речевых органов сказывается еще на одном, центральном

для проблемы заикания, понятии. Уже в глубокой древности обратили внимание на наличие судорог в момент заикания. Однако в описании этих явлений с конца XIX в. после работ Сикорского, Гуцмана, Фрёшельса и др. не добавилось ничего нового. Эти авторы, так же как и современные, основываются на наблюдениях за движениями внешне видимых органов речи. Установлено два вида судорог: клонические, т. е. быстро следующие друг за другом кратковременные сокращения и расслабления мышц, и тонические судороги, т. е. длительное сокращение мышц и связанное с этим вынужденное напряженное положение данного органа. Одни из авторов, например Фрёшельс, считают, что заикание всегда начинается с клонуса и в более поздней стадии переходит к тоническим судорогам. Другие, как, например, Орфинская, Рейнгардт и Налетова, разделяют заик на два типа – клоники и тоники. Однако ни одна из этих концепций не является убедительной, так как само явление судорог изучено поверхностно.

Анализ судорожных явлений в общей системе речевого процесса, даже без дополнительных фактов, позволяет "сделать некоторые выводы для руководства дальнейшим исследованием. Систему речевых эффекторов можно рассматривать как

прибор, состоящий из трех звеньев: звено звукогенераторов, резонаторов и энергетическое звено. К звукогенераторам относятся: а) голосовые связки для образования гласных и б) язык и губы при артикуляции согласных, когда в полости рта образуются или прорываемые воздухом затворы, или узкие щели, в которых в турбулентном воздушном потоке возникает шумовой звук. Генерация звука возможна лишь при определенных энергетических условиях, т. е. при определенном аэродинамическом режиме. При клонической судороге языка или губ или тех и других вместе воздушный поток в надставной трубке будет прерываться. Звукообразование сохранится, т. е. будет слышно произнесение *п, п, п, п*, или */с, /с, к, к*, но аэродинамические условия останутся постоянными, тогда как они должны были бы измениться при переходе к артикуляции следующего звука, например *а (па, ко)* или при переходе к следующему слогу *ра*. Смена артикуляции автоматически вызывает смену воздушных давлений. Регулировка речевого дыхания производится движениями самих речевых органов. Это авторегулирующийся механизм. Если не произошла смена артикуляции, то не произойдет и изменения аэродинамических условий в надставной трубке.

То же самое происходит и при тонической судороге. При заикании на *п* крепко сожмутся губы, при заикании на *с* шинка языка прижмется к твердому нёбу. Так как надставная трубка перекрыта, то" и нет условий для генерации звука. Начнется только первая фаза – приступ. То же относится и к работе голосовых связок. У заикающегося вибрация голосовых связок находится в норме. Он не является афоником. Клоническая и тоническая судороги захватывают лишь функцию приведения-голосовых связок, т. е. сужение и расширение голосовой щели. Но изменение просвета голосовой щели изменит подсвязочное давление и, следовательно, снова нарушится одно из звеньев авторегулировки аэродинамических условий образования звука. К такому же выводу следует прийти в части резонаторной системы. У заикающегося оба резонатора – ротовой и глоточный, как резонаторы, работают нормально, так как произносимые звуки содержат узнаваемые слухом характерные форманты. Но судорога в любом из резонаторов будет снова разрушать механизм авторегулировки подачи энергии для звукообразования.

Итак, в каком бы месте ни происходила судорога, при этом всегда будет нарушаться

саморегулировка механизма речи, ибо открывание и закрывание проходов для воздуха производится движениями речевых органов. Однако нарушение в подаче энергии возникает только в том случае, если произойдет остановка движения одного из органов. В любой момент движения органов все равно автоматически будет происходить регулировка подачи энергии и лишь в тот момент, когда какой-нибудь из них застынет в неподвижности, тогда весь процесс остановится. Это значит, что какой-то из речевых органов в момент заикания всегда будет находиться или в заторможенном состоянии, или в состоянии инертного, затяжного возбуждения. Тоническая судорога в обоих случаях должна войти как неизбежный компонент в каждый акт заикания. Другие органы могут находиться в клонусе, но остановка процесса произойдет только от того, что в каком-либо месте создались невозможные условия для смены речевых движений.

Как же понять клоническую судорогу? Если человек произносит подряд слоги па, па, *па*, па, то такое произнесение следует назвать нормальным. Судорога появится только тогда, когда на п произойдет задержка, остановка: пппа, ппа, пппа. Если произносится простой слог а, то и здесь заикание будет при задержке а. Вначале будет

задержка, потом отступ. В этих случаях клоническая судорога содержит в себе, как начальный компонент, тоническую задержку. В других случаях тонический компонент может быть только на глотке, а клонус на языке и губах, что будет выражаться в их дрожании. Заикание в клонической форме не имеет ничего общего с персеверацией (повтором) слогов. Персеверация – результат инертности центрального возбуждательного процесса, само же произнесение слогов вполне нормально. У заикающегося же происходит поломка ранее крепко сложившегося нормативного слогового стереотипа слова в момент его запуска. Стереотип ломается в основной его части – в произносительной единице, в слоге. Вследствие задержки в синтезе слога речь прекращается, хотя клонические движения не только некоторых речевых органов, но и других мышц, например крыльев носа, могут сопровождать тоническую задержку.

Анализ судорожных явлений привел нас к тому же выводу, как и рассмотрение запуска слоговых стереотипов разной динамической конструкции. При заикании переход от слогового стереотипа одной конструкции к стереотипу другой конструкции вызывает тоническую задержку и?

Поломку слогообразования. Следовательно, в этот момент нарушается связь между центральным управлением и эффекторами. Но связь нарушается только в каком-то одном звене, а именно – синтезе слога. Следует допустить, что в системе органов речи есть специальное слогообразующее звено. Этот вывод подводит нас к одной из центральных проблем механизма речи, так как слог является произносительной единицей.

Более точное рентгенологическое наблюдение за движениями органов речи в процессе заикания доставляет богатый материал не только для того, чтобы подтвердить выставленную здесь концепцию и вскрыть последовательные этапы развития процесса поломки слогового стереотипа, но и для того, чтобы на случае патологии обнаружить взаимоотношения и связь разных систем речевых органов в норме. Изложение этих фактических материалов и их обсуждение отнесено в последнюю главу нашей работы, так как разобраться во всех этих довольно сложных явлениях можно лучше после определения функций разных звеньев речевого механизма в целом и их совместной работы.

Подводя итоги этой главы, можно кратко сформулировать следующие общие положения. Объединение и систематизация фактов,

полученных при изолированном изучении разных патологических явлений речевого процесса, дают в руки ценный материал и являются одним из важнейших методов исследования механизма речи. Здесь мы с новой стороны встречаемся с теми же центральными проблемами, которые неизбежно возникают при изучении речи разными другими способами и в разных дисциплинах. Эти проблемы группируются вокруг двух основных вопросов – приема и выдачи сообщения. Для решения этих вопросов возникает необходимость выяснить состав элементов сообщения. Из материалов по изучению афазий вытекает, что в состав сообщения входят разнообразные единицы, каждая из которых анализируется и синтезируется в разных системах. Речевой тембр входит в статическую систему речи и является устойчивой нормативной единицей, выполняющей сигнальную функцию различения звуковых комплексов, составляющих слово. Нарушения в этой системе приводят к десемантизации звуковых комплексов и невозможности приема и выдачи сообщения.

На выходе речевых эффекторов формируется новая речевая единица, произносительная, – это слог. Тембры входят в состав слога, но сами изолированно, вне состава слога, произносимы,

так как являются лишь признаками речевого звука. В момент нарушения слогообразования, как при заикании, прекращается и речь. Набор слогов, составленных по определенным, регулируемым нормой, правилам, образует слово, которое следует рассматривать в составе механизма речи как двигательный стереотип. Слово является основной единицей сообщения, так как только оно обладает предметным значением. Накопление словаря для составления из его элементов сообщения происходит извне, через посредство приема речи слухом. Нарушение слухового приема приводит к невозможности образования двигательного стереотипа слова, так как обратная кинестезическая связь лишается контроля. Слогообразование и слоговоеделение составляют динамическую систему речи.

Отбор слов по определенным правилам составляет сообщение. Как для слова, так и для сообщения в целом, необходимо удержание предшествующих элементов и упреждение предстоящих реализации. Нарушение этого приводит к невозможности приема и составления сообщения, что наблюдается при амнестической и премоторной афазиях. Указанные вопросы во многом совпадают с теми, которые поставлены в предшествующих главах этой работы. Они и

составляют ту проблематику, которая является общей для разных дисциплин, изучающих речевой процесс и нуждающихся в исследовании механизма речи. В новой постановке те же вопросы возникают и в других направлениях, изучающих Речь, которые будут рассмотрены в двух следующих главах.

Глава четвертая

АКУСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЧИ

§ 9 Общие замечания

Среди дисциплин, занимающихся исследованием речевого процесса, пожалуй, наиболее точным фактическим материалом располагает инженерная акустика. Она установила ряд бесспорных фактов, которым дано количественное математическое выражение. Успех в этой области обусловлен не только высоким уровнем развития физико-математических дисциплин, но и очень отчетливыми практическими задачами, которые возникают перед техникой звукопередачи.

Речь можно рассматривать как чисто акустическое явление, просто как звукоряд, независимо от функции обозначения. Какой бы звук ни возникал – природный, речевой, или искусственный, – он обладает достаточно точно определенными признаками, учет которых позволяет сохранить эти признаки при переводе одного вида энергии в другую. Звуковая энергия может быть переведена в электрическую,

электромагнитную, механическую и т. п.; ее можно трансформировать. Меняющийся поток звуков возможно фиксировать, звуки можно сохранять и многократно воспроизводить в первоначальном виде. Отдельные элементы звука или звукокомплекса могут усиливаться, ослабляться, исключаться, заменяться другими и т. п. Все это позволяет выяснить звуковой состав акустического явления в его элементах и учесть роль каждого из признаков. Для физики безразлично, транспортируется ли по линии передачи мычание коровы, шелест листьев, пение соловья или речь человека. Любые из этих звуков могут быть исследованы в их элементах одними и теми же методическими средствами. Но так как сами звуки в составе элементов, их последовательность и соотношение будут разными, то возникает задача узнать специфические особенности данного вида звуков.

Очевидная особенность речевых звуков состоит в том, что они имеют специфическое сигнальное значение, являются средствами предметного обозначения. Признаки речевого звука, их группировка и последовательность являются носителями предметных значений или, что то же, – переносчиками предметных значений. Звук, образовавшийся на выходе речевых

эффекторов, транспортируется по упругой воздушной среде, по линии электропередачи или по радиоволне к уху слушателя. Во всех этих случаях переносчики должны без потерь доставить переносимые ими сигнальные значения к месту приема. Возникает необходимость узнать, какие же именно предметные значения переносятся теми или другими элементами речевого звука и какие помехи могут повлиять на переносчиков и исказить сами сигнальные значения. Совершенно очевидно, что решение этого вопроса уже невозможно чисто физическими средствами. Необходимо учесть весь приемный механизм речи, узнать, какие, теперь уже новые, переносчики вместо звуковой энергии транспортируют полученные сигнальные значения по нервам в мозг и как мозг синтезирует эти эквивалентные признакам сигналы в предметные значения и тем самым принимает речь.

Никакой учет акустических особенностей речи и расчет аппаратуры для ее передачи не имеет смысла, если этот учет и расчет не проверены в практике приема слушателем. Вот почему все акустические измерения во всяком случае исходят из некоторых элементарных для приема звука фактов, например, учета порога слуховых ощущений.

Но проблема должна быть значительно расширена. Следует учесть не только принимающего речь, но и передающего ее, так как именно им создается самый акустический эффект. Так возникает особая дисциплина — физиологическая акустика. Основоположником этого направления является Гельмгольц, который, применив акустические измерения, построил концепцию речевых резонаторов и теорию слуха. Накопившиеся факты, развитие техники и новые, более глубокие задачи заставляют в наше время расширить еще больше круг проблем. Акустические измерения могут стать и становятся методом исследования таких процессов, как узнавание речевых звуков и слов, понимание речи, усвоение языка, коммуникативные средства общения, особенности разных языков и т. п. Так возникает новая проблематика психологической акустики речи. В основе этой проблематики лежит изучение механизма речи. Надо знать не только самый акустический эффект, но, через его изучение, и способ формирования речевых звуков и их комплексов, а также условия их приема.

Существует три ряда разных материальных явлений: а) средства образования признаков речевого звука, б) сами эти акустические признаки, в) средства их приема. Все три ряда

эквивалентны потому, что в каждом из них сохраняется тождество сигнальных значений. Задача состоит в том, чтобы узнать, при каких условиях сохраняется эквивалентность этих рядов, т. е. как должен быть сделан звук, чтобы в акустическом эффекте слушающим принимались сигналы, равнозначные с сигналами говорящего. Так как во всяком звуке, а не только в речевом, неразрывно слиты разные признаки, к тому же меняющиеся в разных условиях образования, передачи и приема, спрашивается, как в изменяющемся звуковом потоке сохраняется неизменность признаков и их сигнальных значений. Иначе говоря, этот вопрос приводит нас к тому же делению речевого процесса на статику и динамику, с которым мы уже встречались в предшествующих главах. Решение его имеет первостепенное значение для понимания механизма речи в целом. Первое, что здесь необходимо, — это установление акустических единиц измерения статики и динамики и выяснение соотношения этих явлений.

§ 10. Акустическое измерение статики речи

Единицей измерения статических элементов речи является звуковой спектр. Как известно, всякий сложный звук может быть разложен на ряд Фурье, т. е. на ряд простых синусоидальных колебаний, состав которых и образует звуковой спектр. Измерение состоит в том, что устанавливается: а) набор номеров тех простых звуковых частот, которые входят в состав сложного звука, считая, что номера низких частот расположены слева, а высоких – справа, и б) амплитуда каждой из встретившихся частот. Если каждая из частот по числу колебаний является кратной к самой низкой частоте, то такой спектр образует гармонический ряд, входящие в него частоты называются гармониками, а самый спектр является ограниченным или выборочным. Таким спектром обладают звуки гласных. Если частоты спектра имеют случайную амплитуду и через случайные промежутки времени могут появиться в любом месте спектра, то такой спектр является негармоническим и неограниченным однородным спектром. Такой звук, по аналогии с белым светом, называется белым шумом. Накладываясь на выборочный спектр, белый шум образует

помеху, при которой не могут быть выделены признаки выборочного спектра. Если амплитуды частот спектра распределяются по определенной кривой вероятности, но сами частоты негармоничны и могут встретиться в любой полосе спектра, то такой спектр является сплошным и неоднородным, но характеризует звук в определенном качестве. Таким спектром обладают согласные.

Звуковой спектр представляет некоторую картину амплитуд частотных составляющих сложного звука. Теоретически звук должен длиться бесконечно для того, чтобы имело смысл говорить о его спектре. Если период звука изменился, следует признать наличие другого, нового, бесконечно длящегося звука, обладающего своим особым спектром. Таким образом, спектр есть не что иное, как аналитический состав данного звука, представленный в статике. В действительности один звук может переходить в другой. Для учета статики необходимо знать минимальное время, в течение которого данный звук сохраняет свой спектр. Получение таких статических срезов и составляет задачу акустических спектральных измерений. Измерения показывают, что полог времени восприятия различен для разных частот. Так,

частота в 50 *грц* узнается как тон за время его длительности в 0,08 секунды, за которое проходит 4 полных колебания. Частота в 1000 *грц* требует время 0,015 сек. – 15 колебаний в секунду. Тон в 10000 *грц* требует время 0,030 секунды (300 колебаний)⁴⁴. Однако стоит только звук гласного растянуть на время, которое больше, нормы обычного речевого произнесения, т. е. пропеть, как этот гласный перестает узнаваться. Это значит, что спектр гласного изменился за время его произнесения. Мы проводили запись на магнитофоне пропетых от 1 до 2 секунд гласных а, о, э, у, и, ы. Эти гласные продолжают узнаваться, если их слушать с начала звучания до конца. Но если из той же записи вырезать кусочки магнитофонной ленты IV 2 см, взятые: а) из начала звучания и б) из середины звучания, то склеенные кусочки ленты начала звука (а) узнаются как а, о, э, и т. д., кусочки же, где была записана середина звука (б), воспринимаются почти как одинаковые и похожие на ы (нечто вроде гудка автомобиля). Это значит, что удлинение произнесения речевого звука сверх определенной речевой нормы приводит к изменению спектра звука.

Таким образом, есть оптимальное время и определенные условия образования речевого

звука, при которых его спектр будет сохранять характерные признаки, узнаваемые слухом, и принимать данное качество звука как всегда тождественное. Такие характерные признаки спектра называются формантами речевого звука.

Если в звуковом спектре есть речевая форманта и слух способен отделить ее от других неформатных признаков спектра, а также от других признаков звука – его силы и основной частоты, – то выделяемая таким образом статическая единица приобретает сигнальное значение как элемент звука. В каждом языке есть всегда точно определенное число этих элементов (т. е. звуков речи – а, о, и, л, с, ж и т. п.), например в русском языке 39, из которых составляются по известному правилу звуковые комплексы слов.

Сигнальное значение слов определяется их соотносительностью с обозначаемыми ими явлениями действительности, а сигнальное значение элементов словесного звукокомплекса (звуков языка) определяется различием выделяемых речевых формант. Поэтому при помощи слов различают явления действительности, а по звукам речи различаются самые слова. Слово *прут* (пишется "*пруд*"), как обозначение водоема, отличается по предметному значению от слова

прут, как обозначения тонкой, определенной длины палочки, сделанной из какого-либо материала, но по составу звуковых элементов эти два звукокомплекса ничем не отличаются. Наоборот, например, слово *он* может обозначать то же, что слова *Иван Петрович*, если сообщение *Он пришел* и *Пришел Иван Петрович* эквивалентны по содержанию предметных отношений. В то же время состав элементов заменяемых слов различен⁴⁵.

По сигнальному значению форманты спектра могут быть различными. Кроме собственно речевых формант, определяющих различие элементов звукового состава слова, в речи людей могут быть выделены индивидуальные, голосовые форманты, характерные для голоса данного человека. По этим формантам опознается источник речи. В звуковом кино, вследствие срезания высоких частот, эти форманты теряют часть признаков, поэтому голоса людей хуже узнаются, чем в естественной речи. Для устранения этого недостатка прибегают к демонстрации изображения говорящего на крупном или среднем плане.

Сигнальное значение голосовой форманты резко отличается от сигнального значения собственно речевой. Речевая форманта определена

условной нормой данного языка и служит средством различения значащих слов, голосовая же форманта определена устройством речевого прибора данного человека и не имеет значения для различения звукового состава слов, если все звуки артикулированы правильно, и служит средством узнавания человека по голосу. Голосовая форманта является опознавательным признаком, речевая форманта – сигналом различия звуковых элементов слова, а слово–знаком предметных отношений. Голосовые форманты могут различаться и слухом животного. Так, собака узнает голос хозяина. Может быть построен акустический приемник, который будет принимать лишь определенные голосовые форманты и транспортировать эти сигналы на соответствующее исполнительное устройство. На сигналы с другими голосовыми формантами такое устройство реагировать не будет.

Кроме указанных двух видов формант, существует третий вид – специально выработанные форманты. В исследовании С. Н. Ржевкина⁴⁶ была найдена специальная певческая форманта, которая образуется при определенном положении певческих органов. Это положение в недавнее время было хорошо подтверждено рентгенологическим исследованием Л. Б.

Дмитриева⁴⁷, который показал, что при пении в значительной степени сглаживаются те различия в объемах резонаторов, которые характерны для речи, вследствие чего и появляется специально выработанная певческая форманта. Специально выработанная форманта является признаком культуры голоса и определяется условиями его воспитания. Так, известно, что в сельских местностях часто можно встретить пение на так называемом открытом звуке, при котором в голосе появляется крикливость вследствие усиления в составе спектра высоких гармоник. Эти свойства голоса приобретаются, как манера петь, от старшего поколения.

Аналогично этому в каждом из языков складывается определенная манера или произносительные привычки при производстве звуков речи. Так, в немецком языке, в отличие от русского, гласные произносятся с твердым приступом, т. е. с твердой атакой звука, что вносит в спектр звука определенные изменения. Этого вида форманта не играет никакой роли для различения элементов звукового состава, но является постоянным признаком некоторых из этих элементов (гласных). Такие признаки речевого звука иногда называют термином, введенным Бодуэном де Куртене, —

антропофоническими.

Так как сигнальная функция собственно речевых формант и сигнальная функция слова, в которое входят эти форманты, различны, то различен и механизм анализа и синтеза этих речевых образований. Из лексикона по известным правилам, путем отбора слов, может быть составлено сообщение; из состава же речевых формант, помимо слова, сообщение не может быть составлено. Слова состояются из звуков только по определенному правилу. Механизм отбора слов и механизм набора формант различны. Отбор слов определяется самим говорящим, он происходит в источнике сообщения, тогда как отбор формант определяется нормой языка. В каждое слово входит только определенный набор формант, который не может быть изменен ни в источнике сообщения, ни на приеме слушающего. Этим обеспечивается анализ и синтез вполне тождественных элементов, сохраняющих статическое постоянство за все время речевого процесса. Тождество должно сохраняться от момента начала отбора слов для сообщения, соблюдаться при передаче импульсов на речевые эффекторы и в период формирования речедвижений во всех произносительных системах. Оно должно сохраняться при любых

видах транспортировки сообщения по воздушной среде или по линиям передач. Наконец, оно должно сохраняться на всех стадиях приема – от момента поступления на слуховые рецепторы до момента усвоения сообщения корковым ядром слухового анализатора. Очевидно, что речедвижения – это явления одного порядка, формантные признаки звука – явления другого порядка, электрические импульсы в линиях передач – явления третьего порядка и, наконец, нервные импульсы – явления нового порядка. Спрашивается, каким образом может сохраняться тождественность при переходе статических элементов речи через все эти совершенно различные по материальной природе ряды явлений?

Для сохранения тождественности достаточно, чтобы тождественными были звенья начального и конечного ряда, промежуточные звенья могут быть только эквивалентными. Человек воспринимает речевые форманты как тембр, т. е. как специфическое качество того или другого речевого звука. Следовательно, при отборе слов говорящим будет в начальном звене процесса восстанавливаться нормативный набор тембров. В конечном же звене процесса слушающим должен быть принят тот же набор речевых тембров. Во

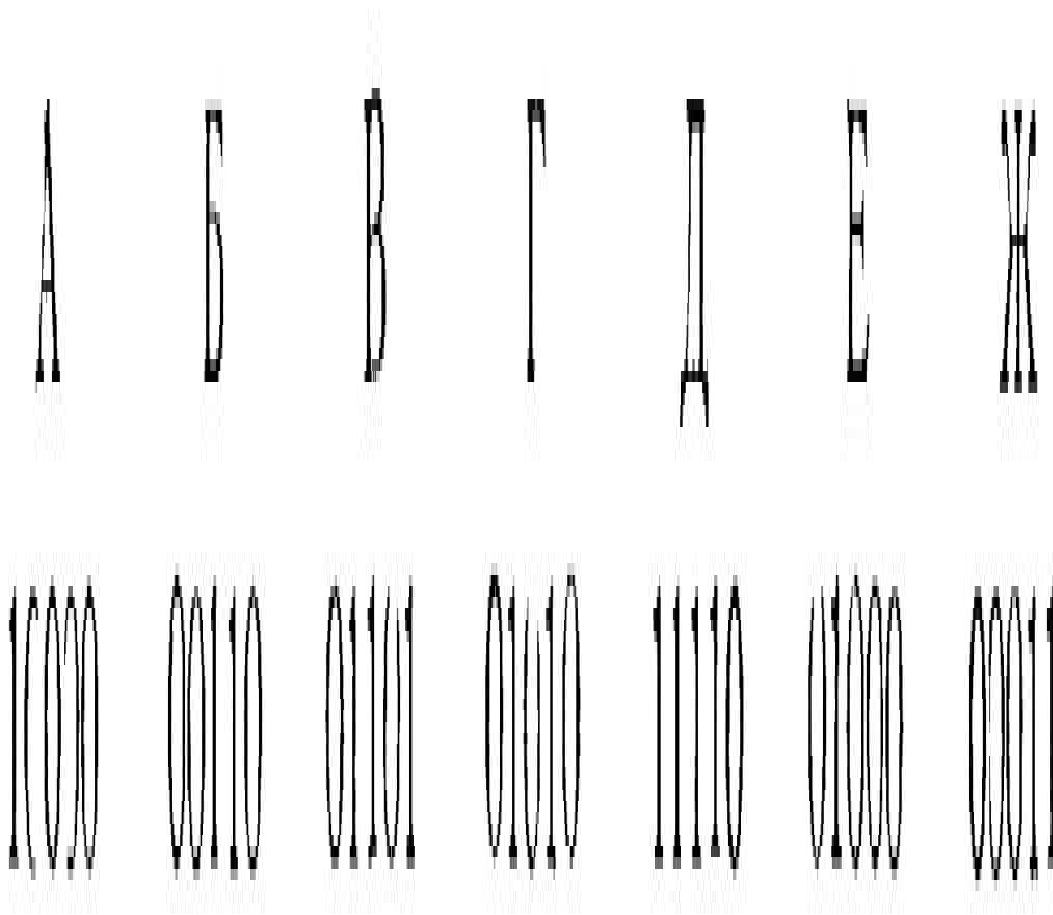
всех промежуточных звеньях процесса тембры могут быть заменены любым сигналом, если он способен модулировать или изменяться так же, как и самые тембры. Такой сигнал будет сигналом, несущим тембры, или переносчиком тембров.

Для того чтобы тембры были заменены каким-либо сигналом, необходим преобразователь. Таким преобразователем является, например, микрофон, который звуковые признаки, в том числе и спектр формант, преобразует в электрические импульсы. Таким же преобразователем будет и резонаторная надставная трубка. Преобразователь только тогда выполнит свою роль, когда преобразования будут линейными, т. е. будет сохраняться пропорциональность между воздействием и откликом несущего сигнала. Таким образом, всякий набор тембров или всякое модулирующее воздействие на преобразователь будет изменять какой-либо параметр нового сигнала, например электрического, звукового или нервного.

Передаваемым тембрам соответствуют определенные модуляции резонирующей надставной трубки, а этим модуляциям соответствуют номера частот звукового спектра и величина амплитуд этих частот. Измеряя спектры,

мы измеряем одну из величин в одном из промежуточных звеньев речевого процесса, которое является эквивалентным другим звеньям. Вследствие эквивалентности звеньев весь процесс может быть сведен к передаче номеров или чисел.

Так и поступают в инженерной акустике⁴⁸. Набор цифр, соответствующих элементарным сигналам, составляет код. Из двух чисел 1 и 0 может быть составлен код, если определено постоянное количество мест, по которым могут размещаться эти два числа. Такой код называется двоичным. Так, например, в телеграфном коде Бодо⁴⁹ подается два элементарных сигнала – включение тока, что соответствует числу 1, и выключение тока (отсутствие посылы), что соответствует числу 0. Числа 1 и 0, комбинируясь по пяти местам, могут передать 32 комбинации, которые можно соотнести с буквами алфавита. Такой код будет двоичным и пятизначным:



Аналогичным образом может быть кодирована и передача речевых тембров. Однако для инженерной акустики этот вопрос не возникает. Для передачи сообщений по линии связи нет необходимости отличать речевые тембры от других видов тембра. Наоборот, в задачу входит по возможности передать все виды тембровых оттенков. Для этого достаточно учесть модуляцию спектров по частоте и амплитуде и влияние разного вида помех. Инженерная акустика не ставит проблемы отбора слов и не рассматривает вопроса о разных видах

сигнальных значений. По линии передачи могут быть переданы осмысленные или бессмысленные сообщения, верные или неверные, эмоциональные или неэмоциональные – во всех случаях будет передаваться комбинация сигналов, которая рассматривается как сообщение.

При изучении же механизма речи нельзя отвлекаться от сигнальных значений тех или других словесных элементов и образований. Сама речь есть не что иное, как сигнализация. Это сигнал сигналов. При изучении механизма речи необходимо узнать весь состав элементов, их роль и связь звеньев в процессе сигнализации. Акустические измерения помогают изучить лишь одно звено этой системы. Но и здесь необходимо отделить то, что относится к собственно речевым явлениям, от других, а в самих речевых – элементы и составляемые из них комплексы с учетом сигнальной функции тех и других. Такое изучение ставит перед собой задачу определения анализа и синтеза элементов как средств речевого общения.

Основной вопрос, который возникает при изучении статики речи, состоит в том, чтобы конкретно определить, в чем же состоит эквивалентность между речевыми тембрами и спектрами, т. е. каким видам спектра

соответствует слышимое качество речевых звуков – *а, о, л, т* и т. д. Современная техника располагает достаточно точными средствами для того, чтобы определить спектры звуков речи как при их отдельном произнесении, так и в потоке речи. Кроме специальных спектрометров, может быть применена методика срезания частот сверху или снизу при помощи электрических фильтров. Таким способом, произнося тот или другой звук, можно записать на магнитофонной ленте акустический эффект, в котором устранены все частоты, кроме определенных. Если при наличии только этих частот данный звук узнается как себе подобный, следует признать, что эти частоты являются характеристическими формантами данного речевого звука. Однако до сегодняшнего дня вопрос о формантном составе речевых звуков нельзя считать решенным. Разные исследователи приходят к разным выводам. Некоторые, например Тингауз⁵⁰ признают наличие четырех формант, другие для разных речевых звуков – от одной до четырех формант, например Ю. С. Быков⁵¹, М. С. Литвак⁵² считает достаточным для узнавания одних гласных одной форманты, для узнавания других гласных – двух. Спрашивается, чем можно объяснить эти разногласия?

Наблюдения показывают, что сходные по

звучанию гласные в одном слове, например *ана* (*она*) или *Анна*, если удалены соответствующие характеристические форманты, в ударном положении не узнаются или переходят в другой звук (например э). Вместе с тем при той же фильтрации неударное *а* узнается. Кроме того, обнаруживается, что в зависимости от предшествующего согласного в слоге вырезка формант влияет на узнавание гласного то в большей, то в меньшей степени. С другой стороны, и согласный приобретает разные оттенки, в зависимости от того, какие фильтры поставлены при узнавании гласного, окруженного согласными.

Эти наблюдения подтверждают давно известное в фонетике положение, установленное по слуховому восприятию, о том, что звуки речи в условиях разного фонетического окружения слышатся по-разному. Так, мягкие согласные влияют иначе на гласные, чем твердые, например *у* в -словах *лук*, и *люк* (*лук*) или *э* в словах *смертнѣй* (твердое *т*) и *смерть* (мягкие *т*, *р*). Это так называемое явление аккомодации. К комбинаторным изменениям звуков относится и ассимиляция, т. е. уподобление одного звука другому в каком-либо признаке, например озвончение глухого согласного перед звонким –

збить вместо *сбить*. В последнем случае на *б* включаются голосовые связки, которые должны быть раньше выключены на *с*. Такая очень быстрая смена импульсов посылы из центра может быть достигнута лишь при учете инертности произносительного аппарата, сообщаемой по обратной связи от органов речи. Как было отмечено выше, колебания голосовых связок должны продолжаться некоторое минимальное количество периодов для того, чтобы слухом был уловлен тон. Сочетание *зб* (*збить*) удлиняет время колебания голосовых связок и в большей мере удовлетворяет этому требованию, чем сочетание *сб* (*сбить*). Замена звонкого *б* на глухое *п* устраняет необходимость смены импульсов на голосовые связки, поэтому *с* в слове *испыт* не меняется. Оно не будет меняться и в том случае, если слово произнести с удлинением *с* – *сс-бить*, т. е. если перед звонким *б* сделать как бы особый слог *съ*. Только в том случае, когда *с* встречается с *б* в законченно сложившемся стереотипе разговорного произнесения, оно испытывает влияние предшествующих и последующих звуков, входящих в данный словесный стереотип.

Этих кратких напоминаний достаточно для того, чтобы заметить, что набор спектров в акустическом составе слова зависит от

деятельности речевого прибора в целом. Интерпретация акустических измерений значительно облегчается при учете работы речедвигательного анализатора. Становится ясным, что статические элементы речи (спектры) испытывают довольно сложную перестройку, включаясь в состав того или другого слова. Нельзя представлять дело так, что существует определенный состав статических элементов, из которых при постановке их друг за другом может быть составлено слово. В действительности, включаясь в слово, спектры перестраиваются. Однако и при этом сохраняется или формантное тождество, или регулируемая нормой языка замена звука. Таким образом, во всяком случае тождественным остается в известных пределах состав спектров данного слова. Но нет и не может быть спектрального тождества сходных звуков в разных позициях слова. Так, спектры *а* в ударной и неударной позициях, будут разными. Формантные же признаки звуков в ударных позициях, как показало исследование Б. А. Шварц⁵³, определяются не столько номером полосы частот, сколько контуром сгибающей спектра. Аналогичные выводы получились и в наших наблюдениях. Характерным для спектра данного звука является не только абсолютная

амплитуда в той или другой полосе частот, но и соотношение амплитуд. Как будет показано в третьей части этой работы, соотношение амплитуд меняется при определенных изменениях резонансных полостей произносительного аппарата.

Нетрудно понять, с чем связана перестройка спектров входящих в слово звуков, при сохранении их формантных признаков. Здесь мы встречаемся все с тем же явлением удержания и упреждения элементов, "составляющих слово. Произнесенный элемент не может быть полностью отторможен, так как тогда бы он отключился от словесного стереотипа как особая раздельность. С другой стороны, предстоящий к произнесению элемент должен получить подготовительное возбуждение раньше чем начнется его произнесение, иначе он запоздает и тоже превратится в особую раздельность. Такое упреждение и удержание необходимо для преодоления инертности произносительного прибора, требующего времени на запуск и отпуск. Однако удержание и упреждение были бы невозможны и вызвали бы резкое столкновение возбудительных и тормозных процессов, если бы весь процесс не регулировался особым механизмом. Такой механизм и существует. Это

слоговое деление. Слова произносятся по порциям, каждая из которых составляет звено. Упреждение и удержание, т. е. слияние звуков, происходят в каждом из звеньев, чем облегчается сцепление и самих звеньев. Так, наряду со статикой речи возникает слоговая динамика.

§ 11. Акустическое измерение динамики речи

Так как статические элементы слова являются лишь соотношением спектральных признаков звука, то они входят в аналитический состав конкретного речевого звука всегда наряду с другими признаками. Поэтому сами статические элементы отдельно от этих других признаков произносимы. Слог является тем материальным средством, через посредство которого только и может осуществиться всякое произнесение. Это пункт связи между дискретностью постоянных статических элементов и непрерывной сплошностью реального, конкретного произнесения. Механизм слога состоит в том, что в нем действуют две противостоящие силы. Одна из них статическая, обеспечивающая тождество сигнальных значений, другая непрерывно изменчивая, регулирующая перестройку значений. Так, в слове *город* последний статический элемент *д* в устной речи переходит в *т* – *горот*. Казалось бы, что нарушилось тождество, так как один статический элемент заменен совершенно другим. Однако в действительности эта слоговая динамическая перестройка, протрзведенная заменой звука, усилила и расширила тождество

обозначений. Замена показала, что *t* в слове *горот* и *д* в слове *города* это по функции один и тот же элемент. Несмотря на перестройку или, вернее, именно вследствие перестройки, две формы слова – *горот* и *города* стали объединяться как разные формы) одного и того же, тождественного себе слова. Слово приобрело расширенное, обобщенное тождество, дифференцируясь на две формы (единственного и множественного числа) путем замены статического элемента или путем его динамической слоговой перестройки.

Обычно полагают, что слог не выполняет никаких семантических; функций. И действительно, различие слогов не определяет различия значений. Слоги – простой, сложный, открытый или закрытый, как виды слогов, не содержат в себе никаких указаний на различие значений. Но так как произносительной единицей является слог и только слог, то все обозначения и перестройки обозначений могут совершаться только материальными слоговыми средствами. Если есть способность производить слог, то возможна речь. И наоборот, речь невозможна, если нет способности слогообразования и слогоделения. Спектры включаются в состав слогов, слова состояются из слогов, фразы

членятся по слоговым разделам слов. Вот почему основной и первой задачей изучения механизма речи является исследование образования слогов, слогоразделов, набора слогов и слоговых перестроек.

Спрашивается, какие сигналы становятся носителями слоговой динамики? Такими сигналами являются три отдельных (кроме спектра) признака звука – частота основного тона, сила (интенсивность) и длительность. Встречаясь на арене слога, эти сигналы сложно сочетаются и могут передавать друг другу сигнальные значения и замещаться. Физической особенностью частоты, силы и длительности является то, что, в отличие от дискретных спектров (определяемых по составу номеров), они образуют непрерывность. Каждая последующая ступень прироста частоты, силы и длительности является величиной бесконечно малой. Это вызвало бы не только значительные затруднения при акустических измерениях и при передаче звука, но и при приеме его слушателем, если бы непрерывная сплошность не разлагалась на дискретные величины. Действительно, малейшее случайное изменение частоты, силы и длительности звука в произносительном аппарате изменило бы величину сигнала, а поэтому нарушило бы и сигнальное значение, уничтожая

эквивалентность рядов. Эти случайные или посторонние изменения, которые могут возникнуть в самом речевом приборе, в линии передачи или в воздушной среде, разделяющей говорящих (шум в помещении), можно рассматривать как помеху, которая искажает передаваемые модуляции признаков звука. Слушающий может принять за динамическое усиление или ослабление то, что не входило в намерение говорящего.

В инженерной акустике для устранения влияния помех учитывают их и непрерывные величины переводят в дискретную шкалу. Если помеха не превосходит половины интервала между двумя соседними уровнями, то сигнал определенной величины может быть отнесен к ближайшему дискретному уровню установленной шкалы⁵⁴. Таким образом, в данной найденной дискретной шкале вся динамика сигналов будет воспроизведена в полной относительной точности. Помеха останется за шкалой, она не будет влиять на учет ступеней роста сигналов. Замена непрерывной шкалы уровней дискретной называется квантованием. Сигнал, представленный последовательностью дискретных значений, называется квантованным.

Таким образом, динамика будет передаваться

по квантам частоты, силы и длительности. Такая дискретная квантованная шкала только тогда приведет к эффективному результату, когда и на приеме те же сигналы при преобразовании их в другие будут распределены по той же шкале квантования. Следовательно, надо спросить, производит ли слух квантование акустических сигналов, и если производит, то по какой шкале. Ответив на этот вопрос, можно установить ту шкалу, по которой следует производить акустические измерения динамических модуляций речевого звука.

Известно, что слух человека действительно шкалирует непрерывные величины по ступеням прироста, или квантам. Это явление называется разностным, или дифференциальным, порогом различения звуков по высоте, громкости и времени. Установлено, что в отношении высоты слух человека обладает интервальной природой. Это значит, что слух оценивает не каждую частоту по отдельности (измеренную, например, при помощи осциллографа), а прирост высоты одного звука по отношению к другому, т. е. интервал.

Каждый определенный интервал одинаков, как ступень, на всем диапазоне слышимых частот. Поэтому интервалы могут складываться и вычитаться. Эти положения проверены

многовековой музыкальной практикой, в теории которой принимается за единицу измерения воспринимаемого слухом интервала цент, или сотая доля темперированного полутона. Так как измеряемые на акустической аппаратуре величины частот растут в геометрической прогрессии, а воспринимаемые интервалы в арифметической, то цент является минимальным логарифмическим шагом шкалы высот. В темперированном строе за исходную величину принимается октава. Исходя из этого, основанием логарифма для вычисления центов является $\sqrt[12]{2}$. Это удобно, так как высоты темперированных интервалов в центах выражаются целыми и сотыми: малая секунда – 100 центов; большая секунда – 200 центов; малая терция 300 центов и т. д. Сумма интервалов квинты (500 центов) к кварты (700 центов) составит октаву (1200 центов). Разность между интервалами квинты (700 центов) и большой терции (400 центов) составит малую терцию (300 центов). Физически же измеряемые интервалы образуются путем умножения или деления интервальных коэффициентов измеряемых частот. Так, произведение квинты ($3/2$) на кварту ($4/3$) даст октаву: $3/2 \cdot 4/3 = 2/1$ или деление квинты ($3/2$) на большую терцию ($5/4$) даст малую терцию: $3/2 : 5/4 = 6/5$.

Н. А. Гарбузовым⁵⁵ разработана концепция зонной природы слуха. В его исследовании показано, что порог различения высоты между двумя соседними элементами равен приблизительно 6 центам, порог различения между соседними интервалами 24 центам, порог же различения между разными ступенями интервалов 50–60 центам⁵⁶. У разных испытуемых зона узнавания тона колеблется в пределах от 50 до 180 центов.

Н. А. Гарбузов, исследуя исполнение скрипачей⁵⁷, нашел, что они применяли интервалы, являющиеся комбинацией из разных систем музыкального строя, но находящихся в пределах тональной зоны. Особенно важно подчеркнуть, что при этом аккомпанемент на фортепьяно не являлся помехой. Это значит, что квантование шкалы по темперированному строю находится в пределах зональной природы слуха. Любые случайные модуляции высоты или помехи внутри зоны данного интервала не будут восприниматься как значимые.

Однако несомненно, что функции звуковысотного слуха в музыке и речи различны. В речи нет мелодии, в которой звуковысотное движение отсчитывается от начального тона и составляет определенную повторяющуюся форму.

В речи звуковысотный интервал образует лишь восходящий или нисходящий акцент, как средство выделения слога в фразе. Это сигнал выделения одного из элементов речевого субстрата, тогда как в музыке звуковысотное движение развертывается в субстрате самого звука без каких-либо специфически слоговых образований. Это различие между функцией высоты в музыке и речи позволяет сделать вывод, что квантование шкалы по равномерно темперированному строю в центах для речи более строго, чем для музыки. Тональная зона при восприятии речи шире, чем при восприятии музыки, поэтому применение этой шкалы к речи скорее приуменьшает ступени: квантования, чем увеличивает их. Возможно, что в технических целях при передаче звуковысотных модуляций речи по линиям связи эти ступени могут быть более грубыми. В дальнейшем, при изложении результатов некоторых акустических измерений мы применяем шкалу центов.

Аналогичная шкала квантования имеет место и при восприятии интенсивности. Так как непрерывный рост энергии всяких раздражителей — световых и звуковых — распространяется в почти необозримом диапазоне, линейный ряд роста интенсивности принято переводить в легко обозримый логарифмический ряд. Для звука

единицей измерения, в таком случае, становится децибел $x_{дБ} = 10 \lg \frac{I}{I_0}$, где I – данная интенсивность, а I_0 – условно принятая величина абсолютного порога). Однако децибел, как мера акустических измерений, является условной. Воспринимаемая слухом громкость квантуется по другой так называемой шкале нормальной громкости, графическое изображение которой дано Флетчером при исследовании ощущения удвоения громкости в соотнесении со шкалой децибел. Изучение этой кривой⁵⁸ показывает, что, начиная с 40 об, она выпрямляется, что свидетельствует о прямой пропорциональности между уровнем возбуждения и ступенями нормальной громкости. Громкая речь занимает сжатый динамический диапазон приблизительно от 60 до 90 дб. Если звуковая энергия минимальна, то звуки речи маскируются внешними помехами (шумами) и последствием в слуховом рецепторе (внутренние помехи). При значительном увеличении энергии звука органы речи перенапрягаются и выдают мало узнаваемые, ненормативные звуки, о чем в третьей части этой работы будет представлен специальный фактический материал. Полезный динамический диапазон речи составляет приблизительно 30 дб. Наибольшие пики среднеквадратичного давления превосходят

средний уровень на 12 дб, а наиболее слабые звуки лежат приблизительно на 18 об ниже среднего уровня⁵⁹.

Таким образом, в этих пределах сохраняется пропорциональность между нормальной шкалой громкости и шкалой децибел. Если к этому добавить поправку на разную громкость разных тонов, которая может быть учтена при помощи усилителя шумомера, то шкала децибел становится применимой для учета соотносительных различий воспринимаемой слухом громкости. Именно эти различия и представляют интерес при исследовании слоговых модуляций, при этом величина в 0,5 дб может рассматриваться как усредненная ступень квантования. При исследовании же самого слухового рецепторного прибора необходим переход на шкалу нормальной громкости.

Непрерывная последовательность переводится в дискретную шкалу и при восприятии времени. Аппаратура, применяемая при изучении речи, позволяет учитывать тысячные доли секунды. Эта точность измерения достаточна для учета разностного порога восприятия времени. В исследовании Н. А. Гарбузова⁶⁰ опытные музыканты оценивали длительность каждого звука небольшого музыкального отрывка (при

многократном прослушивания) в соответствии с теоретической длительностью этих звуков. Оказалось, что большинство правильно оцененных длительностей звуков мелодии имеет место при отклонении этих длительностей от теоретически вычисленных более чем на $\pm 0,1$ секунды. Большинство ошибок в определении длительности звуков приходится на долю звуков, длительность которых меньше или больше теоретической на сотые доли секунды. Таким образом, зонная природа слуха распространяется и на восприятие времени. Временные интервалы квантуются по определенной сетке уровней.

Все рассмотренные явления характеризуют зонную, или квантовую, природу слуха. Как при слушании музыки или речи, так и при возведении того и другого слух принимает и контролирует непрерывно меняющиеся раздражители, укладывая их по дискретным ступеням. Под контролем слухового анализатора устанавливаются эквивалентные движения двигательного анализатора. Та шкала, по которой слух скрипача воспринимает высотные интервалы, контролирует движения его пальцев, поэтому скрипач и воспроизводит то, что требует его слух. Иначе обстоит дело со шкалой времени. Время как объективная, реальная категория является

общим для слухового и двигательного анализаторов, поэтому двигательный анализатор может организовать систему движений и без слухового контроля. Темп марша может быть воспроизведен с такой же точностью в беззвучных движениях, как и в звуках.

Тот же вопрос становится значительно более сложным в отношении градуировки интенсивности и громкости. Звуки речи обладают весьма различной акустической мощностью, что связано с условиями их образования. Это различие во всяком случае намного превышает разностный порог в 0,5 дб. В таких условиях, мощные звуки оказались бы помехой, маскирующей равномерную модуляцию ступеней громкости. Помеха будет больше половины действительной ступени квантования. Следует допустить, что для каждого звука речи вырабатывается своя особая шкала динамических уровней и что в речедвигательном анализаторе есть особый прибор для квантования громкостей, который приспособляется к этим ступеням при выработке эквивалентности под контролем слуха. Поставленный вопрос относится к одной из наиболее существенных проблем механизма речи, по которой будет в дальнейшем представлен достаточно полный фактический материал.

§ 12. Измерение статических элементов с учетом слоговой динамики

На арене слога происходит встреча модуляций основной частоты, силы и времени. Это приводит, с одной стороны, к формированию слоговых количеств и качеств, с другой стороны, к перестройке спектров. Отсчет времени приобретает смысл только тогда, когда есть точки отсчета. Спектр, как таковой, бесконечен и поэтому не поддается учету во времени. Спектр – это чисто теоретическое измерительное понятие, которым обозначаются несамостоятельные компоненты реально протекающего речевого процесса. Как только в этом процессе произошла смена, появились точки отсчета для учета времени. Слабость начавшегося звука, его усиление к середине звучания и новое ослабление к концу образуют некоторый законченный цикл, который сменяется другим подобным циклом. Так возникают точки отсчета времени. Такой слоговой цикл может сокращаться и растягиваться, внутри его может то нарастать, то падать громкость, основной тон может то восходить, то нисходить. В результате всего этого будут меняться включенные в состав слова спектры как его

элементы. Это явление обнаруживается с чрезвычайной убедительностью и наглядностью даже при беглом просмотре спектрограммы при произнесении простого слога, а, о, и и т. п., если такая спектрограмма снята за некоторые микроинтервалы времени, например 15 мсек. На спектрограмме мы видим постоянно меняющиеся спектры как статические срезы динамического процесса за определенные промежутки времени. Лишь в середине звучания слога два или три отрезка, фиксирующих спектр в этот период, сохраняют устойчивое постоянство.

Если спектры в процессе слогообразования подвергаются таким значительным перестройкам, каким образом они могут выполнять свою функцию различения слов? Здесь возникает новая ступень анализа и синтеза звукового процесса. Модуляции частоты, силы и времени несут на себе сигналы синтеза слога. Изменяя спектры, они и их включают в слоговой синтез. Оставшиеся же формантные признаки аналитически отделяются и продолжают выполнять свою словоразличительную функцию. Спрашивается – что осталось от формант и насколько исправно они несут свои различительные сигналы в этих реальных, но значительно изменившихся условиях? Для ответа на этот вопрос в

инженерной акустике разработана специальная психологическая методика. Ее психологическое толкование ограничено чисто практическими задачами испытания линий связи, но по своему значению и широте возможного применения она выходит за пределы инженерно-технической области, широко применяясь при оценке дефектов речи, например речи глухонемых. Это так называемая методика артикуляции. После работ Кемп-белла и Крендала методика артикуляции получила достаточно ясные очертания. У нас обстоятельное изучение этого вопроса дано в книге Ю. С. Быкова⁶¹.

Сущность методики состоит в том, что на входе проверяемой линии связи диктор произносит по заранее составленным специальным таблицам определенный речевой материал, который на выходе принимается группой испытуемых, записывающих переданное сообщение. Разборчивостью речи называется процент правильно принятых элементов от общего количества переданных в данном сообщении. Психологический интерес испытания заключается в различии результатов, получаемых при выборе в качестве элементов или формант, или звуков, или слов, или фраз. Под звуком понимается полный звук или простой слог. Для

определения зависимости разборчивости звуков и слогов от разборчивости формант Ю. С. Быков проводил артикуляционные измерения, срезая фильтрами то нижние, то верхние частоты.

Оказалось, что при 50% различения формант достигается 83% разборчивости звуков и 55% разборчивости слогов. При 90% различения формант – 99% разборчивости звуков и 97% разборчивости слогов. Этим устанавливается мера формантных перестроек в слоге. Зависимость разборчивости слогов от разборчивости звуков выборочно можно иллюстрировать следующими цифрами: 40% различения звуков дает только 8% разборчивости слогов; 60% различения звуков дает 23% разборчивости слогов и 90% различения звуков дает 70% разборчивости слогов. Необходимо различать 100% звуков для того, чтобы слоговой комплекс был принят полностью⁶². Эти соотношения получены на материале бессмысленных слогов.

Результаты свидетельствуют о том, что по звукам различают только комплексы, независимо от их сигнального значения. В этих условиях для различения одного звукокомплекса от другого необходимо различение всех элементов обоих комплексов. Если же в качестве элементов учета выбираются слова, входящие в состав лексикона

принимającego, т. е. звукокомплексы, обладающие предметным сигнальным значением, то соотношение величин резко меняется. 40% различения звуков дает от 20 до 40% узнавания слов; 60% различения звуков – от 55 до 80% узнавания слов; 90% различения звуков дает 93–100% узнавания слов. Таким образом, для узнавания слов достаточно различения только части тех звуков, из которых они состоят.

Сравнение первой группы данных со второй группой позволяет провести отчетливое различие между процессом дифференцировки элементов слова и узнаванием всего слова. Функция формант, находящихся в составе звука, состоит только в дифференцировке звуковых элементов слова, узнавание же слова происходит на основе усвоения его слоговой структуры. Бессмысленный слоговой комплекс может быть заучен, но при новом предъявлении для различения от другого комплекса снова должны быть дифференцированы все его элементы. Комплекс, лишенный сигнального значения, не узнается, а различается в элементах, так как в нем нет ничего такого, что соединяло бы элементы. Если даже в группе бессмысленных слогов один выделен ударением, то и тогда нет такой динамической конструкции, которая могла быть узнана, так как

ее построение ненормативно.

Мы измеряли у одного и того же испытуемого длительность произнесения комплекса *горо* и того же *гора* в слове *город*. Оказалось, что Б первом случае длительность составляет 525 м/сек, а во втором случае 400 м/сек. Слово в своей звуковой оболочке составляет довольно строгую нормативную структуру. Самое же существенное состоит в том, что при сохранении тождества предметного значения звуковая оболочка слова может изменяться в разных формах. Вследствие этого создается правило замены звуков или правило перестройки формант в слоговых позициях. По такому правилу, например, звук *о* в слове *воды* заменяется при переносе ударения на другой звук, похожий на *а*, – *вада*. В словосочетании же, лишенном предметного значения, т.е. в неузнаваемом как слово-комплекс, звуковых замен быть не может.

Узнавание – это восстановление целого по элементам, различение же – это составление целого из элементов. При одной операции (дифференцировка) различаются те элементы, которые есть в комплексе, от тех, которых там нет. Это противопоставленная операция. При другой операции (узнавания) объединяются только те элементы, которые есть в комплексе.

Это восстановительная операция. Известно, что при разговоре по телефону трудноразличимое сочетание согласных, например *стр*, может быть разъяснено путем замены их словами *Соня, Таня, Рита*. Здесь восстановительная операция помогает осуществить – противопоставительную.

Еще большие возможности для правильных замен невоспринятых звуков появляются при приеме фраз. 40% различения звуков соответствует от 10 до 50% разборчивости фраз; 60% различения звуков – от 40 до 95% разборчивости фраз; в среднем при 75% различения звуков, разборчивость фраз составляет 90%⁶³. Составление осмысленного сообщения обусловлено целым рядом правил, применение которых дает основания для восстановления невоспринятых элементов. Не составляет большого труда определить, какие элементы пропущены, например, в такой фразе *На ст-ле л-ж-т к-ига*. Морфологическая структура слов.

синтаксический строй предложения, сочетаемость слов и сами сигнализируемые предметные отношения составляют определенные достаточно жесткие системы, которые могут быть найдены по ограниченному числу составляющих их элементов. После нахождения системы недостающие элементы восстанавливаются без

труда. Однако Чем больше элементов входит в систему, тем больше вероятность построения разных систем на общих точках ограниченного числа элементов, т. е. большая вероятность разночтений. Вследствие этого, как видно из вышеприведенных материалов, разброс результатов при определении разборчивости слов и фраз очень велик. Получаемые здесь усредненные показатели практически не имеют смысла. В этих случаях определяется не столько пропускная способность линии связи, сколько догадливость одной группы испытуемых и недогадливость другой группы. Вот почему в инженерной акустике метод артикуляционных таблиц применяется преимущественно на материале бессмысленных слогов.

С психологической точки зрения кратко описанная методика акустических измерений при помощи артикуляционных таблиц представляет интерес в том смысле, что полученные результаты дают возможность установить три ступени анализа и синтеза в речевом процессе. Анализ и синтез формант и звуков, как дифференциальных элементов сообщения, может быть отнесен к уровню восприятия речевого процесса. Ко второму уровню может быть отнесено узнавание слов, как воспроизведение значимых элементов

усвоенного человеком лексикона из большого нормативного лексикона языка. И наконец, к третьему уровню может быть отнесен самый прием сообщения, т. е. понимание-предметных отношений, обозначенных в сообщении.

Методика-учета по артикуляционным таблицам позволяет отчленить только одну из сторон речевого процесса – восприятие речи. Это дает возможность упростить и свести указанное трехчленное деление к двухчленному, что приобретает большое теоретическое и практическое значение. Речь, в которой воспринимаемые элементы различены и расчленены, может быть названа разборчивой речью. Речь, в которой элементы не только расчленены, но и сопоставлены в динамической системе по уровням и соответственно по значимости, может быть названа выразительной речью.

Речь, поступающая на вход линии связи, является уже выразительной, но на выходе линии, при приеме речи, к технике могут быть предъявлены минимальные требования, ограниченные лишь разборчивостью. Это расширяет возможности техники, так как уменьшает количество передаваемых сообщений (в широком и специальном понимании этого

термина) и вместе с тем не нарушает передачи объективных предметных отношений в содержании сообщения. Потеря выразительности равна потере нового, дополнительного сообщения о самой произносимой речи. Человек, говорящий *Я приду*, несомненно, сообщает о своем предстоящем приходе. Однако интонационная модуляция может быть такой, что говорящий сам сомневается в возможности его прихода. Такое дополнительное сообщение о понимании или толковании самим говорящим его собственных слов не войдет в речь, обеспеченную только разборчивостью, а потребует для передачи точного квантования по интensity национальным уровням. Шкала этих уровней будет гораздо более тонкой, чем для разборчивости речи. По этой шкале будут модулироваться не только основные частоты, сила и время, но и перестраиваться епейтры. В таком случае к ранее перечисленным видам спектров и, соответственно, тембров (голосовых, языковых, певческих и речевых в узком смысле слова) следует прибавить и эмфатические. Они по необходимости внесут свою выразительную перестройку в спектре звуков, которая, однако, может быть срезана помехой, величина которой рассчитана только на то, чтобы не мешать разборчивости.

Хотя при передаче выразительности речи значительно расширяется диапазон высот, громкости и длительности, современная техника при расчете так называемых художественных передач может достичь очень большой точности. Теоретически любое сигнальное значение переносится в каком-то определенном или в группе определенных акустических признаков, поэтому в акустическом эффекте заключено все, что воспроизведено органами речи. Однако для современной инженерной акустики возникает задача не только передать то, что сделано органами речи, но и искусственно сделать то, что они делают. Открывающиеся при этом перспективы представляют большой теоретический и практический интерес.

Еще Гельмгольц построил прибор, состоящий из системы резонаторов, через которые проходил звук камертона так, что при разном наборе резонаторов появлялись тембры, похожие на а, о, е, у. В 1914 г. Д. Миллер сконструировал более совершенное устройство из комбинации органных труб, настроенных на разные гармоники от "определенного основного тона, что дало возможность получения гласных. Регулировка аэродинамических условий путем зажимания резинового шланга, подводящего воздух к трубам,

позволяет получить согласные г, м. В результате могут быть составлены слова – *папа, мама*.

В 1939 г. Дадли⁶⁴ осуществил синтез речи на установке, получившей название "Водер". В этой системе есть два генератора: а) для жужжащих звуков, из которых формируются гласные (прерывистый спектр), и б) для шипящих звуков, из которых образуются согласные (непрерывный спектр). Оператор движением кисти руки включает генератор жужжащих звуков и одновременно пальцем нажимает на клавишу, соответствующую спектру определенного гласного звука. В то же время ногой он нажимает педаль, управляющую изменением высоты основного тона. После этого оператор включает клавишу, регулирующую спектр шипящего звука для получения определенного согласного. В устройстве есть специальное реле для перехода от жужжащих звуков к шипящим и наоборот, а также приспособление для синтеза тонов, составляющих звук. Пользуясь клавишами, можно набрать разные сочетания гласных и согласных и регулировать высоту тона.

У нас искусственный синтез звуков речи применяют И. М. Литвак и Л. А. Варшавский как метод изучения формант. В 1954–1955 гг. эта запись демонстрировалась на конференции по

физиологической акустике. Первоначально устанавливается формантный состав звуков речи, потом полученные от генератора звуки, пройдя через определенные фильтры, синтезируют в известной последовательности и записывают на магнитофонной ленте. Синтезированная таким способом речь обладает всеми качествами разборчивости. По набору составленных звуков можно узнать слова и принять переданное сообщение. Однако такая речь лишена всякой выразительности. Независимо от специфического, не похожего на человеческий голос носового тембра, сами модуляции звуков "ке обладают теми свойствами, которые имеет живая речь. Так, например, редукция гласных будет меняться в зависимости от места ударения, она количественно и качественно будет разной в разных словах. Следовательно, набор, клавиш или, что то же, набор спектров, должен разрастись до чрезвычайности и совпасть с количеством нормальных редукций во всех возможных для отбора словах.

Выше было указано, что в механизме речи слова состоят не из заранее готовых спектров, а каждый из спектров при синтезе перестраивается, в зависимости от предшествующих и последующих звуков. Кроме

того, в живой речи изменение высоты основного тона громкости и долготы тотчас же закономерно сказывается на перестройке спектров. В искусственно синтезируемой речи не хватает еще динамического устройства, учитывающего упреждение и удержание звуко-комплекса. Не хватает и слогообразователя и елогоделителя. Как видно, шаг, отделяющий разборчивую речь от выразительной, очень велик. Хотя все элементы выразительности весьма точно передаются акустически, что подтверждается передачей художественно исполненной речи, синтезирование такой же речи станет возможным лишь после того, как законы ее динамики будут исследованы в полной мере. Вот почему теоретически и практически так важно изучение этой стороны механизма речи.

При проектировании аппаратов для производства речевого сигнала надо решить два основных вопроса: какую работу должен совершить аппарат и что следует подготовить для осуществления этой работы. В разбираемом случае не ставится общая и более сложная проблема отбора слов. Пусть состав слов будет заранее задан и останется постоянным. Искусственный аппарат на этих словах должен произвести такие же акустические выразительные модуляции, которые постоянно

производит произносительный аппарат человека. Для решения этой задачи должен; быть построен алгоритм, т. е. точное предписание, определяющее процесс отбора и сочетания тех элементов, из которых создается акустический эффект выразительности речи. Спрашивается, возможно ли построение такого алгоритма? Утвердительный ответ на этот вопрос исходит из предположения, что существуют постоянные единицы выразительности. Подобно тому как существуют постоянные единицы – форманты, слова, морфемы и синтаксические структуры,– должны существовать постоянные единицы выразительности – интонемы; только при этом условии их учтенный набор составит алгоритм и комбинацию алгоритмов. Это значило бы, что тождество есть не только в том, что мы называли статикой речи, но и в ее динамике. Однако выразительность речи возникает к данному случаю, к постоянно меняющейся ситуации. Возможно ли при этом говорить о каких бы то ни было постоянных?

В главе IX, § 18 этой работы будет представлен фактический материал, который позволяет думать, что ответ на поставленный вопрос может быть положительным. На одних и тех же словах в точно учтенных условиях

определенной ситуации у разных людей возникает в основном сходная структура интонационных модуляций, легко фиксируемая акустической аппаратурой. Вместе с тем у тех же людей, на тех же словах, но в другой ситуации возникает резко отличная от первой, хотя и одинаковая у разных лиц другая интонационная структура. Этим доказывається, во-первых, эквивалентность ситуации и структуры выразительной интонации, во-вторых, наличие и определимость постоянных, свойственных речевой динамике живой речи. По заданному сообщению, если его объем достаточен для установления точных словесных значений, может быть найдена ситуация, а по ней соответствующая интонационная структура, которая должна быть разложена в алгоритм акустических сигналов. Это и будет заданием аппарату для воспроизводства синтетической речи, подобной живой, натуральной. Однако решение всех этих вопросов нуждается в большой предварительной психологической работе ряда исследователей.

С большей легкостью уже теперь могут быть найдены некоторые элементы искусственного акустического синтеза, которые позволили бы внести в синтезированную речь разнообразные выразительные модуляции, имея в виду

переозначение элементов, как свойственное языку и речи. Можно отфильтровать спектр, например звона бокалов, колокольчика, шума пара, выходящего из паровоза, и т. п., и на этих спектрах модулировать слова. Такие приемы, хотя и не создали бы прототипа живой речи, но, примененные с достаточным искусством могут *fa* быть включены как элементы выразительности в киноленту или представление.

Глава пятая

ФОНЕТИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ РЕЧИ

§ 13. Общие замечания

С того момента, когда для языкознания стало очевидным различие между буквой и звуком, фонетика, как исследование звуковой стороны языка, сложилась в особую дисциплину. В XIX в. основные закономерности родства языков были вскрыты главным образом сравнительно историческим фонетическим методом. Изучались звуковые соответствия близких языков и звуковые замены в истории развития данного языка. Однако учения о самом речевом звуке еще не было. К концу века стала формироваться экспериментальная фонетика, в которой применялись некоторые измерительные инструменты и слуховые наблюдения за особенностями речевых звуков и их артикуляцией. С начала века по мере развития техники звуковых измерений это направление развивается все шире и глубже.

Положение инструментальной фонетики среди

других дисциплин, изучающих речь, своеобразно. Она нуждается в физических измерениях в такой же мере, как и в лингвистическом анализе, и вместе с тем тесно смыкается с физиологией и психологией. По происхождению и основным задачам фонетика входит в состав языкознания, но, так как она имеет дело с материальными языковыми средствами языка, возникает необходимость применения физических методик. Практические же задачи, в частности педагогические, т. е. обучение языкам, заставляют ставить психологические проблемы усвоения звукового строя языка, восприятия и понимания речи. При всем этом как акустические и физиологические, так и психологические проблемы остаются для фонетики пограничными. Достаточно заметить, что фонетика, иногда называемая физиологией звуков речи, в этом ее определении может рассматриваться лишь совершенно условно. Действительно, интересуясь положением органов речи в процессе произношения, фонетика с самого начала отказывается от изучения нервной регуляции и вообще управления этими органами, т. е. от того, что для физиологии и психологии в данном вопросе является основным. Акустические измерения и понятия также являются

пограничными. Они считаются желательными и полезными, но не такими, без которых нельзя ни на шаг продвинуться дальше, как это имеет место в инженерной акустике. Не без основания фонетика главным средством своих наблюдений выбирает слух. Речь адресована к слуху – это первый и последний языковой критерий. То, что не слышится, не различается и не принимается слухом человека, то выпадает из признаков звука как носителей языковых значений.

Фонетика, в известном смысле, противоположна инженерной акустике. Как указывалось в предшествующей главе, при передаче речи по линиям связи идут не самые слова, а последовательность электрических сигналов. При телеграфировании сигналы могут различаться числом импульсов, направлением или силой тока, при телефонировании сигналами являются синусоидальные колебания несущей частоты, которые могут модулироваться по амплитуде, частоте и фазе. Все эти сигналы обладают одним свойством – аддитивностью, поэтому они могут быть заменены числами. При составлении кода устанавливается эквивалентное соотношение между этими числами (сигналами) и несомыми ими значениями, будь то буквы, звуки или элементы изображения (в телевидении). Но,

как только код составлен, все внимание направлено на то, чтобы сохранить принятую последовательность, форму и силу сигнала. Совершенно иначе подходит к учету звукового состава речи фонетика. Она не интересуется переносчиками значений. Она учитывает самые эти значения. Если для инженерной акустики безразлично, передаются ли бессмысленные звуко сочетания или осмысленные, то для фонетики предметом изучения остаются только смысловые различия. Можно сказать, что в линиях связи речевые сигналы десемантизируются, т. е. пропадает как раз именно тот предмет, которым занимается языкознание.

Хотя по линии связи при передаче осмысленного сообщения идут сигналы в определенной системе, их сигнальное значение никем не может быть принято. У человека нет даже такого органа чувств, при помощи которого он мог бы уловить хотя бы какие-нибудь различия в импульсах слабого тока. Электрические сигналы должны быть декодированы в звуковые. Но и эти последние будут приняты в их дифференциальных различиях лишь в том случае, если принимающий усвоил их системное, сигнальное значение. Иначе говоря, необходимо новое декодирование —

установление связи между системой звуков и их сигнальным значением. Этим и занимается фонетика, при этом ее меньше всего интересует строение самого сигнала, а прежде всего система различительных единиц. По линии связи передаются спектры, а слух их принимает как тембры.

Исследуемые в фонетике явления не аддитивны. Из тембра *а* нельзя путем сложения или вычитания получить *э* или *о*, а в акустических измерениях добавлением или вычитанием из спектра *а* тех или других частот с определенными амплитудами можно получить другие спектры – *о*, *э* и т. п. В связи с этим в акустике выделяется один ряд элементов – спектр, сила, частота и время, в фонетике же совершенно другой ряд – фонема, слово, синтагма и фраза.

Кажется, что нет ничего более противоположного, чем подходы к изучению речевого процесса со стороны акустики и со стороны фонетики. Однако из сопоставления вышеуказанных рядов легко видно, в чем именно они объединяются и соотносятся друг с другом. На выходе речевых эффекторов получаются спектры, при приеме же их слухом они воспринимаются как фонемы, различающие слова. То же и с остальными членами ряда. На выходе

эффекторов возникает последовательность звуков, часто непрерывная, на слуховом же приеме она расчленяется на значимые слова. На выходе эффе́кторов квантуется частота, сила и время звука, на слуховом же приеме организуются ударения, значимые выделения словесных комплексов и членения на синтагмы и фразы.

Местом встречи указанных рядов, как было отмечено в предшествующей главе, является слог. Самый слог не входит в состав какого-либо из этих рядов. Слог – это не признак звука (весь первый ряд есть ряд признаков звука), он и не семантическая единица языка (весь второй ряд – это значимые единицы языка). Но вне слога не может быть произнесен ни один звук речи и без него не может образоваться ни одна языковая единица. В предшествующей главе также отмечалось, что слоговая модуляция меняет спектры, поэтому исследование формант невозможно без учета слоговых позиций. То же явление с большей остротой наблюдается и в фонетике. Уже много лет наблюдается неурядица и ведется спор между фонетикой и фонологией потому, что возникает целый ряд затруднений в определении сигнального значения звука в то"т момент, когда наблюдается замена фонем в результате слоговых модуляций. При

рассмотрении проблематики механизма речи нельзя пройти мимо этого весьма показательного и поучительного спора.

Предварительно следует заметить, что указанные выше два ряда признаков звука и ряд значимых единиц языка, так же как и третий ряд – речедвижений, – являются эквивалентными. Однако эта эквивалентность не проста и не однозначна. Затруднения возникают, во-первых, потому что не поставлена самая проблема эквивалентности этих рядов и, во-вторых, потому что не раскрыт принцип перехода от одного ряда к другим.

Хорошей иллюстрацией неоднозначности акустического и языкового рядов является остроумный пример А. А. Реформатского⁶⁵. Два римлянина поспорили, кто скажет короче. Один произнес: *Eo rus* (Я еду в деревню). Другой ответил: (Поезжай). *!* – это звук речи, в котором есть все признаки, свойственные всякому звуку. Вместе с тем – это корень слова, морфема, имеющая определенное сигнальное значение. Далее – это слово, глагол в повелительном наклонении единственного числа, обозначающий определенное явление действительности. Кроме того, – это предложение, т. е. сообщение мысли. И, наконец, – это некоторое речевое действие,

побуждение – *поезжай*. Таким образом один и тот же звук может быть носителем весьма разных значений. Все зависит оттого, в какую систему анализа и синтеза он будет отнесен. Как звук, противопоставляемый другим звукам латинского языка, он относится к системе фонем; как нормативный набор звуков, состоящий из одного элемента, он относится к лексикону латинского языка; как сопоставленный в ряду слов *itio*, *it us*, *ito*, он входит в систему морфем; как глагол, – в систему частей речи; как односоставное предложение, – в синтаксическую систему; как вид коммуникации, – в систему человеческой деятельности однако функция звука в каждой из этих систем анализа и синтеза различна. Фонемы *и*, *о* или *а* и т. п. не могут быть заменены какими-либо другими фонемами, тогда заменилась бы самая система данного языка. В системе же морфем один звук может быть заменен другим из состава наличных в системе данного языка или морфема будет обозначена пропуском звука или сочетанием звуков – *печь*, *пеку*, *печешь*.

В составе слова звуки могут быть заменены буквами. Так как буквы не модулируются по параметрам звука, то они не могут быть и переносчиками фонем, но могут в полной мере различать самые слова. Слово остается тем же

самым, произносится ли оно в устной речи, или читается по буквам. Слово, например, мертвого языка, может быть понято по значению при чтении текста, но не может быть правильно прочтено вслух, если неизвестно правило перехода от буквы к звуку. Это значит, что способ анализа и синтеза звуков морфем и слов различен.

На новой ступени анализа и синтеза, в синтаксических соединениях слов, звуки могут быть не только заменены буквами, но и другими словами или специально обусловленными знаками. Например, словосочетание *стирать белье* синтаксически равно словосочетанию *покупать продукты* и может быть заменено формулой *Гин + Свп*, где *Гин* обозначает инфинитивную форму глагола, а *Свп* – существительное в винительном падеже. Даже в том случае, когда два слова совпадают по составу звуков, они различаются в словосочетании по функции частей речи, например: *печь баранки* (*печь* – глагол) и *растопливать печь* (*печь* – существительное). Аналогичные явления можно наблюдать и в синтаксических предикативных конструкциях, так как и здесь анализируются и синтезируются не звуки, а конструктивные грамматические категории. Однако интонационная система, как последняя, которая

делает сообщение конкретным, уже не может быть заменена, как и система фонем, ни другими звуками, ни знаками. То же латинское (*Поезжай*), сказанное вопросительно, будет уже другим видом коммуникации, чем сказанное приказательно. Знак вопроса требует лишь воспроизвести интонацию, но способ ее воспроизведения не предписывается этим знаком. Для большинства других интонаций вообще нет никаких знаков.

Различие в способах синтеза и анализа отчетливо обнаруживается на двух разных понятиях синтагм, о которых говорят в грамматике. В предложении: "То платье, в которое ее нарядили, шил известный портной" словосочетание *шил платье* является одной из синтагм, хотя между словами этого комплекса вставлены другие слова. Здесь происходит синтез соотносящихся слов, в каком бы месте предложения они ни стояли. Это словосочетательные синтагмы. То же предложение может быть разбито по интонации на три отрезка: "То платье в которое ее нарядили шил известный портной". Здесь группы смежных слов интонационно объединяются и разделяются в системе всей фразы. Возникает три интонационные синтагмы. В первом случае звуковые комплексы могут быть заменены

другими, например буквенными, сигналами, во втором случае, анализ и синтез может осуществляться только в звуковых модуляциях.

Невозможность замен звуков в одних случаях и возможность замен разными способами в других случаях свидетельствуют о том, что сигнальные значения в процессе речи анализируются и синтезируются в разных рядах и системах. И только после того, как звук речи будет усвоен этими системами, он принимается как сообщение. Пример с латинским *хорош* тем, что из него отчетливо видно, какую сложную систему ступеней анализа и синтеза проходит один и тот же звук, прежде чем он будет принят как словесное высказывание. Ни на одной ступени анализа и синтеза нет полного сигнального значения материальных средств сообщения, это значение интегрируется в совокупности дифференциальных значений.

Из сказанного видно, что термин *сообщение* обозначает в инженерной акустике другое явление, чем в языкознании. Для инженерной акустики любой сигнал, отправленный от его источника и уловленный приемником, является сообщением. При передаче же речи сообщением является только осмысленное высказывание, переносимое системой сигналов. Анализ и синтез

речи начинается и кончается в области звуковых явлений. На начальном этапе находится звено фонем, на последнем этапе—сложная ткань интонации. На промежуточных ступенях происходит сложная аналитическая и синтетическая работа замен звуковых образований сигналами, обозначающими конструкции соединяемых и разделяемых комплексов. Вот почему телефонная передача речи отличается от телеграфной совершенно так же, как устная речь от письменной. Телефон передает звуки, телеграф — буквы. В письменной речи звуки заменены буквами. Но как только из элементов, будь то звуки или их заменители — буквы, сложилась система слова, она действует как единственная в языке единица обозначения. Все остальное в анализе и синтезе направлено лишь на то, чтобы словесный комплекс был означен или переозначен. Поэтому слово и возникает из элементов и само входит как элемент в систему сообщения. Задача языкознания состоит в том, чтобы вскрыть механизм возникновения словесных значений и переозначений, т. е. перехода от одного значения к другому, через их замену (категориальное отождествление) и разграничение (системное противопоставление). Фонетика решает часть этой проблемы

применительно к звукам речи. Ей отводится первый отрезок пути ИК слову – образование его из элементов. Грамматика решает вторую задачу – образование сообщения из элементов, которыми являются слова. Лексика учитывает сложившийся в результате анализа и синтеза словесный фонд.

§ 14. Речевой звук, фонема, форманта

Фонетика сделала два значительных шага вперед и теперь находится на пути к тому, чтобы совершить третий – наиболее важный. Первый шаг состоял в том, что было замечено различие между звуком и буквой. С этого момента и началась фонетика. Второй шаг был сделан тогда, когда было найдено различие между звуком речи и фонемой. С этого момента появилось отделение фонетики от фонологии. Предстоящий шаг будет произведен тогда, когда будет найдено соотношение между фонемой и формантой звукового спектра как носителя фонемной функции. Сущность понятия фонемы, установленного И. А. Бодуэном де Куртенэ и в дальнейшем разработанного Л. В. Щербой, Н. С. Трубецким, Р. Якобсоном и др. сводится к следующему. Фонема – это те некоторые признаки речевого звука, выделение которых является основанием для различения одного слова от другого. В словах *сам* и *сон*, независимо от того, произносим ли мы их громко, тихо или шепотом, с повышением основного тона или с понижением, мужским, женским или детским голосом, есть некоторые признаки, заключенные в звуках а и о,

по которым и только по которым различаются эти два слова. Все другие звуки этих слов одинаковы, и только противопоставление одних признаков в звуке *а* другим признакам в звуке *о* дает основание для дифференциации звукокомплексов, обладающих словесным сигнальным значением. Эти признаки, позволяющие воспринимать звук *а* всегда как себе тождественный и отличать от звука *о*, как себе тождественного, могут быть названы дифференциальными признаками, или фонемами, и условно обозначаться как *а* и *о*. В разбираемом примере *а* и *о* будут разными фонемами.

В словах *дети* и *детки* – в первом случае *т* мягкое, во втором *т* твердое, – это тоже разные фонемы. Но в тех же словах *е* в первом случае – закрытое, во втором – открытое. Несмотря на различие в звуках, эти признаки не являются дифференциальными, так как в русском языке они не различают слов. Следовательно, *е* – это одна и та же фонема в разных звуковых вариантах, по терминологии одних авторов, а по терминологии других авторов – в разных вариациях. Во французском же языке признак закрытости и открытости *е* является дифференциальным, так как различают слова (*de* – закрытое, узкое *е* и *dais* – широкое *е*). В словах *сад* и *суд* звуки *с*

различны. Во втором слове при произнесении с губы вытянуты для подготовки произнесения следующего у. Это вносит в звук с оттенок огубленности. В слове же *сад* такого оттенка нет. Однако этот признак звука не входит в состав фонемы с русского языка. То же самое в словах *гудеть, слуховой, душа* – звук у менее громок, чем в словах *гул, слух* и т. п., но и этот признак громкости не входит в состав признаков фонемы у.

Спрашивается, как же узнать, какие именно признаки звука входят в состав фонем. Оказывается, что ни один из признаков звука заранее не может быть исключен из этого состава. В некоторых языках, например китайском, имеющем тоническое ударение, изменение высоты" тона на слоге становится признаком словоразличения. В ряде европейских языков долгота гласного выполняет ту же функцию. В русском языке динамическое усиление слога при переносе ударения также приводит к различению слов (*замок– замок, мокрота – мокрота*).

Таким образом, следует прийти к двум выводам:

1. Носителем сигнального фонемного значения для различения слов одних языках могут быть выбраны одни постоянные признаки звука, в

других же языках выбираются для той же цели другие постоянные.

2. В одном и том же языке одни постоянные могут заменяться другими постоянными, в зависимости от положения звука в слове.

Против первого вывода никто не спорит. Это — главное и основное достижение современного учения о речевых звуках. На почве этого вывода не возникает никаких разнотолков в понимании фонемы. Разногласия и противопоставления фонетики и фонологии начинаются при толковании второго вывода. Не трудно видеть, что этот вопрос сводится к проблеме слога, так как замена фонем происходит в зависимости от смены звуков в слове, возникающей или от перемены слабых и сильных слоговых позиций, или от прибавления или убавления какого-либо звука в составе слова при изменении морфемы (формы) слова. Здесь фонетика встретила все с тем же вопросом о соотношении статики и динамики речи, который красной нитью проходит через все дисциплины, так или иначе изучающие язык и речь. Ведь и в формантах происходят перестройки и замены. При переходе от одной ступени квантования звука к другой меняется и упреждающий импульс в зависимости от включения в состав слова того или другого

предстоящего к произнесению звука. Все дело сводится, таким образом, к тому, как расценивать замену в звуках слова.

Если в разных формах одного и того же слова заменяемые звуки заметно отличаются по тембру, то их следует считать разными чередующимися фонемами. Если же они близки по звучанию, их следует отнести к одному звуковому типу, к одной фонеме, встречающейся в разных оттенках. Такой концепции придерживается "Л. В. Щерба и его последователи. С этой точки зрения звук *а* в словах *вада* (*вода*) и звук *о* в слове *воды* будут разными фонемами. То же самое в словах *нагой* (*ногой*) и *нагой* (в смысле голый). Слово *род* произносится как *рот*. Звуки *т* и *д* различны, поэтому в слове *род* фонемой будет *т*, а не *д*. То же в слове *лук* и *лук* (*луг*). В словах же *рада*, *сада*, *лада* первое ударное *а*, хотя и отлично от второго, неударного *а*, но в русском языке по этим признакам дифференцировка слов не происходит, поэтому различие не замечается. Эти звуки воспринимаются как сходные, принадлежащие к одному типу. Во всех трех словах оба *а* принадлежат к одной фонеме, имеющей разные оттенки.

Представители другого направления (Р. И. Аванесов, В. Н. Сидоров, А. А. Реформатский, П.

С. Кузнецов) те же явления толкуют иначе. Они замечают, что замена звуков происходит в одном и том же слове при смене морфем (*вада* – *воды*). Следовательно, звуковая замена является признаком различения морфем при сохранении тождества слова в его предметном значении. Кроме того, видно, что динамическая слоговая структура разных форм слова изменилась вследствие переноса ударения. Только в сильной позиции (*воды*) звук *о* выделяется как сильный элемент, в слабой позиции он сменяется на *а*. Исходя из этого, следует признать, что в этих, как и других случаях замен звуков, различающей слова фонемой будет одно *о*, в то же время *а* будет вариантом фонемы *о*, если эта фонема попадает в слабую слоговую позицию.

Третье толкование тех же явлений дают структуралисты, опирающиеся на фонологию Н. С. Трубецкого, и среди них в советской литературе С. К. Шаумян⁶⁶. С этой точки зрения безразлично, какими физическими свойствами обладают звуки речи, – сходны они по тембру или различны; дело только в том, какую они выполняют в языке функцию. Сходные звуки, например *е* разной степени открытости, как в выше приведенном примере из французского языка, могут обладать разной различительной

функцией и, следовательно, принадлежать к разным фонемам. И наоборот, два совершенно непохожих звука *а-о\ к-г\ т-д* – могут иметь одинаковую различительную функцию и поэтому составляют одну фонему. Даже в слабой позиции, когда дифференциальные призна-ки нейтрализуются, некоторая их часть все же остается. Так, в слове *луг* *г* оглушается и противопоставление между звонкостью и глухостью пропадает, количество признаков, по которым можно различать слова, уменьшается, но некоторые из них остаются. Вместо *луг* - (*лук*) нельзя сказать *лут* или *луп*. Следовательно, и в слабых позициях глухие *с, т, п* все же противопоставляются, тогда как *к, г* смешиваются или заменяются. Поэтому последней фонемой в слове *луг* будет смешанная фонема *к/г* или, как ее иногда называют представители этого направления, архифонема. Фонема *к/г* – это одна фонема, так как при всем физическом различии звуков она выполняет одну и ту же функцию.

Сравнивая эти разные концепции теории фонем, видно, что все они действительно сходны в ответе на вопрос о самом понятии фонемы. Речевой звук не равен фонеме. Фонема – это функция, которую выполняют некоторые из признаков звука. Речевой же звук – это

величайшее разнообразие, целый мир, сонм звуковых признаков. Здесь одни спектры сменяются буквально ежемгновенно другими, модулируется частота, длительность, сила по многим ступеням. Но для различения слов достаточно только определенной части признаков, остальные как бы держатся про запас. Они будут приняты в расчет в процессе анализа и синтеза других единиц языка, для построения всей звуковой оболочки слова, для членения синтагм и синтеза фраз. Но так как в живой речи вся эта динамика уже осуществлена, то в нее вовлекаются и речевые спектры; они теряют в слабых позициях те формантные устойчивые признаки, которые приобрели в сильных позициях. Однако изменившийся при этом звук должен сохранить прежнюю функцию, иначе слово или его значащая часть – морфема – потеряет тождество. Следовательно, для сохранения статики речи, ее тождества и стабильности необходимо-вопреки изменчивости сохранить постоянство выполняемой функции. Та же самая функция должна быть передана другим носителям, другим сигналам, т. е. должно произойти переозначение сигналов. Вот при обсуждении этого явления и начинаются разногласия в толкованиях природы фонемы. Одни считают, что такие разные звуки,

как а и о, не могут нести одну и ту же функцию, другие полагают, что, несмотря на их различие, в них может быть выделено общее и отдельное. Это общее и продолжает выполнять прежнюю функцию, а отдельное включается в общее как вариант. И, наконец, третьи считают, что звуки, совершенно отличные по своим признакам, могут выполнять одну и ту же функцию.

Противоположность этих трех концепций можно упростить, что обычно и делается, сведя их к двум направлениям. Первые две точки зрения считаются с самими реальными звуками, находят в них что-то общее и тогда признают это общее одной фонемой, когда же находят различное, тогда относят соответствующие признаки к разным фонемам. Такое направление называют фонетическим подходом к изучению звуков речи.

Другая концепция исходит из того, что можно не считаться с реальным различием звуков речи, так как любой из них может быть заменен другим, если сохранилась та же дифференцирующая функция. Сторонники такого функционального направления только это и называют фонологией, противопоставляя ее фонетике. Фонетика занимается изучением звуков речи, применяет инструментальную методику для акустического измерения этих звуков; фонология не нуждается

ни в инструментальной методике, ни в исследовании артикуляции, – она применяет лишь наблюдения за тождеством и изменением дифференцирующих функций речевых звуков. Такая точка зрения в зарубежной литературе одинаково разделяется как фонетистами, так и фонологами. Так, например, фонетист Стетсон считает, что фонетика совершенно не интересуется смысловыми различиями, тогда как фонология только этим и занимается⁶⁷.

Противоположность этих двух направлений предсвлевает интерес в контексте проблем, возникающих при изучении механизма речи. Как видно, в центре противоречий стоит вопрос о носителе сигнала и его сигнальном значении. Для ответа на этот вопрос нельзя упускать из виду некоторых общих теоретических положений, с одной стороны, и фактов – с другой. Бросается в глаза, что примеры, которыми, как фактами, пользуются сторонники разных направлений учения о фонеме, остаются одними и теми же для всех. Никто не предлагает таких новых фактов, которые опровергли бы одну концепцию и оправдали или обогатили другую. Это значит, что ни у кого не хватает фактов, достаточных для аргументации. С другой стороны, разнообразие концепций, построенных на одинаковых фактах,

свидетельствует о том, что исходные теоретические положения недостаточно отработаны. Таким центральным положением является вопрос о том, может ли один и тот же звук приобретать разные сигнальные значения, а разные звуки – обладать одним сигнальным значением. Положительный ответ на этот вопрос чрезвычайно упрощает решение проблемы. Все дело тогда сводится к замене сигнальных значений и выяснению того, что является носителем сигнала и при каких условиях этот носитель то приобретает одно значение, то вместо него – другое. Изучение этих условий открывает широкий путь для собирания и систематизации новых фактов, расширяющих наши знания о механизме речи.

Вопрос о замене сигнальных значений, поставленный в общей форме, т. е. не только применительно к речи, можно считать решенным в положительном смысле. При изучении высшей нервной деятельности возможность переозначения сигналов считается азбучной истиной. На этом держится вообще вся условнорефлекторная методика, которая привела к весьма плодотворным выводам. Вначале индифферентный раздражитель, т. е. лишенный сигнального значения, вызывает отчетливую

ориентировочную реакцию. Но, не получив подкрепления, эта реакция угасает. Если тот же раздражитель – звук, цвет, форму и т. д. – подкрепить или не подкрепить, то эти раздражители через некоторое время по мере подкрепления приобретут положительное или отрицательное сигнальное значение. При этом всегда можно сделать так, что один и тот же раздражитель, например звук, в известных условиях, например утром или в присутствии одного экспериментатора в определенном помещении, будет обладать положительным сигнальным значением, а вечером, в присутствии другого экспериментатора и в другом помещении, будет обладать отрицательным сигнальным значением. Независимо от этого, положительное значение одного и того же сигнала может быть переработано в отрицательное.

Есть исследования, имеющие и более близкое отношение к вопросам восприятия звуков речи. Л. А. Чистович⁶⁸ предъявляла испытуемым для установления порога различения по громкости звук в 500 кол/сек. Оказалось, что порог различения меняется в зависимости от изменения сигнального значения звуков. Если звук является индифферентным раздражителем, т. е. не имеет сигнального значения, то степень различения

увеличивается на 20–25 дб по сравнению с порогом различения такого же звука в 500 кол/сек, получившим положительное или отрицательное дифференцированное сигнальное значение.

В этих опытах, проведенных на неречевых звуках, обнаруживается тот же механизм, что и при восприятии звуков речи. Дифференцирующие, пороговые различия противопоставляемых звуков *т* и *к* в словах *туча* и *куча* физически ничтожны. Эти звуки, предъявленные в разное время и по отдельности, конечно, не были бы сопоставлены и едва ли различались. Находясь же в словах, обладающих резко различными предметными значениями, они подкрепляются разницей понимаемых значений и поэтому, во-первых, уменьшается порог их различения и, во-вторых, они сами становятся носителями различающей функции слов.

Вопрос о возможности замены сигнальных значений находит положительное решение и в наблюдениях нашей повседневной жизни. Свисток кондуктора является сигналом машинисту для отправления поезда, но такой же свисток милиционера является сигналом для остановки автомобиля или пешехода. С другой стороны, сигналом отправления поезда может быть и не свисток, а поднятие рукой цветного

диска, как в московском метро. Остановка движения может сигнализироваться не только свистком, а красным светом светофора или движением руки регулировщика. Любой сигнал может быть переозначен и любое сигнальное значение можно придать двум или нескольким разным носителям.

Таким образом, в общей форме не может вызвать сомнения тезис о том, что признаки закрытости и открытости *e* во французском языке имеют сигнальное значение, а в русском не имеют, и что звуки *a*, *d*, *g*, как обладающие определенным фонемным значением, могут быть заменены звуками *o*, *m*, *k*, с тем же фонемным значением. Однако констатирование этих явлений вносит немного в теорию изучения вопроса, а главное, не открывает путей для систематизации, объяснения и нахождения новых фактов. Надо узнать, во-первых, какие вообще сигнальные функции может выполнять речевой звук, и, во-вторых, что именно в звуке, т. е. какие его признаки являются носителями сигнальных значений. Если на эти (вопросы не ответить согласованно, то теряется почва для всяких выводов, так как любая функция выполняется каким-то носителем.

Если открытость и закрытость *e* во французском языке выполняет функцию

различения слов, то можно ли сказать, что в русском языке та же степень открытости и закрытости не выполняет никакой функции? На этот вопрос хорошо ответил С. И. Бернштейн⁶⁹, заметив, что и в русском языке нельзя вместо закрытого *е* произнести открытое. Если кто-либо слово *смерть* скажет с открытым *е*, то всякий русский заметит в таком произношении резкий, ненормативный акцент. Слух русского человека прекрасно дифференцирует различия открытости и закрытости *е*. Отличие от французского языка состоит только в том, что в этом языке признак закрытости и открытости выполняет функцию различения слов, в русском же языке он выполняет функцию узнавания слов. Элементы различаются, а ансамбль элементов узнается. Мы не узнаем нос, глаза или губы, а по всем этим элементам в целом узнаем лицо. Ненормативное изменение в звуке слова скажется не только на различении, но и на узнавании его, а поэтому на всем процессе приема сообщения.

Замечание С. К. Шаумяна⁷⁰, в котором он отводит вопрос об узнавании слов на том основании, что это явление не языковое, а психологическое, и что безразлично, как кто-либо поймет или узнает слово, не соответствует действительности. Вопрос ставится о

нормативном санкционировании языком произношения слова, а не о том, в каких условиях те или другие люди хорошо или плохо узнают разные знакомые-или незнакомые слова. Вообще же говоря, различение слов также изучается психологией, как и узнавание.

Таким образом, следует признать, что речевые звуки выполняют по меньшей мере две функции – различение элементов в составе слова и узнавание всего состава или ансамбля этих элементов. Перемена звука в ансамбле меняет и самый ансамбль. Из этого различения могут быть сделаны некоторые выводы.

Вполне вероятно допустить, что различение фонемных признаков происходит только в сильных слоговых позициях слова. Число фонем в каждом языке ограничено несколькими десятками, поэтому они всегда будут встречаться в сильных позициях того или другого слова, запас которых определяется тысячами. Как только фонемные признаки отдифференцировались, образовалось устройство для различения ранее известных и новых слов. Но этого недостаточно для того, чтобы состоялся прием слова. В слабых позициях слова фонемные признаки изменятся. Должны быть созданы условия, при которых новый, измененный в признаках сигнал сохранил

бы прежнюю сигнальную функцию. Таким условием является постоянство предметных значений слов и морфем. Слова *луг* (*лук*), *луга*, *на лугу*, *в лугах*, *луговой* и т. п. сохраняют тождественное корневое значение. Поэтому звук *к* в слове *л у г* (*лук*) выполняет ту же функцию, что и *г* в слове *луга*. Вместе с тем указанный ряд слов не совпадает с рядом *лук*, *луковица*, *луковка*, *луковый*. Поэтому *луг* (*лук*) из первого ряда не смешивается с *лук* из второго ряда. В первом (Случае произошло изменение признаков звука *г*, но сохранилось его функциональное значение, во втором ряду не возникло изменения ни признаков звука, ни его функции).

Но и этого мало для правильного приема слова. Как только в слове *луг* (*лук*) замена *г* на *к* подкрепилась нормой и дифференцировкой ряда слов, так тотчас же слово *луг* должно произноситься как *лук*, иначе мы не узнаем, то ли это слово, в котором состоялась санкционированная нормой замена звуков. Следовательно, слово произносится и принимается в результате анализа и синтеза а) того системного ряда, в котором оно дифференцируется по формам, и б) узнавания ансамбля тех элементов, из которых оно состоит.

Если вопрос об условиях сохранения и замены

сигнальных значений может быть решен на основе имеющихся фактов, то второй вопрос о самих носителях этих значений и тех переменных, которые в них происходят, не может быть решен вследствие недостатка фактов, а иногда вследствие отклонения от самого пути, на котором можно было бы обнаружить эти факты. Когда фонетисты и фонологи говорят о признаках речевого звука, то применяется такая терминология, как "глухость", "звонкость", "твердость", "мягкость", "открытость", "закрытость", "Огубление" и т. п. Все это термины артикуляционные, при этом принадлежащие к разным системам. Так, "глухость" и "звонкость" относятся к системе генерации звука, остальные указанные выше термины – к резонаторной системе. Хотя речедвижения эквивалентны звуку и по ним до известной степени можно определить различие его признаков, все же точное и полное описание звуковых явлений должно производиться в акустических терминах и получаться на основе акустических измерений. Акустическое различие элементов, из которых состоит слово, определяется спектрами. В тех случаях, когда различие слов осуществляется на основе тонических, долготных и ударных вариаций, все равно происходят изменения в

спектрах. Всякий звук обладает каким-нибудь спектром. Таким образом, если мы хотим дать точное описание носителей фонемных функций, необходимо обратиться к спектральному анализу. Прежде всего следует спросить, каково отношение между формантой звука и фонемой. Ответив на этот вопрос, фонетика и фонология совместно сделали бы тот третий шаг, который раскрыл бы очень многое в механизме анализа и синтеза речевого процесса. Но без достаточно убедительных фактов ответить на него можно лишь приблизительно и предварительно, имея в виду показать только направление поиска.

Форманта – это определенный компонент спектра. Возникает вопрос: совпадает ли она с носителем фонемного значения, являющегося компонентом речевого звука? Когда, например у, независимо от его положения в слове, узнается как у и сохраняет неизменно свою фонемную словоразличительную функцию, следует признать, что носителем фонемного значения является форманта спектра в этом звуке. Если же фонемная функция продолжает сохраняться той же самой при замене звуков, то остается неясным, возникает ли здесь новая форманта или вступает в действие переменная сигнализация, что означало бы, что разные форманты, выполняющие в других

условиях разные функции, теперь, в данных условиях, приобретают общее сигнальное значение.

Не располагая по этому сложному вопросу данными спектрального анализа, постараемся ответить на него в коррелятивных артикуляционных терминах. Следует считать, что спектр *к* в слове *луг* (*лук*), как находящийся на конце слова в слабой позиции, будет отличаться от спектра *к* и от спектра *г*, находящихся в сильных слогах *Катя*, *город*. Выясним, в чем заключается это различие спектров.

Звуки *к* и *г* в любых сильных или слабых слогах по ротовому резонансу будут одинаковы, так как при образовании этих звуков положение языка тоже одинаковое. Следовательно, в этой части их спектры не отличаются. Введение тонального генератора (голосовых связок) на *г* у, шумового на *к* изменит спектр. В первом случае он будет в большей мере прерывистым, во втором случае – сплошным. Изменения произойдут и в глоточном резонаторе. Как будет показано в экспериментальной части этой работы, глоточная трубка приобретает больший объем при произнесении *г*, чем при произнесении *к*. Это явление динамического характера можно объяснить так. Всякий согласный, и особенно

смычной, образуется в турбулентном потоке воздуха при разрыве смычки. Величина турбулентности будет разной, в зависимости от величины воздушного давления перед местом смычки (за спинкой языка). Сжатая при произнесении с глотка усилит звук, так как он является глухим и нуждается в усилении акустической мощности. При произнесении акустически более мощного, звонкого *г* глотка расширяется, вследствие чего сглаживается разномощность звуков. Таким образом, в сильных слогах спектры *сиг* будут резко различными. Будут различны и их формантные зоны, так как эти звуки распознаются как различные.

Теперь посмотрим, что произойдет со спектром *г* в слабой позиции. Ослабление прежде всего скажется на количестве, т. е. долготе звука. При уменьшении длительности и без того краткого взрывного звука голосовые связки не смогут дать столько колебаний, сколько необходимо для образования тона. Если бы конечное *г* усилилось, то произносилось бы *лугъ*, т. е. на конце появился бы тональный гласный, в сочетании с которым сохранился бы тон на *г*. Если же на конце слова находится только *г*, то голосовые связки выключаются. Вместе с тем ослабление позиции выражается и динамически,

т. е. в энергетическом балансе. На конечное *г* будет подаваться меньшая порция воздуха, и тем самым будет ослаблена сила взрыва. Спектр *г*, лишившись основного тона, но сохранив прежнюю языковую артикуляцию, становится очень похожим на спектр *к*. Однако он не совпадает со спектром *к* в сильной позиции, так как в последнем случае взрыв является очень сильным. Таким образом, при произнесении *г* в конце слова в спектре звука появляется совершенно новый признак, обусловленный слабостью взрыва при отсутствии голоса. В ударной же позиции звук *к* обладал сильным взрывом при отсутствии голоса. В той же сильной позиции *г* обладал несколько более слабым взрывом при наличии голоса. Теперь в слабой позиции при произнесении *г* образовался новый спектр в результате сочетания слабости взрыва и отсутствия голоса. Следовательно, нельзя сказать, что в слове *луг* (*лук*) *к* стало выполнять функцию *г*. Появилась новая, слабая форманта, которая не совпадает ни с формантой *г*, ни с формантой *к* в сильных позициях. Приходится думать, что в разбираемом случае нет переменной сигнализации *г/к*. Здесь просто образовалась новая форманта как новый носитель для новой же функции звука в условиях слабой позиции. Однако это еще не

значит, что существует соответствие формант и фонем. Если отсутствует переменная сигнализация с носителем *г* *с*, то продолжает действовать переменная сигнализация *гс* *г*, если под знаком *гс* понимать *г* в сильной позиции, например в слове *луга*, а под знаком *гЛ* *сл* понимать *г* в слабой позиции – *луг* (*лук*). Перемена сигнализации будет происходить по следующему правилу: "Так как в сильных формах сло-ва *луг* нет звука *к*, то появившееся *к* принимай как слабое *г* (*г к сл*)". Отсутствие у слушателя такого правила приема приведет к неузнаваемости слова и к утрате его лексического значения, т. е. к непониманию.

Выставленные положения могут быть подтверждены некоторыми фактами, вес которых усилится при изложении основного материала в третьей части этой работы. На последней странице альбома рентгенограмм (см. приложение, таблица 99) показано произнесение слогов *па*, *ба* и *ип*, *иб*. Видно, что начальное *п* (кадр 21-й) значительно отличается по форме и объему глоточной трубки от начального *б* (кадр 29-й). В то же время конечное *п* после *и* (кадр 62-й) мало чем отличается от конечного *б* после *и* (кадр 74-й). Глоточная трубка на *б* лишь немного укоротилась по сравнению с положением при *п*. Признавая резонаторную роль глоточной трубки,

трудно допустить, чтобы спектральный состав начального *п* (21-й кадр) и конечного *п* (кадр 62-й) остались – одинаковыми. И все-таки в обоих случаях слушатель воспринимает именно *п*.

С другой стороны, весьма малое различие между *п* и *б* в 62-м и 74-м кадрах является достаточным для того, чтобы слух различил в бессмысленных слогах *п* от *б*. Таким образом, казалось бы остается неясным, является ли слух на речевые звуки очень тонким или настолько груб, что не отличает резко различные по спектру звуки, принимая *п* из 21-го кадра как равнозначное *п* из 62-го.

Ряд экспериментальных данных⁷¹ показывает, что слух улавливает тождественные элементы, несмотря на сильные спектральные искажения. Слух устойчив к этим искажениям. Поэтому оба явления, как отождествление *п* из 21-го и 62-го кадров, так и различение *п* из 62-го кадра от *б* из 74-го, следует признать показателем специфической различительной тонкости речевого слуха. Вопрос сводится к различию сигнального значения статики и динамики речи. В спектре могут произойти значительные изменения, возникающие в результате динамических усилений, ослаблений и перемен места элементов в слове, но все эти изменения будут отнесены на

приеме по их сигнальному значению только за счет слоговой динамики, а не за счет самих элементов словоразличения. При учете разборчивости речи (по вышеуказанной методике) устраняется собственно речевая динамика и ее сигнальное значение пропадает, поэтому спектральные перестройки принимаются только за счет изменений элементов. В этих условиях бессмысленные слоги *ип* и *иб* трудноразличимы, тем более на некотором расстоянии и даже без посредствующей линии передачи. Если же подобные слоги составят осмысленное слово в системе фразы, то различению части их элементов будет способствовать та информация, которая возникает в сигнальных предметных значениях всей фразы. Так будут различаться *шип* от *сшиб* в фразах *Шип розы* и *Автомобиль сшиб человека*. Вместе с фразовой информацией включится вся система слоговой динамики, и разнообразие спектральных перестроек будет отнесено за счет сочетания звуков в слове и их слоговой силы, в результате чего при приеме элемент как словоразличитель отделится от его позиции в составе слова и фразы.

Таким образом, наличие только обоих компонентов — элементной статики и слоговой динамики — с их разными сигнальными

значениями обеспечивает ту специфическую тонкость слуха, которая делает его речевым. Как статика, так и динамика речи нормализуется языком, Это и обеспечивает взаимное понимание. Исследуя форманты, необходимо различать, являются ли они формантами элементов или формантами позиций этих элементов. Оба вида формант нормализованы, искажение каждой из них приведет в той или другой степени к неразличению и неузнаванию слов.

Смысл переменной сигнализации состоит в том, что один и тот же элемент в разных системах может выполнять разные сигнальные функции и разные элементы в других определенных системах могут выполнять одну и ту же функцию. Соответственно этому сигнальное, различительное значение элементов слова будет сохраняться или изменяться в зависимости от включения этих элементов в определенную систему, составляющую слово, в определенную систему, составляющую фразу, и в определенную же динамическую систему перестроек слов и фраз.

Спектры и форманты образуются не только в результате перемен объема резонаторов, но и всех речедвижений. Совершенно очевидно, что переход от генерации тонов (голосовые связки) к шумовому генератору меняет спектр. Особенно

существенна роль динамического фактора. В дальнейшем в этой работе будет представлен материал, из которого отчетливо видно, что глоточная трубка выполняет целый ряд функций по авторегулировке динамики речевого звука и вносит в спектр динамическую форманту. Таким образом, в процессе образования речевых звуков некоторые двигательные системы то включаются, то выключаются, то усиливаются, то ослабляются. Происходит вычитание и сложение определенных величин. Так, если от G в сильной позиции отнять тон (T) и уменьшить силу на n дБ, то получится слабый звук, сходный с k или условно: $G_s - (T + n \text{ дБ}) = G_{ksi}$. Соответственно и форманты в спектре могут вычитаться и складываться. Добавляя в спектр одни полосы частот и исключая другие, мы получим такие форманты, которые соответствуют добавлениям тех или других речедвижений. Методически это положение весьма важно, так как позволяет контролировать результаты измерения акустического ряда и ряда речедвижений.

Так как движения речевого прибора обладают инертностью и сам слоговой стереотип слова развертывается при помощи удерживающих R упреждающих импульсов, то к спектру каждого звука будут добавляться некоторые элементы

спектра соседних звуков. Точный учет этих добавлений наиболее сложен при спектральном анализе. Так как такие добавки, внося значительные изменения в спектр и форманты, имеют чисто позиционное значение, то они играют очень большую роль в узнавании слова, но не выполняют никакой различительной функции. Именно вследствие этого и возникает переменная сигнализация фонемных значений. Возникший новый звук продолжает сохранять ту различительную функцию, которая ему принадлежит за вычетом позиционной добавки. Такой вычет производится при анализе и синтезе в процессе восприятия слова. Говорящий относит фонемную функцию за счет различия слов, а слушающий узнает позиционную надбавку в ансамбле данного слова, это явление хорошо иллюстрируется в русском языке на соотношении звука *ы* и фонемы *и*. Известно, что *ы* в русском языке не выполняет различительной функции. Нет таких двух слов, которые, при сходстве всех остальных звуков, различались бы отсутствием *ы* в одном из них и наличием его в другом. Вместе с тем звук *ы* легко воспроизводится отдельно как особый звук. Резонаторные полости при произнесении *и* и *ы* различны, соответственно различны и формантные области их спектров. Как

особый звук, *ы* появляется только в тех случаях, когда перед ним находится твердый согласный. Следовательно, в этих случаях форманта *ы* выполняет функцию форманты *и*. Перемена сигнального значения состоит в том, что форманта *ы*, выполняя функцию *и* для различения слов, вместе с тем выполняет позиционную функцию для узнавания данного слова.

Все это происходит потому, что антропофоническая привычка в русском языке затрудняет переход от твердого согласного к *и* в одном слоге. При произнесении твердых согласных глоточная трубка относительно узка, при произнесении же *и* глоточная трубка очень широка. При таких резких различиях в позициях произносящих органов переход из одного их положения в другое за короткий промежуток времени (в одном слоге) труден. Форма глоточной трубки (см. стр. 206) при произнесении *ы* своеобразна. В верхней части она даже больше, чем при *и*, а в средней и нижней частях сужена. Величину инертности можно установить наблюдением за произнесением слов *выл* и *в ил*. В первом случае в одном слоге вместо *и* звучит *ы*, во втором случае образуются два слога – *въ ил*.

Так как позиционные различия сказываются в каждом слове, причем сильная позиция будет

главенствовать, то фонемы совпадают с формантами только в этих сильных позициях. В остальных случаях имеет место переменная сигнализация. Вместе с тем сумма слагаемых спектра каждого из звуков остается постоянной, т. е. характеристические позиции звука в данной позиции или форманты сохраняются. Это значит, что формант больше, чем фонем. Это также значит, что форманты выполняют как различительную функцию, так и функцию узнавания слова. В первом случае – это фонемная словоразличительная функция, во втором – слово-узнавательная. При сочетании звуков неизбежно возникает сложение спектров. Так как эта сумма будет всегда определенной, она и является основой для узнавания слов.

Для научного исследования возникает задача соотнесения формант к фонемам. Если эта задача не будет решена, то теряют смысл всякие акустические измерения спектров в целях определения речевых формант. Соответственно теряется и смысл определения системы фонем, так как останутся неизвестными носитель фонемных значений и пункты переменной сигнализации. Решение этой задачи обозначает совпадение интересов фонетики и фонологии. Развитие фонетики и фонологии создало условия, в которых

в достаточной мере созрела идея сопоставления инвентаря формант и фонем для каждого из языков. Осуществление этой идеи представляет значительный интерес, так как форматные признаки могут быть сходны в разных языках, а фонемные различны. Такое исследование чрезвычайно расширит наши представления о механизме речи..

В этом отношении цветоведение обогнало звуковедение. Как известно, цвета могут быть систематизированы по спектральным характеристикам и соответственно перенумерованы по месту расположения их в альбоме. Пользуясь таким альбомом, ботаники могут точно определить цвета растений, геологи – цвет почвы и минералов, товароведы – цвета тканей и т. п. В альбоме могут быть представлены как основные цвета (находящиеся, так сказать, в сильной позиции), так и смешанные (аналогично слабым позициям). В шумоведении также применяется метод спектрального опознавания работы машин, аппаратов и приборов. Речевые звуки, конечно, должны быть выделены в особую область, при этом необходимо, вследствие специфичности изучаемых явлений сопоставлять три ряда – сигнальные значения, спектры и речедвижения. Для решения этой задачи в

дополнительных исследованиях нуждается прежде всего третий ряд, так как по этому вопросу собрано меньше всего достоверных сведений. В конечном счете следует прийти к следующим выводам.

1. Исследование речевого процесса невозможно без языковедческого анализа. При всяческом изучении речи, в любых дисциплинах и для любых целей необходимо учитывать передаваемую систему значений и соотносить материальные средства передачи и выполняемую этими средствами функцию. Затруднения, возникающие при изучении фонем, определяются той же причиной, что и затруднения при измерении спектров для определения речевых формант. Этой общей причиной является недостаточный учет явлений статики и динамики речи.

В слабых позициях образуются новые форманты и возникает перемена их фонемной функции. В связи с этим количество формант больше, чем количество фонем. Фонемы выполняют только различительную функцию и могут быть сформированы на ограниченном числе слов, тогда как форманты являются также и средством узнавания каждого из усвоенных слов. Точнее говоря, форманты выполняют функцию словоразличения и словоузнавания.

В атласе формант должны быть даны не только соответствующие спектры, но и: а) слагаемые, из которых получаются форманты, б) указано фонемное различительное значение некоторых определенных формант, в) указано словоузнавательное значение тех оставшихся формант, которые возникают в типичных для данного языка слоговых позициях, г) указаны переменные фонемные значения переозначенных формант.

2. Разделение фонетики от фонологии полезно до тех пор, пока этим ограничивается круг узкоспециальных проблем данных дисциплин. Конечно, физический состав звука речи не то же самое, что языковая функция (или сигнальное значение) этого языка, и языковая функция звука не то же, что функция морфемы, равно как и функция морфемы иная, чем слова. Соответственно фонетика, фонология, морфология и лексикология отделяются друг от друга границами. Морфологический принцип и изучаемые в связи с этим явления отойдут к морфологии, фонетика же и фонология могут ничего не знать об этих явлениях и даже закрыть на них глаза.

Однако есть и по необходимости должен быть круг проблем, тоже специальный и также

ограниченный в своей области, в котором все вышеуказанные явления различаются не для того, чтобы отчлениваться в разные дисциплины, а для того, чтобы соединиться при решении одного общего вопроса. Звук речи есть некоторая физическая величина, производимая речедвигательным анализатором человека. Но изучение этого явления без учета сигнального значения звука лишено всякого теоретического и практического смысла. Нетрудно заметить, что сигнальное значение речевого звука меняется в морфеме и, если бы этого не было, оставалась бы непонятной и роль звуков и роль морфем. Но процесс продолжается и дальше. Те же самые звуки речи, выполнив свои специфические морфемные функции, через слоги вступают в состав целого слова. И здесь они снова выполняют свою новую функцию, без учета которой остались бы непонятными и роль звуков и слотов, и самое существование слова.

В открывающейся, таким образом, новой области, в которой должны по необходимости учитываться все вышеперечисленные явления, возникает проблема механизма речи. Одни и те же звуки, дифференцируясь друг от друга в одних рядах, дают возможность различать слова, дифференцируясь в рядах морфем, приводят к

пониманию слова, а синтезируясь в слоговом составе, обеспечивают узнавание слов, ранее усвоенных в этих дифференцировках. Все вместе составляет единый речевой процесс как область и предмет специального изучения и единую структуру речевого сигнала как средства общения.

Глава шестая

ОБЩИЕ КОНТУРЫ МЕХАНИЗМА РЕЧИ

§ 15. Механизм приема речи

Сопоставляя данные, установленные в разных дисциплинах, изучающих речевой процесс, можно заметить, что при всем различии областей знания, методов, задач и практических устремлений здесь возникают не только общие узловые проблемы, но и соответствие фактов. Несмотря на пробелы, одни из них восполняют другие. То общее, что лежит в основе исследований каждого из направлений, – это механизм речи. В одних случаях открывается одна часть механизма, в других – другая.

Условнорефлекторная методика подходит к наиболее сложной части этого механизма о–центральному замыканию. Здесь исследователь обычно застаёт все речевые элементы уже сложившимися в сложные цепи натурального рефлекса. Даже в тех случаях, когда условнорефлекторная методика, как в опытах М. М. Кольцовой, проводится на детях, начинающих говорить, наибольшая часть механизма речи

складывается не в этих опытах, а в живом и постоянном общении ребенка со взрослыми. При исследовании центрального замыкания обнаруживается громадный диапазон всевозможных переключений и замещений одних словесных образований другими и первосигнальных компонентов словесными. Наибольшие затруднения здесь возникают в том, чтобы "выяснить, из каких материальных элементов состоят эти образования. Являются ли они речедвижения-ми, слуховыми образами или переозначенными представлениями. Остается еще неясным, что при центральном замыкании является сигналом, несущим речевое словесное значение.

Акустические измерения открывают другую часть механизма. Здесь с достаточной точностью обнаруживаются как раз именно материальные звуковые признаки как элементы сложного сигнала, состоящего из статики и динамики. Однако какую роль играет каждый из этих элементов в системе словесных обозначений, не может быть решено только на основе акустических измерений.

Фонетика и фонология, если их не отрывать от акустических измерений, помогают восполнить этот недостаток. Путем сопоставления ряда

звуковых признаков и семантического ряда значащих единиц удастся обнаружить механизм словоразличения и словоузнавания. Однако и здесь эквивалентный этим рядам ряд речедвижений остается в стороне. Наибольший пробел обнаруживается в части исследования управления речедвижениями.

Изучение речевых кинестезии помогает восполнить до некоторой степени и этот пробел, а также приблизиться к ответу на вопрос о материальных элементах, вступающих в центральное замыкание, и о соотношениях между слухом и речедвижениями. Кинестезии как обратная связь, с одной стороны, являются средством установления эквивалентности акустического ряда и ряда речедвижений, с другой стороны, помогают объяснить образование двигательного словесного (семантизированного) комплекса – слогового стереотипа, который то выступает, так сказать, самолично, то замещается множеством других элементов.

Наконец, патология речи представляет факты, ярко свидетельствующие о том, какие функции речи нарушаются при поломке или недостатках в тех или других частях речевого механизма. Невольно вспоминается меткое, хотя и несколько фривольное замечание Дидро: "Природа подобна

женщине, которая, показывая из-под своих нарядов то одну, то другую часть тела, дает понять своим настойчивым поклонникам, что они могут познать ее когда-нибудь всю".

И действительно, изложенное в предшествующих главах позволяет наметить общие контуры механизма речи и синтезировать то, что по отдельности ускользало от наблюдения при рассмотрении отдельных направлений, изучающих речевой процесс. Такая предварительная общая ориентировка полезна для понимания фактов, излагаемых в специальной части.

Первое, что бросается в глаза, – это разделение целостной системы механизма речи на два противостоящих звена. Противопоставление их обусловлено ходом приобретения сигнальных значений отдельными элементами несущих сигналов или их семантизацией, что в свою очередь обусловлено необходимостью при приеме, выдаче и транспортировке словесного сообщения разлагать его на самые элементарные десемантизированные элементы и синтезировать их в значимые комплексы, которые после этого могут замещаться или другими комплексами и элементами с теми же значениями, или переменить свое значение. Первое звено

механизма речи – это отбор по нормализованным правилам элементов для составления слова. При воспроизводстве речи – это отбор речедвижений. При приеме речи – это различение элементов воспринимаемого слова и узнавание его. Два этих материально разных набора элементов эквивалентны. Нормализованные правила отбора обеспечивают образование за звукокомплексом, синтезированным из элементов словесного сигнального значения. Если считать, что в языке имеется 40 звуковых элементов, из которых составляются слова, то комбинация их по 3, 4 или 5 (40^3 , 40^4 , 40^5) составит число с шестью и более знаками, а комбинация из 7 элементов – число более чем с десятью знаками. Если в словаре 80 000 слов, то число нормализованных комбинаций, имеющих сигнальное словесное значение, составит только десятые доли процента от всех возможных комбинаций элементов. Правила для отбора элементов и определяют ту часть звукокомплексов, которые обладают словесными значениями.

Как только образовался такой нормализованный звукокомплекс, он сам становится тем простым элементом, из комбинации которых по известным правилам строится сообщение. Без всякого подсчета

очевидно, как возрастает здесь до неисчислимости величина возможных комбинаций элементов и как строго они ограничиваются правилами логики и грамматики. Отбор слов составляет второе большое звено механизма речи.

Наиболее примечательным является противостояние обоих звеньев – отбора элементов для слова и отбора слов (как элементов) для сообщения. Слово состоит из звуков. Иным способом оно образоваться не может. Это натуральная форма его существования. Но как только звуковые элементы сложились в слово, обладающее значением, все его звуковые элементы могут быть заменены любыми другими сигналами, например буквами или числами. Необходимо только, чтобы было установлено правило перехода от звуковых сигналов к буквенным или числовым. Лишь при этом условии сохранится тождество сигнального значения при перемене его носителей. Как только сформировалось слово, обнаруживается, что оно состоит из особых элементов, способных переноситься не только звуками. Это морфема как наименьшая значимая единица. Так как морфема является только элементом, то по отдельности она неспособна обозначить какой-либо объект действительности, сочетание же этих элементов

образует ряды отдельных слов (словообразование) и цепи соединения слов (формы словоизменения).

Таким образом, речевой звук является носителем морфем, вот почему он может замещаться не только другими звуками, но вообще любыми другими сигналами. При передаче слов по телеграфу звуки замещаются кодовыми числами, а в самих проводах – электрическими сигналами. Для определения по словарю значения встретившегося в тексте слова, достаточно найти состав его морфем, поэтому можно понять текст, даже не умея нормативно произнести слова. Однако при всех условиях слово должно быть произнесено вслух или про себя, так как это натуральная форма его существования. Для выяснения механизма речи это обстоятельство имеет кардинальное значение. Морфема должна переноситься на каком-то переносчике, например буквенном. Если звуковое произнесение не нормативно, оно не будет понятно другому человеку, но если морфемный состав слов, переносимый буквами, выделен, то самим говорящим такое произнесение будет принято и усвоено. На этом основана возможность замен звуковых сигналов сигналами с кожного анализатора у слепоглухонемых. Но и здесь необходим механизм приема и воспроизведения

(произнесения) речи, который в конечном счете может быть сведен к воспроизводству эквивалентного звукового ряда.

Слово является местом связи двух основных звеньев механизма речи. Как произносительная система слово состоит из звуков, как обозначающая – из морфем. Для отбора звуковых элементов слова должен быть произведен анализ и синтез признаков звука, для отбора слов в сообщение должен быть произведен анализ и синтез морфем и служебных слов (которые также являются синтаксическими морфемами). Эти два противостоящих звена образуют саморегулирующийся механизм речи. Одно звено регулирует другое, вследствие чего весь механизм развивается и обогащается новыми элементами и способами их замены. Из громадного запаса звуковых сочетаний и запаса морфем могут быть образованы новые слова, если они будут нормализованы. При известных условиях это может привести к заменам в звуковом составе языка. С другой стороны, перемены в составе звуковых элементов отразятся и на самих словах и их морфемах. В конечном счете все эти взаиморегулирующие процессы будут происходить в слоге как основной произносительной единице, которая не

принадлежит ни к ряду звуковых элементов, ни к ряду морфем, но без которой реально не могут осуществляться ни тот, ни другой ряд. Поэтому первой и наиболее элементарной задачей является изучение механизма произнесения слов, который сводится к произнесению слогов. Именно этому вопросу главным образом и посвящена наша работа. Иначе говоря, исследуется путь анализа и синтеза от признаков звука к речевому звуку как элементу слова, проблема же отбора слов учитывается лишь в меру необходимости.

Прежде всего необходимо в общей форме проследить основные этапы анализа и синтеза речевого звука. Звук, поступающий к органу слуха, является синтетическим. Все его признаки слиты в один общий сложный звук. В таком синтезированном виде он может транспортироваться по одному проводу, если при помощи преобразователя, например микрофона, звуковые колебания будут переведены в электрические. Обратное преобразование электрические колебания переведет в звуковые.

Очевидно, что в таком виде не может происходить прием звуков слуховым анализатором. Разные признаки звука несут разные сигнальные значения и должны синтезироваться в разных комбинациях, поэтому

синтетический звук, прежде чем поступить в кору большого мозга, разлагается на признаки, которые по отдельности и транспортируются в кору. Это положение подтверждается резонансной теорией слуха, разработанной Гельмгольдем и значительно дополненной исследованиями Флетчера и Бекеши. Уже тот факт, что слуховой рецептор имеет 23 500 нервных окончаний, от которых идут 3 000 волокон, составляющих ствол слухового нерва, показывает, что этот прибор производит первичный анализ признаков сложного звука. Очевидно также, что при переходе звуковой энергии в нервную должна происходить замена звуковых сигналов нервными сигнальными импульсами. Между обоими видами сигналов должна быть эквивалентность, т. е. переход по определенному коду. Резонансная теория слуха дает основание допустить, что код, по которому передаются сигналы по нервным волокнам, является двоичным, а сами сигналы квантуются. Вначале разберем первую часть этого положения.

Стремечко передает к овальному окну улитки модуляции частоты и амплитуды. Модуляции частоты воспринимаются основной мембраной улитки, которая вместе с окружающей ее жидкостью резонирует в той или другой части. В зависимости от места максимального взмаха

мембраны, которое может быть определено расстоянием от овального окна, к текторальной мембране будет прикасаться то одна, то другая группа нервных клеток, расположенных в утолщении основной мембраны. Низкие частоты замкнутся у вершины улитки, верхние – у ее основания. Таким образом, возникает два вида сигналов: а) сигнал о месте прикосновения максимальной амплитуды мембраны и б) сигнал о месте прикосновения меньших, частичных амплитуд мембраны. Иначе говоря, один сигнал будет передавать номер основной частоты, другой – номера гармоник или негармонических составляющих спектра. Так как эти сигналы возникают при замыкании и отсутствуют при отходе нервных окончаний от текторальной мембраны, то и получается двоичный код. Количество элементов кода определяется количеством мест прикосновений. Так происходит выделение и транспортировка дискретных, статических компонентов сложного звука – спектра.

Слуховой рецептор разлагает частоту сложного звука на ряд Фурье, но не выделяет из этого ряда речевые спектры – форманты. Это вытекает из наблюдений за случаями сенсорной афазии, при которой в кору транспортируются все

виды спектров, но, вследствие нарушения центрального прибора фонематического слуха, больной не анализирует только речевые форманты, хотя может слышать все звуки и различать их по другим спектрам. В исследовании Л. А. Чистович⁷² показано, что при предъявлении испытуемым комплекса из двух полос шума или двух групп тонов весь комплекс воспринимается как целое. В том случае, когда уровень громкости одного из элементов сложного звука превышает на определенную величину уровень громкости второго элемента, сложный звук воспринимается как этот более, интенсивный элемент. Если же выработать дифференцировку между сложным звуком и более сильной его составляющей, действующей изолированно, то величина K может быть увеличена на 10–15 дБ, т. е. звуки будут различаться при меньшей разности интенсивностей. Это значит, что выделение спектральных составляющих происходит в результате центрального дифференцировочного процесса, в первичном же рецепторном анализе весь комплекс составляющих образует один дискретный сигнал.

В слуховом рецепторе происходит также и первичное квантование звукового сигнала по силе (интенсивности). Согласно концепции Флетчера,

сила колебаний основной мембраны вызывает в слуховом нерве поток импульсов с частотой, зависящей от этой силы. Число импульсов, которое может нести нервное волокно, равно 500. Усилению звука соответствует увеличение числа импульсов. Так, могут передаваться градации силы до 110 дб. При дальнейшем усилении звука до 140 дб вступают в действие соседние волокна нерва, которые несут добавочные залпы импульсов.

Таким образом, квантование по силе производится по особым сигналам, образующим комбинацию из двух элементов кода: а) числа импульсов и б) числа волокон, по которым проходят эти импульсы. Ступени квантования определяются порогом различения. Так как по слуху может быть установлена величина удвоения громкости; то можно говорить об относительно равных ступенях прироста квантования в известном диапазоне. Хотя до сих пор еще не удалось отчленить роль рецепторного анализа ступеней интенсивности от центрального коркового анализа и синтеза, несомненно, что первичное деление силы звука по уровню происходит в слуховом рецепторе. Очевидно, что усиление звука связано с увеличением его энергии, что, конечно, тотчас же отразится на рецепторном

приборе, тогда как выделение, например основного тона из спектра, зависит преимущественно от процесса дифференцирования. Центральный анализ и синтез вносят значительные изменения в шкалу рецепторного квантования, так как звуки, в особенности шумы, воспринимаются человеком предметно. Тикание часов, даже громкое, до 30 дб, кажется все же тихим, тогда как удар молотка по металлической трубе отопительной системы (60–70 дб) вызывает неприятное ощущение повышенной громкости, вследствие быстрого нарастания интенсивности. Дневной шум улицы (50–58 дб) мало замечается, так как обычно внимание слушающего отвлекается каким-либо другим занятием.

Иначе обстоит дело с квантованием по шкале ступеней основного тона и времени. В слуховом рецепторе нет приспособлений для шкалирования этих величин. Сетка высот и долгот устанавливается через дифференцировки в центральном анализе и синтезе. Интервальная природа звуковъе сотного слуха состоит в том, что одна частота сравнивается с другой. Как указывалось, в слуховом рецепторе основная частота включается в тот же самый код, как и составляющие сложного звука. Весь этот

смешанный спектр и транспортируется в корковую часть слухового анализатора, поэтому и нет отделения основной частоты от составляющих в первичном анализе частота входит в статику, а не в динамику звука. Однако есть все основания допустить, что у некоторых людей, обладающих так называемым абсолютным слухом, рецепторный прибор обеспечивает отделение основной частоты от составляющих. По определению Б. М. Теплова⁷³, абсолютный слух есть способность слышать в изолированном звуке музыкальную высоту, дифференцированную от тембровых компонентов. Так как абсолютный слух является природным и не вырабатывается в процессе накопления опыта, следует признать, что он обусловлен самим устройством слухового рецептора, а не условнорефлекторными дифференцировками.

Что касается квантования звука по шкале длительности, то без дальнейших объяснений очевидно, что в процессе распада звука на признаки теряются все точки отсчета. Импульсы следуют и транспортируются друг за другом в той реальной последовательности, в какой они поступили в ухо, но так как статика отделена от динамики, то нарастание или падение интенсивности не связывается с каким-либо

определенным статическим субстратом.

Таким образом, первичный рецепторный анализ звука происходит автоматически вследствие особенностей устройства самого слухового рецептора. По другим принципам развертывается центральный, корковый анализ и синтез звука. Здесь основную роль играет время. Аналитически разложенные признаки звука, поступающие в последовательном ряду, синтезируются в одновременности, образуя целый комплекс. В одной из серий вышеуказанных опытов Л. А. Чистович испытуемым предъявлялась полоса шума или группа тонов в условиях маскировки их другим сложным звуком (более высокая полоса шума или группа тонов). При отставке маскирующего звука на 0,6–1,0 сек. до начала маскируемого испытуемые дифференцируют полезный сигнал и помеху и могут обнаружить сигнал при значительно меньшем уровне его интенсивности, чем уровень помехи. Это значит, что первый поступивший сигнал удерживается до появления второго, но не смешивается с ним, а сопоставляется. Такое же явление происходит при восприятии слога, в котором обычно акустически мощный гласный сочетается с маломощным согласным. Последовательно поступающие по слуховому

тракту нервные импульсы, вследствие кодирования эквивалентные звуковым спектрам, удерживаются в ядре слухового анализатора до момента прихода последнего элемента из состава принимаемой фразы. Однако одного удержания недостаточно для того, чтобы разновременный ряд превратился в одновременно обозримое синтетическое целое. Всякая система, независимо от того, из каких материальных элементов она состоит, определяется взаимоотношением этих элементов. Добавление или убавление, перестановка или выделение каких-либо элементов будет менять всю систему. Синтетическая звуковая система слова и фразы, рассыпавшаяся на элементы в слуховом рецепторе, теперь должна быть снова восстановлена с сохранением эквивалентности. Однако аналитическое распадение в слуховом рецепторе было еще не полным. В частности, статические компоненты – спектры – не были отделены от динамических модуляций основной частоты. Первая ступень коркового анализа и синтеза и состоит в том, чтобы произвести это отделение.

Отделение спектров от основной частоты возможно лишь в том случае, когда то и другое приобретает сигнальное значение. Отделение

спектров от основных частот входит в аналитическую часть процесса. Но то же самое разделение является и синтезом, так как спектры объединяются по сигнальному значению в одну систему (статики), а основные частоты – в другую систему (динамики). Весь этот процесс происходит по достаточно хорошо изученным законам условнорефлекторной дифференцировки. Если один набор спектров в процессе удержания сопоставляется с другим набором, отличающимся от первого только в одном элементе, то этот элемент дифференцируется от других и становится сигналом различия удержанных комплексов спектра. Однако такое дифференцирование достаточно лишь на короткое время удержания обоих комплексов. В этих условиях еще нет ничего такого, что сделало бы выделенный элемент постоянным различителем комплекса спектров. Полученный различитель является лишь временным. Если же сам набор принятых спектров обладает новым, особым и именно предметным сигнальным значением, т. е. является словом, то сигнальное значение, выделенное элементом из набора, замещается этим новым и постоянным значением и тогда сам элемент становится постоянным различителем словесных значений и вводится в долговременную

память.

Такой процесс перестройки временных, случайных различий в постоянные различители осуществляется подкреплением. Подкрепленное различие действует долговременно, так как подкрепленному явлению придана жизненно важная роль, в разбираемом случае – роль приема сообщения. Непринятое сообщение может поставить человека в чрезвычайно тяжелое положение, вот почему при приеме слов колоссально возрастает тонкость, сила и долговременность дифференцировок. Выше было указано, что это явление подтверждено и экспериментально.

Так как при противопоставлении набора спектров в разных повторяющихся рядах постоянными остаются только некоторые признаки спектров, а именно форманты, то любые динамические перестройки например модуляции основного тона, не подкрепляются. Это и значит, что основная частота отделяется для выполнения других функций, о которых будет сказано дальше. В результате дифференцировочного процесса набор нервных сигналов, соответствующих звуковым спектрам, приобретает предметное значение. Самые сигналы спектров после этого переозначения становятся тембрами, а их набор –

понимаемыми словами. Хотя сигналы спектров поступают обычно непрерывно один за другим, после дифференцировки они группируются в целые одновременные и резко различные комплексы, составляющие слово. Это явление приблизительно можно иллюстрировать следующим условным примером. Сигналы спектров поступают так: *Я вместе с ним приду сегодня к вам*. Принимаются же они как слова так: *Я вместе с ним приду сегодня к вам*. Слова, постоянно встречающиеся в разных комбинациях, различаются, даже если их элементы поступают сплошным потоком.

Таким образом, нервные сигналы, несущие на себе спектры, после приобретения ими функции постоянных различителей комплексов, обладающих предметным значением, становятся тембрами, состав которых является слуховым образом слова. Это то, что слышит человек, различая слова.

Однако на различении слов не закончился еще процесс анализа и синтеза сигналов, несущих звуковые признаки. Слова, применяясь в речи, дифференцируются в вертикальных рядах, вследствие чего при том же подкреплении выделяются морфемы и, сочетаясь в горизонтальном ряду фразы с другими словами,

составляют сообщение. На этой ступени анализа и синтеза слова, кроме различительных признаков, приобретают опознавательные, категориальные и индивидуальные приметы. Изменение по форме выделяет категориальное тождество слов при постоянной изменчивости формальных примет. Кроме того, самый звуковой корпус слова в его тембровом составе только тогда сохраняет предметное значение, когда он в разных применениях разных людей обладает нормализованным, стандартным постоянством. Такая нормализация индивидуальных примет слова происходит при помощи квантования признаков звука по времени и силе. Слово произносится и слышится в пределах определенного времени. При этом на отдельные части слова отводится соотнositельно разное время. При квантовании энергии соотнositельно усиливаются и ослабляются те или другие части слова. Все эти процессы, развертывающиеся в минимальных слоговых квантах слова, объединяют его в общей сетке ступеней квантования в законченное по внешности целое, что в сумме и составляет индивидуальные приметы слова. По этим приметам оно узнается как носитель определенного предметного значения. Таким образом, отделенная в

рецепторном анализе интенсивность как признак звука теперь включилась в синтез на определенном означенном словесном субстрате. Время, которое в рецепторе уже подверглось никаким изменениям, теперь получило на том же субстрате достаточно Твердые точки отсчета.

Наконец, при сочетании слов во фразы синтетическое удержание всех составных элементов обеспечивается не только связью морфем и синтаксических конструкций, но и расширенным квантованием по всем трем модуляциям – высоты, громкости и времени. Сложившийся в сигнальных значениях речевой субстрат снова расчленяется на некоторые слоговые элементы, которые вступают во взаимоотношения сопоставления и следования. Это достигается распределением слогов и элементов по интервалам высоты, ступеням громкости и градациям темпоритма. Включение этой новой стадии анализа и синтеза приводит к новому переозначению словесных комплексов. Они приобретают полный и точный конкретный смысл. Теперь поток последовательных и раздробленных в анализе элементов превратился в одну целую и законченную мысль – сообщение.

Так как в процессе синтеза из множества элементов звука образовалось одно простое целое,

нет необходимости при приеме новой фразы удерживать все множество ранее принятых элементов. Оно замещается этим целым. Особенностью конечного целого является то, что оно может быть заново воспроизведено с сохранением тех же предметных значений, но в составе новых слов. Иначе говоря, одна и та же мысль может быть выражена разными словами. Целая группа мыслей может быть замещена одним или несколькими словами. Так, по мере усложняющегося синтеза и эквивалентных замен сохраняются лишь пути связей, ходы мысли, способы соединения, по которым может быть восстановлен эквивалентный словесный ряд. Когда этот процесс завершился, можно сказать, что состоялся прием некоторой системы словесных сообщений. Правильность приема может быть проверена пересказом.

Если кратко перечислить приспособления для приема речи по рассмотренным этапам анализа и синтеза, то получится следующая цепь звеньев: 1. Первичное аналитическое распадение синтетических акустических комплексов в слуховом рецепторе на отдельные признаки звука (спектры и первичное квантование интенсивности) и переход этих признаков на новые несущие сигналы – нервные импульсы. 2.

Удержание поступивших сигналов на время приема отдельного простого сообщения (фразы).

3. Включение механизма постоянных различителей, отделение основной частоты от спектра, выделение речевых формант и в связи с этим первичный синтез слова в тембрах. 4. Узнавание слова из состава усвоенного лексикона по категориальным и индивидуальным приметам и в связи с этим полный синтез отдельного слова. 5. Синтез слов в систему сообщения по усвоенному применению правил грамматики и логики. 6. Различение ступеней интонационного квантования по высоте, громкости и долготе и в связи с этим переозначение словесных комплексов применительно к ситуации. 7. Понимание мысли отдельного сообщения и удержание ее через какой-либо заменитель. Таков путь приспособления для приема речи. Он начинается с анализа и кончается синтезом.

§ 16. Механизм воспроизводства речи (отбор звуков для составления слов)

Воспроизводство речи проходит обратный путь, начинаясь с синтеза и кончаясь распадением на самые последние элементы. И только на выходе речевых эффекторов снова получается синтезированная речь, "предназначенная для слуха. Однако для того, чтобы понять весь путь воспроизводства речи и проследить необходимые для этого воспроизводства приспособления, следует изучить главным образом момент перехода от анализа к синтезу на выходе речевых эффекторов. Такой способ изучения не только удобен и практически плодотворен, но и вытекает из сущности процесса воспроизводства речи. Речедвигательный анализатор первоначально совершенно пуст. Он не содержит никаких связей, возбуждение которых позволяло бы управлять речевыми эффекторами. Приобретение этих связей происходит через опыт самих эффекторов, которые по обратной связи сообщают о ходе выполнения ими работы.

Вообще же говоря, изложение, как и изучение процесса воспроизводства речи, может быть разделено на две части. Если допустить, что

лексикон уже усвоен в необходимом составе, тогда возникает только проблема отбора слов из этого лексикона, так как синтез на выходе эффекторов к этому моменту вполне сложился. Кроме того, при отборе слов речевые эффекторы приторможены, а синтез звуковых признаков, может быть заменен, например буквами.

Если же допустить, что лексикон еще не усвоен, тогда возникает проблема образования лексикона, который не может сложиться иначе как через работу речевых эффекторов. Первоначально выгоднее исходить из второго предположения. Разделение проблематики на две части обусловлено самой конструкцией механизма речи, состоящего из двух. Основных противостоящих звеньев, о чем говорилось в начале этой главы. Если считать, что в центре этого механизма находится лексикон из известного состава слов, то, с одной стороны, возникает необходимость узнать, как, по каким правилам и из каких элементов составляются слова лексикона, с другой стороны, надо выяснить, как и по каким правилам из образовавшихся слов, как из элементов, составляется сообщение.

Для решения первого вопроса и исследования пути перехода от синтеза к подробному анализу и снова к синтезу речи на выходе эффекторов

достаточно рассмотреть простейший случай произнесения слога, например *а* или *ла*, в общей форме. Если механизм способен к производству слога, он может воспроизводить речь.

Запуск механизма речи начинается с воспроизводства образа слова или слога. Этот образ является синтетическим, так как содержит множество варьируемых признаков, несущих на себе определенные сигнальные значения. Восклицание *а*, вопрос *а?*, угроза *ааф* удивление *а*, подтверждение и т. п. — различны как по вариациям признаков, так и по сигнальному значению. Такой образ не просто эквивалентен, а вполне тождествен тому образу, который возникает при приеме речи, так как тождественны принимаемые и воспроизводимые сигнальные значения, хотя комбинационный отбор их может быть различен. Вопрос *а?* и восклицание *а!* по сигнальным значениям тождественны для обоих говорящих, они не могут перепутываться, хотя и могут иметь разную степень жизненного воздействия.

Для того чтобы эти сигнальные значения были переданы другому человеку, необходимы такие несущие сигналы, которые были бы способны заместиться другими эквивалентными (акустическими) сигналами и тем самым без

потерь доставить эти значения к слуховому анализатору слушающего. Конкретно, первого вида сигналами являются нервные импульсы из ядра двигательного анализатора, сигналами второго вида – мышечные движения речевых эффекторов и третьего вида – акустические.

Речевые эффекторы представляют собой сложную систему мышечных синергии. К каждому мышечному волокну должен быть подан особый, отдельный нервный импульс. Этим и определяется необходимость распада сложного синтезированного образа на мелкие импульсы. Эквивалентность сигналов сохранится лишь в том случае, если каждый из них будет включен или выключен в точно определенный момент, соответствующий той синтетической системе, которая передается.

Не трудно установить, что и здесь код будет двоичным. Мышечное волокно может принять только два положения, оно может сокращаться или расслабляться. Соответственно и нервный импульс может быть или возбуждающим, или тормозным. Комбинации этих величин 1 и 0 в разных местах системы речевых эффекторов и составят таблицу кода, который будет обеспечивать эквивалентность при переходе сигнальных значений с одной системы несущих

сигналов на другую. Задача состоит в том, чтобы определить эти места. Для этого нет необходимости рассматривать поведение каждого мышечного волокна; достаточно установить основные группы синергии, включение которых обеспечивает образование определенных признаков речевого звука. К этим синергиям относятся три речевые системы движений – резонаторная, генераторная и энергетическая. Нервные импульсы должны быть посланы в каждую из этих систем одновременно, иначе на выходе эффекторов не может появиться звук речи. Однако для образования статики и динамики, т. е. звука во всех его как качественных, так и квантованных модуляциях, должны быть посланы импульсы в разные места каждой из систем. Так как слово составляется из набора звуков двух видов – гласных и согласных, то для каждого из этих видов может быть составлена особая, кодовая таблица, определяющая места включения и выключения определенных мышечных синергии.

Ниже приводится схема кода для гласных (табл. 1). В качестве примера взято произнесение а, при этом 1 обозначает включение данной группы синергии, а 0 – обозначает отсутствие нервного импульса или торможение.

Эта схема в части расположения мест в

ротовом резонаторе составлена на основе общеизвестных в фонетике наблюдений. В части же глоточного резонатора и энергетической системы она опирается на факты, изложение и объяснение которых дается в третьей части нашей работы.

В контексте данной главы рассматривается лишь кодовый принцип передачи сигнальных значений с одних несущих сигналов на другие, т. е, переход от ряда речедвижений к акустическому ряду.

Схема применительно к произнесению простого слога *а* читается так. Язык при произнесении гласных может занять три места по ряду (переднее, среднее и заднее) и три места по подъему (верхнее, среднее, нижнее). Губы могут быть напряжены и несколько сближены ила ослаблены (лабиализация). При произнесении *а* язык получает положительный импульс на задний ряд и нижний подъем (единицы в соответствующих клеточках). Во всех остальных местах – нулевой импульс.

Глоточная трубка при произнесении гласных русского языка меняется по объему в шести ступенях. При произнесении *а* она является наиболее узкой. Это значит, что все три сжимателя глотки (верхний, средний и нижний)

получают импульсы на максимальное сжатие и соответственно минимальный объем трубки, поэтому единица поставлена в клеточке минимального объема. Дополнительно к этому глоточная трубка в пределах каждого объема может модулировать, изменяя громкость звука и образуя слоговые кванты. Это обозначено на схеме прямоугольником с надписью "Квантование". Носоглоточный резонатор не модулирует, поэтому ему отведена только одна клеточка (место). Он может быть или включен (путем отхода нёбной занавески кпереди), или выключен (путем отхода ее кзади). При произнесении русского *а* носоглоточный резонатор выключен, поэтому в клеточке поставлен нуль.

Генераторная система состоит из двух отделов — голосового и шумового генераторов. При произнесении гласных всегда включен голосовой генератор (+) и выключен шумовой (—). Соответственно в клеточке голосового генератора поставлена единица и нуль в клеточке шумового. При произнесении же согласных всегда включен шумовой генератор, но может дополнительно включаться и голосовой. Кроме того, голосовой генератор при произнесении гласных производит квантование звука по шкале частоты от 80 *кол/сек*

до 1100 кол/сек.

Энергетическая система состоит из двух отделов: в одном из них посредством перекрытия воздухоносных путей регулируется количество подаваемого воздуха, в другом отделе путем опускания и поднимания диафрагмы и межреберных мышц регулируется сила воздушного давления. Соответствующие факты, документирующие эти соотношения, будут приведены в главе о речевом дыхании. Энергетическая система выполняет преимущественно функцию квантования, но так как при образовании каждого из элементов статики речи необходимы, как видно из схемы, разные аэродинамические условия, то на каждом из звуков речи соотношение отдела А и Б постоянно. Это значит, что при включении определенных мест, показанных на схеме, подается определенная порция воздуха, которой сообщается определенная степень сжатия, что обозначено в клеточках 1, 2, 3...6... и "подъем", "опускание". При произнесении а подается наименьшая порция воздуха. Диафрагма совершает непрерывное слоговое движение вверх и вниз, разное, в зависимости от состава звуков в слоге. Соответственно на схеме даны две последовательные фазы (1 и 2). Величина подъема

и опускания диафрагмы условно обозначена цифрами в десятизначной шкале. При произнесении слога а диафрагма в первой фазе поднимается на 1, во второй фазе опускается на 10. Явление парадоксального движения, диафрагмы будет в дальнейшем разъяснено специально.

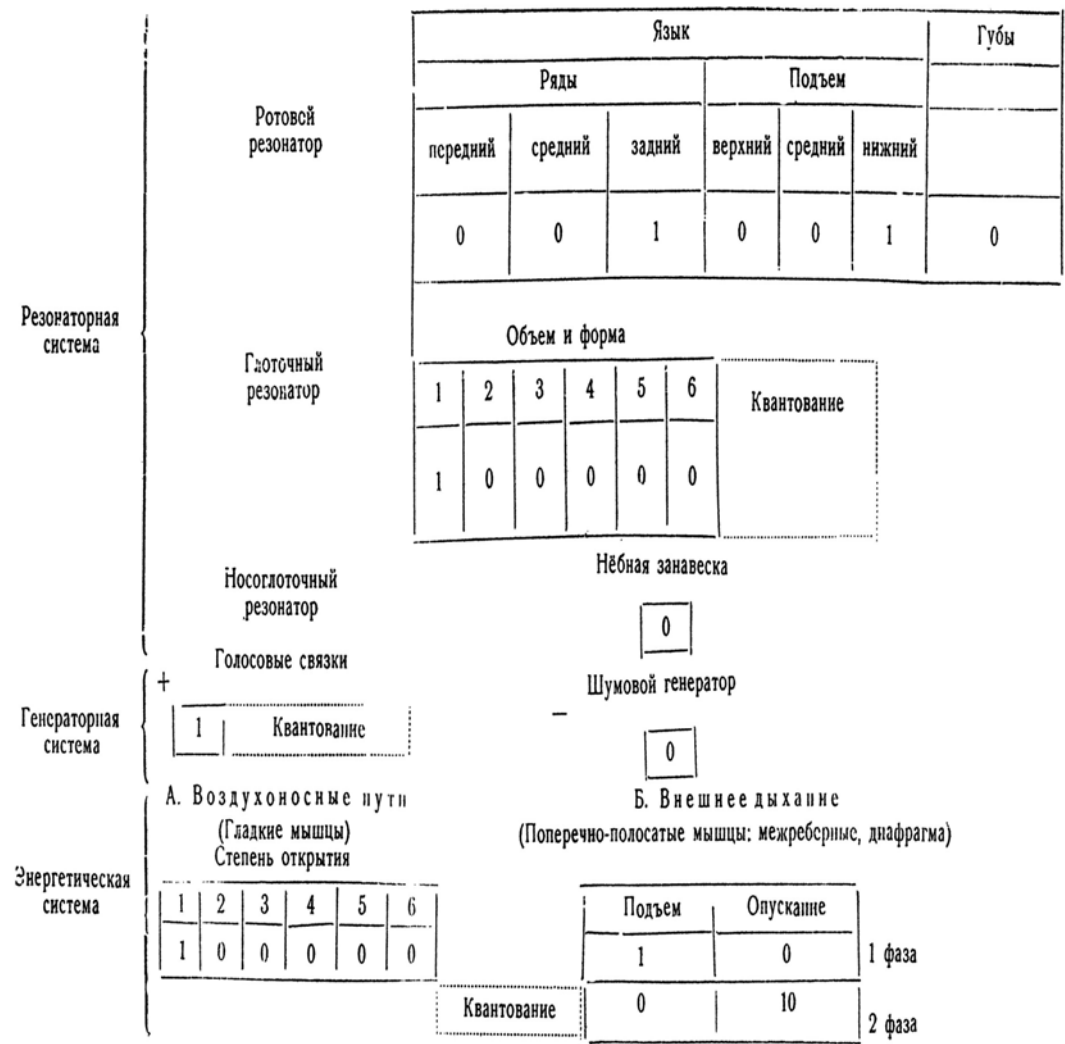


Схема кода гласных (русского языка). Случай произнесения "а"

Слово составляется из двух наборов звуков – гласных и согласных. Они следуют друг за другом

и могут смешиваться лишь в квантах слога. Так как они отбираются, так сказать, из разных касс, то и кодовая схема их различна.

При произнесении согласных (табл. 2) ротовой резонатор и шумовой генератор совпадают. Турбулентность, появившаяся в воздушной струе, проходящей через узкую щель или образующейся после взрыва затвора, генерирует звук, а свободное пространство рта и глотки является резонатором. Как будет показано дальше, резонанс происходит даже при взрыве губ на б – во рту и в глоточной трубке, так как трубка на всех согласных принимает совершенно определенную форму. При произнесении звука, например с, единица будет в первой клеточке схемы шумового генератора. В остальных местах – нули. В глоточном резонаторе единица будет в 4-й или 5-й клеточке (точное установление этих мест в глоточном, резонаторе пока затруднительно). В клеточках схемы носоглоточного резонатора и голосового генератора будут нули, в энергетической системе, в зависимости от квантования слоговой позиции, будут заняты единицей 6-я – 9-я клетки.

Если же будет произноситься звук с, т. е. с мягкое, то в ротовом, шумовом генераторе, кроме места 1, единицей будет занято место 5, так как

язык при смягчении средней частью спинки дополнительно поднимается к твердому нёбу (йотирование). Если произносится просто (ʁ-я), то единица будет только на пятом месте. При мягком с в схеме глоточного резонатора единица сместится с клеточки 4 или 5 на клеточку 10 или 12, т. е. произойдет расширение глоточной трубки. Соответственно усилится подача воздуха.

При произнесении так называемых аффрикат, например ц, единица появится в схеме шумового генератора сперва в клеточке 2, потом здесь будет нуль, и единица появится в клеточке 1. Это значит, что смычной затвор перешел в щель, в этот момент возникает определенного типа турбулентный поток воздуха. Глоточный резонатор совершит также смену двух форм, и единица перескочит с низкого номера на более высокий.

При произнесении м в схеме шумового генератора единица будет на клеточке 10, там же, где и при произнесении я, но затвор не прорвется, так как в клеточке носоглоточного резонатора будет также единица. Это значит, что воздух будет выходить не через рот, а через открытую носоглотку. При произнесении р (дрожащее) в шумовом генераторе единица и нуль будут появляться попеременно в клеточке 2, вследствие

чего затвор будет то появляться, то исчезать и при включении голосового генератора возникнет дрожащий звук. Таким образом, в данном случае будут включены оба генератора и произойдет многократная смена единицы и нуля в клеточке 2.

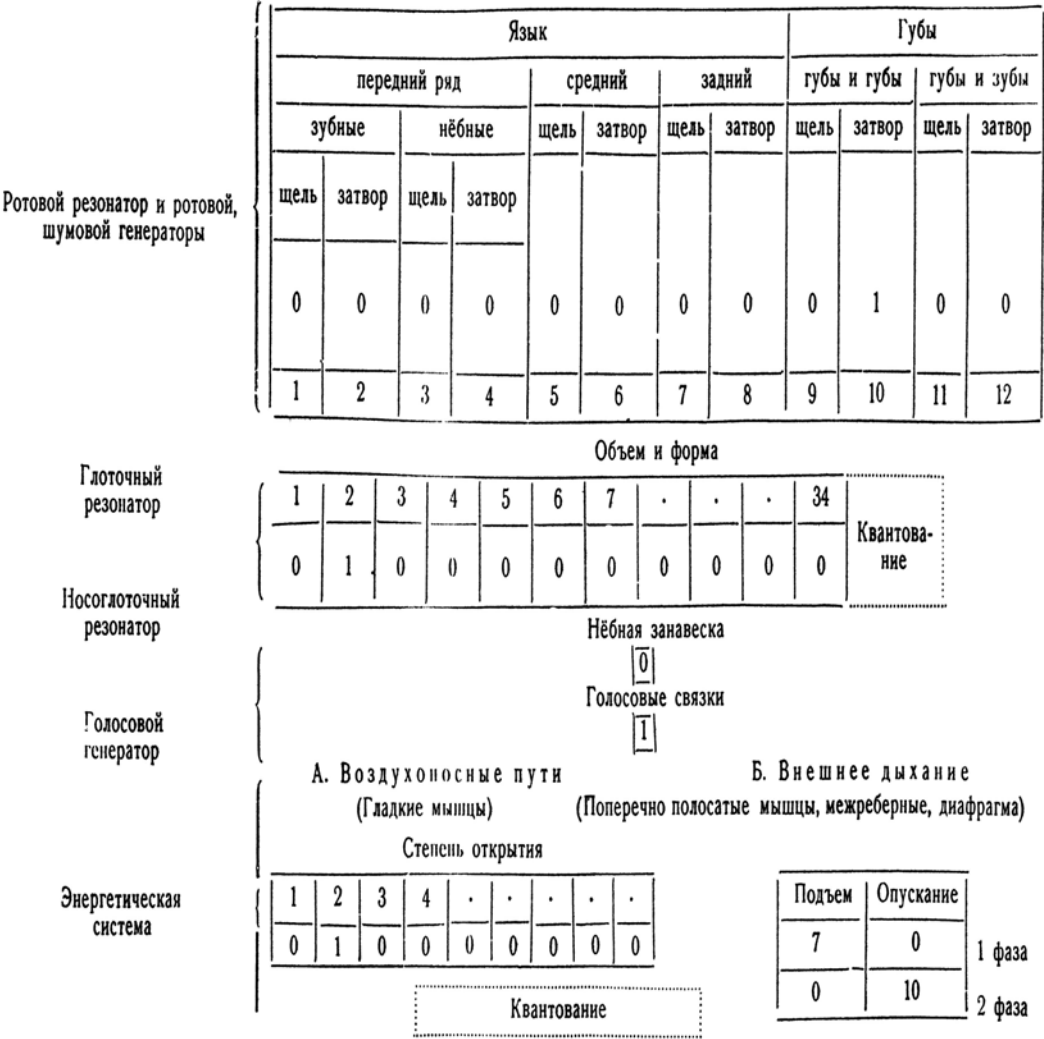


Схема кода гласных (русского языка). Случай произнесения "а"

Соотношение *щель* — *затвор* является дизъюнктивным. Это значит, что оно может быть выражено через: *или щель, или затвор*, при этом возможны три случая: а) есть щель и нет затвора;

б) нет щели и есть затвор; в) есть щель и есть затвор. Последний случай осуществляется, например, при произнесении *л* (*ложка*) – центральная часть языка образует затвор с зубами, а боковые части – щель. В таком случае единица будет подана в клеточку 1 и 2 одновременно, но на разные группы мышечных синергии языка. При произнесении согласных диафрагма поднимается и опускается по-разному на каждом звуке. При этом следует учитывать положение согласного в слоте (открытый, закрытый). На схеме записано произнесение простого слога *бъ*, где в первой фазе показан большой подъем на 7 единиц и слоговое опускание на 10 единиц (полное опускание) во второй фазе.

Аналогичным способом может быть разобрано положение единиц и нулей для каждого из мест трех эффекторных систем соответственно произнесению любого звука данного языка. Если же принять во внимание номер квантования, то может быть определена позиция и степень слоговой силы любого из слогов слова в данной фразе.

Приведенные две таблицы отчетливо показывают, в чем заключается сущность механизма речи. В этих таблицах засечен момент

стыка анализа и синтеза. К системе мышц подходит раздробленный поток нервных импульсов. Каждая из указанных в отдельных клеточках группа мышечных синергии обладает только двумя степенями свободы и соответственно этому может узкоспециализированно выделить в общем синтезируемом составе звука только один определенный компонент. Комбинация клеточек позволяет сочетать эти компоненты, так сказать, складывать их или вычитать из общего состава возможного сложного звука и, кроме того, квантовать по сетке уровней. В этом и состоит синтез звуков на выходе речевых эффекторов. Энергия не растекается беспорядочно, а направляется по точно определенным каналам, выполняя всякий раз точно определенную работу. В сочетаемых звеньях системы механизма складываются и вычитаются степени свободы каждого звена.

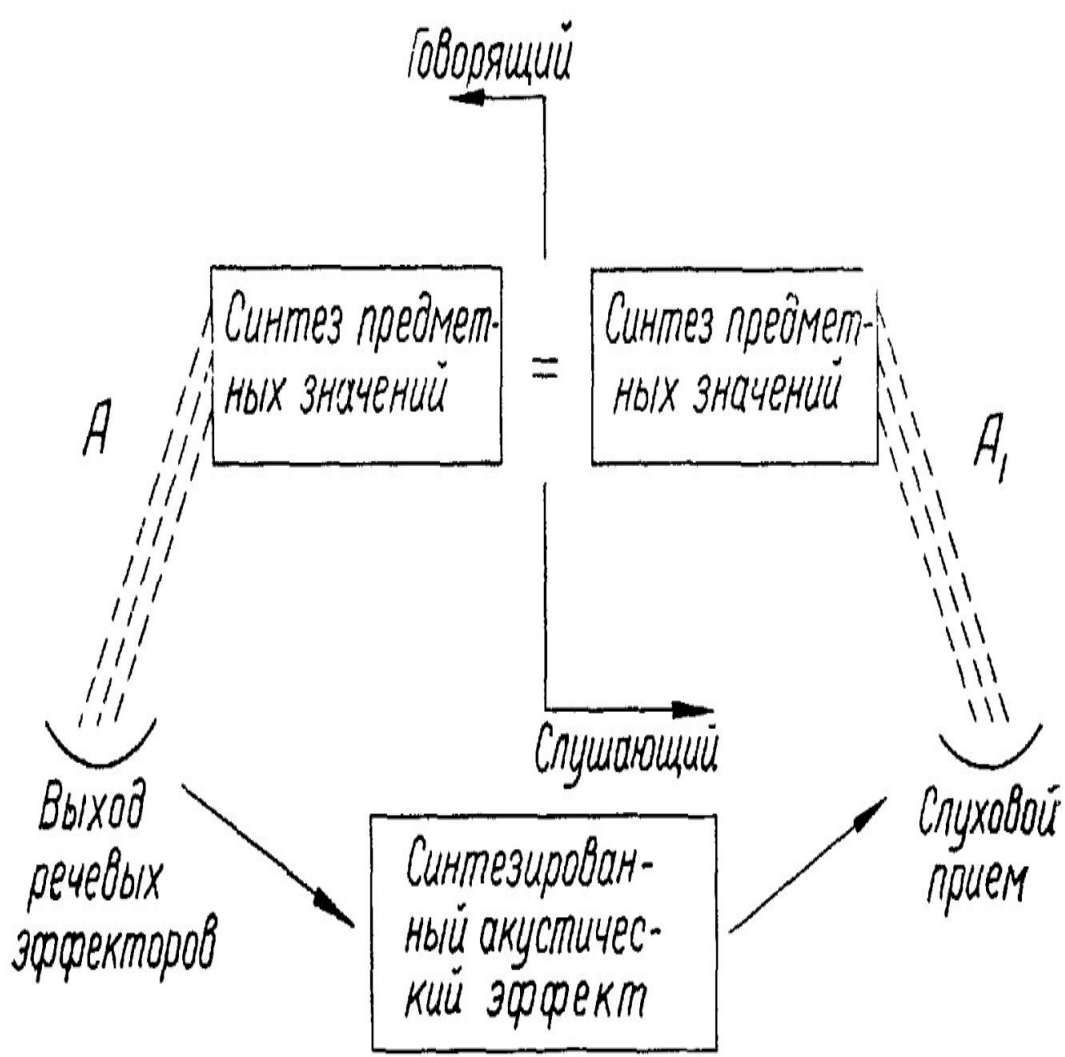


Рис. 1. Схема процесса общения

Таким образом, только разложив на элементы запущенную из центра систему нервных сигналов, можно заново восстановить эквивалентную ей систему, обладающую такими же дифференцировочными противопоставительными компонентами, которые были выделены корковым анализом и синтезом. Для получения эквивалентности необходимо кодирование, так как один вид энергии переходит в другой, а несущие значение сигналы заменяются другими сигналами, которые должны нести такое же

сигнальное значение.

Особое внимание следует обратить на то, что в процессе речи ее элементы дважды анализируются и дважды синтезируются. Это специфическое свойство процесса общения схематически может быть изображено.

Говорящий из состава усвоенного лексикона (что на рисунке не показано) отбирает определенную группу слов, которая распадается на раздробленные сигналы речедвижений. На выходе речевых эффекторов, в процессе смены речедвигательных сигналов акустическими, они синтезируются и передаются в таком виде слуховому анализатору. Здесь снова, при переходе на новые несущие сигналы, происходит дробный анализ и в дальнейшем корковый дополнительный анализ и синтез" Синтез предметных значений у говорящего и слушающего должен быть тождественным. Все остальные стадии анализа и синтеза эквивалентны. Наличие двойного анализа и синтеза выделяет речевой процесс среди других видов человеческой деятельности. Так, например, при зрительном восприятии вещей в оптическом рецепторе тоже происходит первичный анализ и синтез признаков пространства, цвета и освещения. В корковой части синтез продолжается и завершается синтезом этих

признаков. Однако вторичного анализа и синтеза при зрительном восприятии не происходит. То же можно сказать про тактильный и двигательный анализаторы в целом, а также и про другие анализаторы. Только в том случае, когда возникает задача передачи зрительного образа от одного человека к другому, появляется необходимость вторичного анализа и синтеза признаков передаваемого целого. Такой процесс осуществляется, например, в деятельности художника. Конечно, самый механизм передачи совершенно иной, чем при речи, хотя в конечном счете передача зрительного образа не может осуществиться без участия речи. При слепоглухоте двойной анализ и синтез вырабатывается в обучении через кожный анализатор, при этом кожнодвигательный ряд элементов становится эквивалентным акустическому речевому ряду.

Из изложенной в этой главе концепции вытекают два весьма важных вывода – один о сигнальных заменах, другой о соотношении анализаторов в механизме речи.

Сигнал, несущий определенное значение, не является только носителем и переносчиком, он выполняет аналитико-синтетическую функцию. Именно вследствие этого он и становится переносчиком. Определенная группа

материальных сигналов может выполнить лишь определенные сигнальные аналитико-синтетические функции. Как только они выполнены, эти сигналы могут быть заменены другими сигналами, сохраняющими результат (произведенного анализа и синтеза. Так, после анализа признаков звука составляется новый значимый элемент, несомый этими звуками, – слово. Теперь звуки могут быть заменены буквами, электрическими сигналами или числами. Как только из слов будет составлено одно простое сообщение, оно, как простой элемент, может быть заменено общим словом-синонимом, схемой (например, карта), вещью или изображением (например, дорожные знаки). Целая группа сообщений составляет снова один элемент, например книга может быть замещена аннотацией.

Однако сообщение может быть принято (понято) лишь после того как снова, возвращаясь по ступеням замен, будет восстановлен первичный звуковой анализ и синтез. При чтении текста, составленного из букв, слова будут приняты лишь после того, когда будет узнано то же произносимое слово. Больше того, все элементы слогового и фразового квантования должны быть восстановлены, для того чтобы понять, что

именно выделено в сообщении и что ослаблено, редуцировано. Это явление внутренней интонации играет исключительно важную роль как при чтении про себя, так и при составлении письменного текста⁷⁴.

Телеграф при помощи электрических сигналов передает лишь буквы, а читающий телеграмму узнает в ней звучащие и произносимые слова, которые сообщают ему о радости и горе. Известно много поучительных в этом отношении анекдотов о том, как разное интонационное прочтение меняет смысл сообщаемого в телеграмме. Сигнальные замены возможны только там, где закончилась определенная ступень анализа и синтеза и из комплекса образовался простой элемент, который сам теперь может вступить в новый комплекс.

2. Есть все основания считать, что местом образования и накопления слов является речедвигательный анализатор. Слуховой анализатор лишь контролирует способ образования слов, но не содержит их в себе. Только то слово может быть принято и узно, которое уже образовано и двигательные следы которого хранятся в речедвигательном анализаторе. Незнакомое слово должно быть, под контролем слуха, предварительно усвоено

речедвигательным анализатором. Это общее положение имеет практически очень большое значение при обучении родному и иностранному языку, при усвоении орфограмм и вообще для понимания разных видов речевого процесса. Для человека, приступающего к изучению немецкого языка, какое-либо слово, например *Standpunktskoordinaten*, будет принято лишь после расчленения его звуковых и морфемных элементов через импульсы речедвигательного анализатора (например, в ряду *Kopfko Ordinaten*, *Brust Koordinaten*).

Добытые до сих пор факты в области изучения речевых кинестезии показывают, что отбор слов происходит при усилении обратной связи от органов речи, так как для осуществления отбора необходимо поднять возбудительный потенциал ядра речедвигательного анализатора, содержащего двигательные следы слов. Зрительный прием букв в таком случае следует рассматривать как первый момент запуска связей речедвигательного анализатора, а слуховое восприятие речи как контроль и прием накопленных в речедвигательном анализаторе слов.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМА РЕЧИ

Глава седьмая

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕТОДИКИ И НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ПРИЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССА

§ 17. Принципы комплексной методики

Мысль, так или иначе возникшая во внутренней речи, передается другому человеку через акустические комплексы, которые синтезируются как звуки на выходе речевых эффекторов и, поступая к органу слуха, принимаются им, транспортируются в мозг в виде нервных сигналов и в конце концов та же мысль говорящего становится достоянием слушающего. В первой части работы мы видели, что весь этот сложный путь, составляющий элементарный акт речевого общения, изучается группой

разнообразных дисциплин, ни одна из которых не рассматривает процесс общения в целом, а выбирает то один, то другой его участок. Задача изучения механизма речи состоит в том, чтобы проследить все этапы этого пути. При этом нельзя забывать, что в речи передается мысль, образ, который возник в результате отражения человеком действительности. Вот почему вся эта проблема механизма речи может быть решена только тогда, когда становится психологической. Как бы мы ни углублялись в самые тонкие детали речевого механизма, что неизбежно, если поставлена задача его изучения, мы останемся в пределах психологической проблематики в том случае, когда процесс будет рассматриваться как общение, как сохранение тождества в цепи многих пунктов передач и постоянной изменчивости. В этой связи интересно замечание одного из наиболее крупных физиологов, занимавшегося изучением речевой и певческой фонации, Л. Д. Работнова. Он скептически относился к множеству разнообразных рекомендаций певцам о способах воспроизводства внешних дыхательно-фонационных движений. Вся система речевых и (певческих органов выполняет по импульсам мозга очень сложную одновременную работу. Певец поступит лучше, если вместо этих

рекомендаций станет следовать слуховому образу. Только психологический подход, замечает Л. Д. Работнов, может решить такую сложную задачу⁷⁵.

Необходимо найти такие методические средства, которые позволили бы подойти к изучению речевого механизма разносторонне и вместе с тем концентрированно, так, чтобы обследовать его самые существенные звенья. Если признать, что двойной анализ и синтез действительно является существенным признаком речевого процесса, тогда можно определить наиболее доступное и целесообразное для изучения место приложения исследовательской методики. Имея в виду эквивалентность обоих аналитических и синтетических рядов, достаточно выбрать одно из двойных звеньев для специального и всестороннего (Изучения, учитывая то специфическое, что дополнительно выполняется другим двойным звеном. Легко видно, что первой парой звеньев является тот этап речевого процесса, на котором осуществляется переход от дробного анализа речедвижения к синтетическому акустическому комплексу на выходе эффекторов. Именно здесь производятся собственно речевые образования. Слух принимает не только речь, но и всяческие другие природные

и искусственные звуки. И только речевые эффекторы выдают речь. Не говоря уже о том, что динамический и высотный диапазон речи чрезвычайно сжат по сравнению с диапазоном звуков, принимаемых слухом, следует обратить внимание на самый характер производимых человеком звуков. Даже когда человек не говорит, производимая им фонация напоминает речевые звуки. Вздохи *ок* и *ах*, стоны, крики, плач, смех и т. п. — все, кроме насвистывания мелодии, является ненормативной модификацией речевых звуков. Это значит, что речевые эффекторы по самому их устройству и расположению приспособлены к синтезу специфически речевых звуков.

Исследование механизма речи было бы поставлено в значительно более трудные условия, если бы изучалось не эффекторное звено, а рецепторный слуховой анализ и корковый синтез. Прямые наблюдения за деятельностью корковых областей в процессе речи мало доступны, да и анализ, осуществляемый рецепторами, может исследоваться путем косвенных наблюдений. Изучение же эффекторного прибора выгодно тем, что его движения могут быть зафиксированы достаточно точно. Вместе с тем эквивалентность коркового анализа и синтеза конечному

акустическому эффекту дает основание судить о работе центрального замыкательного аппарата на основании речедвижения в сопоставлении с акустическим результатом. Вся дробность анализа и вся полнота синтеза выводится, так сказать, "наружу" в момент образования звуков на выходе речевых эффекторов. В исследуемом продукте есть все для того, чтобы судить, в каких элементах речедвижения и звукового комплекса произведен анализ и в какие синтетические единицы складываются эти элементы.

Таким образом, при изучении механизма речи необходимо учесть по меньшей мере два звена процесса – аналитическое и синтетическое. В этом и состоит первый принцип комплексной методики. Отсюда же следует, что речедвижения должны постоянно сопоставляться с данными акустических измерений. В этом состоит второй принцип комплексной; методики исследования механизма речи. И, наконец, наличие в речи статики и динамики заставляет рассматривать изучаемый механизм как динамический процесс, в котором путем перехода одних переменных в другие происходит дифференциация и интеграция определенных постоянных величин – значимых единиц. Это третий принцип комплексной, методики. Для изучения механизма речи

недостаточно только зафиксировать те или другие речедвижения или акустический комплекс, необходимо, чтобы результаты фиксации обнаружили дифференциальную функцию того или другого двигательного и акустического элемента.

Чрезвычайная неполнота сведений о механизме речи обусловлена главным образом тем, что в большинстве исследований указанные принципы не применялись последовательно. Обычно акустические измерения речи проводятся вне зависимости от исследования речедвижения, а наблюдения за речедвижениями вне связи с акустическими измерениями. Наибольшим же недостатком до сих пор является то, что звуки речи изучаются как статические образования. Современная фонетика по справедливости может быть названа статической. В ней показано, и то частично, где образуются звуки и каким способом, но не найдено, как они сливаются в динамические образования – слоги и слова. Это значит, что основная произносительная единица – слог – выпадает из поля наблюдения.

Так как речевой звук может возникнуть только в результате совместной деятельности мышечных синергии, то в комплексную методику изучения речевого механизма как обязательный входит

четвертый принцип – совместное исследование трех систем: а) генерации звука, б) резонатор-ной системы и в) энергетической системы. Отсутствие сведений об одной из этих систем в значительной мере обедняет факты, относящиеся к двум остальным, и часто лишает возможности объяснить некоторые явления. Если, например, установлено, что звук *п* образуется смычкой губ при выключенной гортани, но так как не выяснены аэродинамические условия его образования, то формирование и прием такого звука становятся загадкой. Действительно следует думать, что звук *п* не может нигде резонировать, так как все резонаторы остались позади; струя воздуха прорывает смычку у самого входа в свободное звуковое поле, и без того глухой звук *п*, при отсутствии резонанса, окажется настолько акустически маломощным, что замаскируется непосредственно следующим за ним мощным звуком гласного, например в слогe *па*. Затруднения в объяснении этого и других аналогичны" явлений возникают вследствие того, что не учтена функция глоточной трубки и всей энергетической системы. В действительности при губном взрыве гортанный сфинктер широко, раскрыт, а глоточная трубка сужена до определенного размера; в то же время диафрагма

делает сильный взмах вверх, что при наличии губной смычки вызывает увеличение воздушного давления во всей надставной трубке, в которой после прорыва смычки возникает специфический резонанс.

Трудности применения комплексной методики заключаются в том, что речедвигательный анализатор широко распространяется во внутренних областях тела и доступен безынструментальному наблюдению лишь на периферии. Проникновение во внутренние области, так, чтобы сохранилась полная естественность произнесения, требует применения специальной аппаратуры. Однако даже при наличии такой аппаратуры и ее применения сложившиеся по традиции установки статической фонетики оказались так сильны, что наблюдатель не замечает тех явлений, которые регистрирует аппаратура. Рентгенологическое изучение артикуляции ведется уже не менее 40 лет, но исследователи с упорством продолжают вести свои наблюдения только за положением языка в полости рта, хотя на рентгенограммах отчетливо видна вся надставная трубка. Даже в тех случаях, когда изменения в объеме глоточной трубки все же отмечаются, кз этого не делается никаких выводов о механизме речи, т. е. о соотношениях в

работе всех речевых эффекторных систем. Дается лишь описательное констатирование статики.

Особенно трудным в комплексной методике является применение принципа динамики. Речедвижения происходят за десятые и тысячные доли секунды одновременно в самых различных местах произносительного прибора. Уловить всю эту динамику на глаз довольно трудно. Однако при всем этом нельзя отказаться от такого поистине увлекательного зрелища, которое с легкостью может быть получено при рентгеноскопии надставной трубки. Рентгеноскопией давно уже широко пользуются в медицине в целях диагностики, но в литературе по вопросам артикуляции нам ни разу не встретились указания на применение этой методики, так ярко обнаруживающей динамику речевого процесса. Конечно, точное изучение динамики речевого процесса возможно лишь при условии ее фиксации на киноплёнке, которую можно изучать кадр за кадром. Но и покадровое измерение всегда должно дополняться многократным просмотром всего процесса в его полном динамическом развитии. Пренебрежительное отношение к рентгеноскопии во многом определяется традициями, укоренившимися в статической фонетике.

Характерным последствием того, что комплексная методика не применялась, было появление трех противоречивых гипотез образования основной произносительной единицы – слога. Каждая из этих гипотез учитывает лишь одну сторону речевого процесса, не принимая во внимание остальных. Согласно экспираторной гипотезе (Р. И. Аванесов и В. Н. Сидоров) слог и словесное ударение образуются в процессе выдоха. Сколько выдохов, столько и слогов. В этой концепции основную роль играет энергетическая система. Как изменяется при слогаобразовании громкость звука, как перестраиваются спектры и почему слогаобразующим обычно является гласный, – все эти вопросы остаются вне наблюдения. Согласно гипотезе сонорности (О. Есперсен) слог возникает вследствие сочетания двух или нескольких звуков разной звучности (сонорности), например, гласного и согласного. Как видно, эта концепция учитывает только спектральный состав речевых звуков, т. е. резонаторную систему, не принимая во внимание энергетическую. Здесь рассматривается только акустический эффект, да и то не полностью; роль речедвижений при образовании слога остается в тени. Наконец, гипотеза мускульной напряженности (Л. В. Щерба) рассматривает

только эту последнюю сторону явления – артикуляционную. Согласно этой концепции слог образуется в дуге мускульной напряженности, возникающей в надставной трубке. Максимум мускульного напряжения соответствует вершине слога, т. е. гласному. Согласный, стоящий перед гласным, вначале будет слабее, чем к концу, т. е. к моменту вступления, когда согласный усиливается (сильноконечный). Наоборот, артикуляция согласного, стоящего после гласного, будет сильнее в его начале и слабее в конце (слабоконечный). В этой концепции довольно тонко учитывается динамика речедвижений, но акустический результат и речевое дыхание остаются в стороне. Вследствие этого непонятно, почему максимум мускульного напряжения падает на гласный, хотя прорыв затвора на смычном согласном, надо думать, потребует значительно больших мускульных напряжений, чем открытая артикуляция гласного. Да и само понятие мускульного напряжения, если поставить вопрос об измерении напряжения, остается неопределенным.

Эти три концепции, которые по отдельности как будто учитывают три основные эффекторные системы, все же нельзя объединить, стараясь взять лучшее из каждой, так как одна из них

опровергает другую. Соотношение между экспирацией и громкостью звука не прямо пропорционально. Усиливая выдох, например на *а*, мы увеличиваем его громкость, но, усиливая в той же степени экспирацию на *и*, мы всегда получим значительно меньшую громкость этого *и*, чем *а*. На разногогромкость звуков речи обратил внимание еще Русело. Теперь это явление широко известно, нужно лишь найти ему объяснение и определить роль в общем механизме речи. Гипотеза сонорности как раз и строит свою концепцию, исходя из факта разногогромкости звуков речи, в то время как экспираторная гипотеза предполагает зависимость громкости только от силы выдоха. Таким образом, обе эти теории не столько дополняют, сколько противоречат друг другу. Такое же несоответствие обнаруживается и при сравнении гипотезы сонорности с гипотезой напряженности. Согласно первой, вершина сонорности будет вершиной слога. Но очевидно, что слог может образоваться и в звуке однородного тембра, например *а*. Тогда уже нельзя считать, что вершиной слога будет звук с большим сонорным качеством (ибо тембр один). Приходится допускать, что в таком случае слог образуется или усилением экспирации или нарастанием мускульной напряженности. При

таким сопоставлении гипотеза сонорности опровергается со стороны двух остальных. Но и гипотеза напряженности опровергается с двух концов.

Спектр гласного звука обладает большей акустической мощностью, чем спектры большинства согласных, поэтому вершина слога будет зависеть не только от мускульной напряженности надставной трубки, но и от включения голосового генератора. Кроме того, усиление экспирации, хотя и в более сложном соотношении, чем допускает экспираторная гипотеза, все же вызовет усиление слога. Независимо от этого, группы мышц принимающих участие в образовании звуков речи, весьма различны. Очень трудно сравнить или сложить мышечную напряженность, например подъема диафрагмы и раствора челюстей для произнесения а. Едва ли вообще целесообразно искать сумму напряженности совершенно различных мышечных синергии, выполняющих при образовании звука совершенно разные функции. Вопрос следует свести к тому, чтобы узнать нет ли таких специальных мышц, сжатие которых и увеличение напряженности образовало слог. В дальнейшем мы увидим, что такой орган действительно существует и что его

напряженность усиливается действительно именно на вершине слога и больше на ударном, чем неударном. Можно удивляться тонкой наблюдательности Л. В. Щербы, который уловил "темные" кинестезические ощущения мышечной напряженности какого-то органа. Однако даже найдя такой орган, объяснить слоговое деление без учета речевого дыхания и без исследования изменений в спектрах звука невозможно.

Таким образом, наибольшие методические затруднения, повлиявшие на результаты и теоретические концепции, возникли вследствие того, что не удавалось применить указанные выше четыре принципа комплексной методики.

§ 18. Методические приемы исследования артикуляции

Акустические измерения применяются давно. Техника приемов измерения совершенствуется с каждым годом. В нашу задачу не входит излагать состояние этого вопроса. Стоит только заметить, что современная техника измерений располагает достаточно надежными средствами для того, чтобы: а) записать и воспроизвести речь на магнитофоне с точностью до 8–12 000 герц, б) получить суммарную осциллографическую кривую записи значительных по времени отрезков речи, в) разложить эту кривую на составляющие по основному тону, спектру, интенсивности и длительности. Этих данных вполне достаточно для анализа акустического эффекта речи. Указания на примененную для наших измерений аппаратуру будут даны в следующей главе.

Значительно хуже решена задача исследования речедвижений. Мы остановимся на рассмотрении только тех работ, которые так или иначе относятся к изучению динамики речи. Об исследовании речевой статики можно лишь упомянуть, так как применяемые здесь методические средства, хотя и пополнились со

времени Русело, но не внесли ничего принципиально нового, хотя обследование артикуляции сделалось более точным. Так, кроме обычных наблюдений за движением губ, производятся точные определения размеров выходного отверстия ротового резонатора при помощи замеров на кадрах киносъемки произнесения слов и фраз. Для регистрации касаний языка к разным областям твердого нёба применяется палатографическая методика, сущность которой состоит в том, что в рот вставляется искусственное нёбо из пластмассы, покрытой краской, стираемой в момент прикосновения к ней языка. Для той же цели применяется ротовой измеритель Аткинсона. При этом способе в искусственное нёбо вставляются по средней линии вертикально к языку тонкие свинцовые проволочки, которые загибаются движением языка. Эта методика дает дополнительный материал к обычным палатограммам. В фонетических исследованиях Т. А. Бровченко⁷⁶ применялся миниатюрный фотоаппарат размером 31x12,5 мм системы Фельдштейна-Максутова, при помощи которого можно производить во рту несколько снимков одновременно в разных направлениях. Пользуясь ларингоскопом, можно вести наблюдения за

движением надгортанника и осматривать голосовые связки. Однако введение ларингоскопа в рот, конечно, делает невозможным произнесение речи. Применяется также пальпация кадыка и подъязычной кости для определения их движений в процессе речи.

Основные положения современной фонетики об артикуляционной базе разных языков установлены вышеуказанными способами. Однако для целей изучения механизма речи применения этих методических средств недостаточно. Фонетика преследует преимущественно описательные цели, поэтому для установления сравнительных особенностей ротовой артикуляции в разных языках указанные средства вполне пригодны и будут применяться, наверное, и в дальнейшем, для изучения же механизма речи они дают мало, так как охватывают слишком узкую область речевых движений. Вместе с тем уже установленные в области ротовой артикуляции факты вполне достаточны для основных выводов о механизме речи, если эти факты связать с данными речевой динамики. Детали в положении языка при произнесении тех или других звуков данного языка не представляют интереса, а иногда даже запутывают и самих фонетистов, так как индивидуальные отклонения

и приспособления к изменившимся условиям произнесения довольно значительны. Выпавший или вставленный зуб вначале вызывает неудобства и может повлиять на разборчивость речи, но через некоторое время пропадает и то и другое.

В фонетике применяется также пневматическая методика. Целый ряд работ, в частности исследование русских гласных Л. В. Щербой, произведен этим способом. Произнесение производится через ротовой амбушюр, от которого идет резиновый шланг к мареевскому барабанчику. В этом случае измеряется главным образом послеротовое воздушное давление и частично регистрируется основная частота на гласных. Определение частоты основного тона по этому прибору не представляет интереса и несравнимо по качеству с электроосциллографической записью. Измерение же воздушного давления в относительных условных единицах амплитуды подъема записывающей иглы, угла подъема и площади под кривой очень показательны. Достаточно точно может быть определено и время. Пересчет на миллиметры ртутного или водяного столба требует специальных расчетов для данной установки и обычно не производится. Серьезным недостатком этой методики является то, что

произносимая в амбушюр речь не может быть записана на магнитофоне и даже проконтролирована слухом в момент произнесения. Вследствие этого трудно сказать, в какой мере зарегистрированное произнесение является нормативным и естественным. Из полученных по этой методике данных отчетливо видно, что при произнесении, например, взрывных согласных, особенно глухих, послеротовое давление быстро нарастает и затем так же быстро падает, при произнесении же гласных давление значительно меньше по амплитуде, но держится более длительно. Эти данные имеют значение для суждения о механизме речи.

Пневматический прибор может быть приспособлен к месту, соответствующему положению подъязычной кости или щитовидному хрящу гортани. Через резиновый шланг колебания этих частей передаются на мареевский барабанчик и записываются на ленте кимографа. В 1913 г. Л. Н. Скородумов⁷⁷ провел работу, используя эту методику. Он пришел к весьма парадоксальным, но для нашей темы интересным выводам. По наблюдениям Л. Н. Скородумова, оказалось, что подъязычная кость поднимается всякий раз в момент удара на слове. Из этого он заключил,

что ударение в слове производится движением подъязычной кости — вывод столь же парадоксальный, как и нелепый. Л. Н. Скородумов заметил, что подъязычная кость смещается при всяком мышечном напряжении, например при сжатии кисти в кулак. Он полагает, что дрожание подъязычной кости может быть индикатором мышечного напряжения при словесном ударе. В. А. Богородицкий дал справедливую отрицательную критику этой концепции⁷⁸, указав на то, что подъязычная кость, на которой держатся мышцы, лежащие ниже ее, и на которую опираются мышцы, расположенные выше ее, колеблется вообще при всяких движениях тех и других мышц. Из материалов Л. Н. Скородумова видно, что подъязычная кость не всегда поднимается на ударном слоге, нередко она поднимается и на безударных слогах, чего и следовало ожидать. Эта работа, произведенная врачом, представляет лишь тот интерес, что является первой попыткой при изучении речевой динамики спуститься для наблюдения процесса несколько ниже ротовой полости и подойти к изучению глоточной трубки. При явной неудаче, сама идея — найти в глоточном резонаторе разгадку речевой динамики — представляет интерес. Движения подъязычной кости, конечно,

являются производными от множества мышечных движений и не могут играть сами по себе никакой роли в образовании ударения. Кроме того, весьма тонкие и сложные движения подъязычной кости не могут быть зарегистрированы с достаточной точностью на грубой пневматической аппаратуре. Однако нельзя отрицать того, что и в колебаниях этой кости отражаются именно динамические процессы, происходящие в глоточной трубке.

Для изучения механизма речи наибольший интерес представляет рентгенологическая методика. Наряду с акустическими измерениями она необходима и достаточна для того, чтобы подойти к решению основных вопросов в этой области. Сочетание акустической и рентгенологической методик обеспечивает применение четырех принципов комплексного изучения работы речевых эффекторов. Рентгенография позволяет зафиксировать движения тех скрытых во внутренних полостях органов, которые участвуют в произнесении и отсутствие сведений о которых в наибольшей мере затрудняет построение общей концепции механизма речи. Однако распространение этой методики весьма ограничено. Своеобразное промежуточное положение проблемы механизма речи среди других дисциплин оказало влияние на

выбор методических средств. Казалось, что рентгенология относится к узкой области медицины и служит лишь целям специальной диагностики, хотя этому и противоречило широкое применение рентгенографии в промышленности. Даже физиологи при изучении, например, механизма внешнего дыхания в большинстве случаев применяют пнеймограф, который по богатству и точности результатов не может идти ни в какое сравнение с рентгенографией. Что касается психологов, то трудно найти такую работу, которая учла бы для своих целей рентгенографию, хотя та же пнеймография, кардиография, плетизмография, гальваноскопия, энцефалография и т. п. находят в психологии широкое применение.

История применения рентгенографии для изучения движений органов речи бедна, хотя уже первые шаги в этом направлении позволили установить весьма существенные факты, из которых, правда, не было сделано выводов о механизме речи. Одним из первых применил рентгенографию сурдопедагог П. Енько⁷⁹. В отличие от Колле (Collet), который в Институте глухонемых и слепых в Брюсселе (1910) провел аналогичное исследование, П. Енько применил Технику, обеспечивающую более точные

измерения интересующих объектов. Он не обмазывал испытуемому весь язык барием, а проводил по шву языка и твердому нёбу тонкую бариевую полосу. Эта техника принята и в настоящее время. Работа была проведена с целью выяснения разницы между произнесением твердого и мягкого слога (например, *та*, *тя*). На основе изучения рентгенограмм, фотографическое качество которых достаточно удовлетворительно, П. Енько приходит к выводу о том, что твердость слога обусловлена свойствами резонанса гласного, входящего в слог, при этом основное влияние здесь имеет не столько положение языка во рту, сколько резонанс гласного в более глубоких частях рта – между корнем языка и входом в гортань. Резонанс твердых слогов образуется преимущественно в более глубоких частях глоточноротовой полости. Для подтверждения этого П. Енько добавляет, что при вставленном в рот ламповом стекле, мешающем изменить величину отверстия, удается произнести узнаваемые слухом гласные. С другой стороны, говорит он, сравнение рентгенограмм показывает, что, например, при размыкании губ в мягком слоге, т. е. в начале второй фразы слога, язык еще не перешел в положение,, нужное для твердого *а*. Таким образом, следует думать,, что в смягченных

словах смягчается не только гласная часть первой фазы слога, но и начало второй фазы.

Как видно, полученный П. Енько материал представлял богатейшие возможности для изучения механизма образования слога. Однако внимание исследователя было сосредоточено все-таки на ротовой полости и в наблюдениях не было замечено ничего из того, что происходит ниже зёва. Кроме того, П. Енько исходил из неправильных теоретических положений, оставленных современной наукой, о том, что мягкостью обладает не согласный звук, а следующий за ним гласный⁸⁰. Можно научиться, говорит П. Енько, произноситься, поставив язык как для *ш*, так, чтобы смычка образовалась далеко позади у мягкого нёба. В момент размыкания можно быстро перенести язык вперед для смягчения *а*. Однако по предложенному П. Енько способу произнесения получится не *ся* (*са*), а *кја*. При переносе языка вперед между ним и твердым нёбом появится сужение, в котором возникнет турбулентный поток воздуха и соответственно палатальный звук. Вместе с тем материал П. Енько показывает, что гласный в слогe меняется в зависимости от соседства с тем или другим согласным. В этом и состоит динамика изменения спектров в составе слова. В этой части

наблюдения и примененная П. Енько методика забыты несправедливо. Современные фонетисты в таких случаях обычно пользуются лишь слуховым наблюдением и не устанавливают точного соответствия между резонансными полостями и акустическим результатом, например, в позициях мягких и твердых слогов.

Значительно более обстоятельное и технически более совершенное рентгенологическое исследование, имеющее большое значение для постановки проблемы механизма речи, было произведено в 1931 г. Ресселем⁸¹. В этой работе исследовалось положение активных органов речи не только при произнесении гласных, но и согласных. Трудная задача рентгенографической фиксации произнесения согласных была решена путем уменьшения экспозиции до 1/128 сек., что требует высококачественной рентгеновской трубки, увеличения силы тока и напряжения, а также высокочувствительной пленки. На рентгенограммах видна вся область надставной трубки – от губ до гортани. Рессел подтверждает и значительно уточняет выводы, полученные в других исследованиях. Им устанавливаются две области в зависимости от положения языка: а) передняя и б) более задняя. В заднюю область

входит и глотка. Хотя рентгенограммы показывают отчетливую картину изменения формы глоточного резонатора не только в зависимости от положения языка, но и в результате модуляций самой глоточной трубки, Рассел не придал этому большого значения. Традиционная концепция об активной роли языка и пассивном поведении глотки довлела и над этим автором. Рассел придает большее значение не форме резонатора, а особенностям его поверхности. Мягкие и твердые стенки резонатора по-разному меняют тембр звука, оказываются на его "яркости" и "тусклости". Это положение сближает "точку зрения Рассела с концепцией Л. В. Щербы о разной напряженности звуков речи. В английском слове *реер* долгое отличается по напряженности стенок резонатора от *i* в слове *рір*.

Следует, однако, заметить, что изменение поверхности стенок резонаторов зависит от их формы, следовательно, является величиной производной. При произнесении *и* (*i*) сжиматели глотки расслабляются, вся трубка расширяется, поэтому поверхность глотки делается более мягкой, чем при произнесении *а* в суженной глоточной трубке. Таким образом, как будет сказано более подробно в дальнейшем изложении, различия в резонансе происходят все-таки от

изменения формы глоточной трубки. Звуковой луч при произнесении *и* не проходит прямо в ротовую полость, а задерживается в верхней части глотки, где образуются воздушные завихрения именно в результате особой формы глоточной трубки. Независимо от этого следует подчеркнуть, что тщательное применение рентгенографической методики привело Рессела к необходимости обратить внимание на роль глоточной трубки в процессе речевого произнесения.

Обстоятельное рентгенографическое исследование артикуляции было проведено в 1937 г. Хольбруком⁸². Перед исследователем стояла чисто описательная сравнительно-фонетическая задача. Изучалось положение органов речи при произношении в английском, французском, немецком, польском, русском и испанском языках. Хотя в работе не делается никаких выводов о механизме речи, представленные в ней рентгеносхемы интересны и с этой точки зрения. Хольбрук заметил, что форма глоточного резонатора имеет очень большое значение для образования тембров и различна при произнесении слов на разных языках. Рентгеносхемы, полученные для русского языка, совпадают с теми материалами, которые были найдены и в нашем исследовании. Хольбрук

предлагает следующие параметры измерений рентгенограммы: 1) расстояние между резцами; 2) расстояние между губами; 3) подъем верхней губы над резцами; 4) выступ у нижней губы над резцами; 5) наибольший подъем языка над нижними зубами; 6) подъем над верхними зубами; 7) расстояние между высшей точкой языка и резцами. По этим данным могут быть вычислены объемы ротового резонатора, хотя автор дает лишь описательную картину, а не производит самих вычислений. Для измерения глоточного резонатора Хольбрук предлагает три весьма важных промера: а) вверху (у зёва); б) в середине и в) внизу глоточной трубки. В дальнейшем будет показано, что полное определение формы и объема глоточного резонатора должно производиться в 10 промерах, однако отмеченные Хольбруком являются основными. Самый факт включения глоточного резонатора в орбиту внимания, вызванный наличием убедительного рентгенографического материала, представляет значительный интерес. Однако Хольбрук, преследуя описательную задачу, не делает выводов о роли и функциях резонаторов и не ставит в связь резонаторную, генераторную, и энергетическую системы. Отсутствие комплексного подхода к изучению речевого

процесса не дает оснований для объяснения закономерно меняющейся формы глоточной трубки при произнесении разных звуков. Вопрос же об управлении речевыми органами вообще не ставится.

Особенно ясно значительные преимущества рентгенографии перед другими методами исследования артикуляции видны из работы чешского фонетиста Хлумского⁸³ "Рентгенография французских гласных и полугласных". При помощи тщательного анализа рентгенограмм И. Хлумский решает некоторые спорные проблемы фонетики французского языка и подтверждает ряд ранее установленных положений. На хорошо репродуцированных в книге рентгенограммах с большой "наглядностью" можно установить перечень определенных признаков, которые варьируют при образовании столь различных во французском языке тембров гласных по закрытости, открытости, долготе и краткости. В этой работе фонологический аспект тесно связан с фонетическим. Рентгенография дает в руки реально ощутимый материал для фонологических функциональных противопоставлений. Однако Хлумский скептически относится к динамической рентгенографии, т. е. к кинорентгено съемке. Он

получил рентгенограммы гласных только в статике, что не дает возможности проследить изменения в резонирующих полостях за слоговой период. На представленных рентгенограммах хорошо видна вся область надставной трубки, при этом Хлумский придает значение размерам глоточного резонатора, но не производит никаких измерений этой части надставной трубки. Здесь также сказалось влияние статической, описательной фонетики, имеющей дело со звуком, а не со слогами и игнорирующей слог как основную произносительную единицу речи.

Наиболее интересные факты, имеющие отношение к механизму речи, представлены в работе Тарно⁸⁴. Книга Тарно, ларинголога Парижской консерватории, и Борель-Мезони, заведующей отделом исправления речи при детской больнице, является систематическим изложением основных проблем фониатрии, певческого голоса и речи. Она опирается на последние достижения в этой области разных исследователей и оригинальные наблюдения самого Тарно. Подведенный итог в области изучения механизма дыхания, типов дыхания и механизма фонации, за исключением некоторых деталей, не вносит чего-либо принципиально нового. В частности, вопрос о речевом дыхании

затрагивается вскользь. Вместе с тем следует отметить важное положение, защищаемое Тарно, о том, что не существует полной и постоянной синхронности между движениями грудной клетки, диафрагмы и мышц живота. Хорошая фонация может происходить при малых колебаниях грудной клетки. Эти положения, подтвержденные рядом наблюдений, вскрывают большую сложность дыхательных движений во время фонации и заставляют искать новых путей для их изучения. Одним из таких путей, по которому Тарно не пошел, является рентгенокимография диафрагмы и трахеобронхиального дерева.

Для нашей темы наибольший интерес представляют факты, изложенные Тарно по вопросу об образовании звуков речи, полученные путем рентгенографии надставной трубки. На основании этих фактов Тарно дает классификацию французских гласных, разделяя их на 4 группы: 1) гласные с большим объемом глоточного резонатора, такие, как *i, u*

2) гласные с малым объемом глоточного резонатора, такие, как *a, o, ou*

3) гласные с широким сообщением резонаторов, такие, как *oy, a, e*;

4) гласные с носовым резонансом, образующиеся при опускании небной занавески

(*ap* on, *in*, *un*). Эта классификация интересна в том смысле, по она удачно обобщает материал, аналогичный тому, который был получен Ресселом. При этом обращено внимание на форму и соотношение обоих резонаторов – ротового и глоточного. В основу деления первых трех групп гласных положен принцип изменения объема глоточного резонатора. Эта концепция образования гласных совпадает с акустической теорией, развитой Крендалом в 1927 г. Педжет еще раньше (1923) построил модели из мастики двух спаренных резонаторов, при прохождении через которые звука, возбужденного пищиком, происходит образование искусственных гласных. Все это имеет очень большое значение для выяснения вопроса о способе образования формант гласных и их количестве. Эта проблема в полной мере еще не решена на сегодняшний день, но указанные выше факты, полученные разными исследователями в разное время, позволяют думать, что у гласных существуют две формантные области и что глоточный резонатор вносит свою особую форманту. Материал наших наблюдений подтверждает это положение и позволяет установить функцию глоточной форманты как динамическую.

Данные, излагаемые Тарно, относятся не

только ко французскому языку, но имеют значение вообще для механизма речи. Во всех без исключения рентгенограммах, полученных нами, равно как и в многочисленных рентгенограммах, полученных другими на материале разных языков и просмотренных нами, соотношение резонаторных полостей при произнесении гласных может быть сведено к трем видам: а) узкий ротовой резонатор и широкий глоточный; б) широкий ротовой резонатор и узкий глоточный; в) средний объем обоих резонаторов. Однако Тарно, как и другие исследователи, не выходит из границ чистого описания и не связывает изменяющиеся объемы резонаторов с изменяющимися аэродинамическими условиями. Поведение глоточного резонатора при произнесении согласных остается неизвестным. Вопросы о слоговых модуляциях не возникают. Все это результат того, что еще не осознана необходимость применения комплексной методики к изучению речевого процесса. При всей значительности отмеченных Тарно фактов, они остаются лежать полумертвым описательным грузом.

В области певческого голоса Тарно обратил внимание также на некоторые новые явления. Он приходит к выводу о том, что при образовании

певческого голоса (лучше говорить о певческой форманте) глоточный резонатор играет весьма существенную роль. Подъем гортани укорачивает глотку, что при форсировании голоса приводит к усилению высоких гармоник, делает тембр резким, острым, хриплым и скрипучим. В таком резонаторе голос теряет значительную долю энергии. При низком положении гортани глоточный резонатор удлиняется и резонирует нормально. Эти наблюдения, которые нетрудно проверить, если контролировать пальцем положение подъязычной кости, еще раз подтверждают роль глоточной трубки как модулирующего резонатора.

В книге Тарно представляет также интерес материал, приведенный из исследований Канун (Canuyt), Гюнзе (Gunsett) и др., в которых производились рентгенотомограммы в фронтальной проекции гортани при произнесении гласных. На томограммах видны разная степень раскрытия голосовой щели и разное наполнение воздухом морганиевых желудочков. Аналогичные томограммы, полученные у нас В. Г. Гинзбургом в Институте рентгенологии, будут приведены в дальнейшем при обсуждении некоторых вопросов, связанных с механизмами речи.

В Советском Союзе рентгенологическая

методика в последнее время начинает входить как часть в большинство исследований по изучению артикуляции. Они проводятся в совместной работе лаборатории экспериментальной фонетики и психологии речи МГПИИЯ (руководитель проф. В. А. Артемов) и Института рентгенологии (под руководством В. Г. Гинзбурга, разработавшего методику речевой рентгенографии). Основная задача этих исследований остается чисто фонетической. В них дается сравнительное описание артикуляции при произношении звуков разных языков. Так в работе Ф. Я. Кязимова сравнивается азербайджанский и английский языки, в работе Е. Н. Степановой – чувашский и немецкий, в работе Т. А. Бровченко – украинский и английский⁸⁵. Общей особенностью рассмотренных и других аналогичных исследований, в которых применяется рентгенографическая методика, является то, что изменения в резонаторах изучаются независимо от речевого дыхания и деятельности голосовых связок. К достижениям следует отнести то, что в орбиту наблюдения в большей или меньшей мере включается описательное изучение глоточного резонатора.

Изучение механизма внешнего дыхания в физиологии ведется также отдельно и обычно вне

зависимости от процесса артикуляции и фонации. Установившаяся с XIX в. концепция Дондерса продолжает до сего дня излагаться во всех учебниках по общей физиологии, хотя и опубликован целый ряд исследований, в которых представлены факты, резко противоречащие этой концепции. Более подробно этот вопрос будет рассмотрен в главе о речевом дыхании, здесь же следует остановиться на тех немногочисленных, но поучительных как по догадкам, так и по ошибкам, концепциях, которые рассматривают механизм дыхания все же в связи с фонацией.

Прежде всего представляет интерес концепция, предложенная Л. Д. Работновым⁸⁶, который применял пневмографическую методику. Им было сконструировано специальное пневмографическое ярмо. На внутренней поверхности деревянных планок, которые в виде замкнутого прямоугольника опоясывали корпус испытуемого, были вделаны резиновые капсулы, соединяющиеся резиновыми шлангами с мареевскими барабанчиками. Ярмо дает возможность получить на кимографе запись дыхания одновременно с передней части грудной клетки, сбоку и сзади. Обычным пневмографом велась регистрация движений грудной клетки в

разных местах по вертикальному направлению. Для учета давления в носоглотку вставлялась капсула, а для регистрации движений нёбной занавески капсула помещалась около нее. Пользуясь этой методикой, Л. Д. Работнов приходит к следующим выводам. Первой и самой значительной силой, определяющей фонационное дыхание, является гладкая мускулатура бронхов и трахеи. При увеличении бокового давления гладкие мышцы сокращаются. Этому моменту в точности соответствует закрытие голосовой щели. Внутренняя тяга легких обусловлена сжиманием их гладкой мускулатуры. Воздух, проходя через голосовую щель, вызывает фонацию. Как только голосовая щель широко раскрывается, бронхи рефлекторно вновь расширяются – происходит вдох. При смыкании голосовой щели процесс снова повторяется. Участие гладкой мускулатуры бронхов в поддержании дыхания очень целесообразно, так как эта мускулатура может действовать плавно, без толчков, в противоположность поперечно-полосатым мышцам, которые судорожно сокращаются и быстро утомляются. Ссылаясь на наблюдения Тенделоо, Л. Д. Работнов замечает, что во время сокращения стенок бронхов, альвеолярные ходы и легочные пузырьки отделяются от бронхиол

особыми клапанами. Альвеолярный воздух выключается из активного непосредственного влияния на общее давление и остается замкнутым в раздутых долях легких. Из этого следует, что вдыхание большого количества воздуха при пении и речи бесполезно и даже вредно. Это последнее положение подтверждается и в наших наблюдениях прямыми фактами (стр. 294–295) и имеет очень важное значение для понимания процесса сжатия динамического диапазона речи и квантования ее по слоговым ступеням.

Второй силой, участвующей, по Л. Д. Работнову, в певческом дыхании, является движение диафрагмы. Наилучшее выполнение голосовой задачи при образовании самого полного и красивого голоса, названного Л. Д. Работновым третьим типом, достигается тем, что диафрагма или остается неподвижной или немного поднимается. Это значит, что лучший тип голоса образуется преимущественно за счет сжимания гладкой мускулатуры бронхов и при очень малом участии диафрагмы. Это положение является центральным во всей концепции образования певческого голоса, выдвинутой Л. Д. Работновым.

Третьей силой Л. Д. Работнов считал спадание грудной клетки. Степень спадания, колеблющаяся

у разных лиц в бесконечных вариациях, оказывается весьма различной в разных местах грудной клетки. Трудно допустить, говорит Л. Д. Работнов, чтобы сокращением произвольных поперечно-полосатых мышц могло регулироваться внутрибронхиальное давление. Они действуют толчками, требуют пауз, быстро утомляются. В этой же главе будет изложена концепция Стетсона, которая опирается на обратное положение. Толчкообразное опускание грудной клетки, по мнению Стетсона, является главным средством образования слогов.

К четвертой силе Л. Д. Работнов относит давление брюшного пресса. Он не придает значения этой силе при образовании голоса. Более существенную роль выполняет пятая сила – сдвиг гортани при фонации. Напряжение наружных мышц гортани вызывает ее опускание, противодействует внутрибронхиальному давлению и поэтому усиливает и поддерживает воздушное давление на нужном для фонации уровне. Наоборот, мышцы, поднимающие гортань, способствуют снижению давления. Здесь подмечается тот же факт, который был указан при изложении работы Тарно. Л. Д. Работнов также указывает, что напряжение мышц языка, челюсти и рта приводит к поднятию гортани. Этим

определяется существенное различие между певческой и речевой фонацией.

Специальных наблюдений за речевым произнесением у Л. Д. Работнова очень мало. Указанные выше положения интересны в том смысле, что ставят вопросы, общие как для процесса пения, так и для речи. К этим положениям следует добавить общий принцип динамики дыхания. Л. Д. Работнов формулирует его в общих выражениях. В трубках, постепенно расширяющих свое общее русло, давление больше в узком месте и пропорционально скорости истечения воздуха. Если давление в бронхиоле принять за единицу, то в трахее оно будет в 20, 30 раз больше. Из этого положения Л. Д. Работнов не сделал выводов об образовании звуков речи, в частности согласных, возникающих в условиях турбулентного потока воздуха. Наоборот, Л. Д. Работнов считает, что невозможно установить точных форм движений надставной трубки⁸⁷. Они могут быть весьма многообразны, точно так же, как и акустические оттенки каждого произносимого звука. Однако Л. Д. Работнов приводит весьма интересные данные о силе послеротового давления разных гласных в миллиметрах ртутного столба:

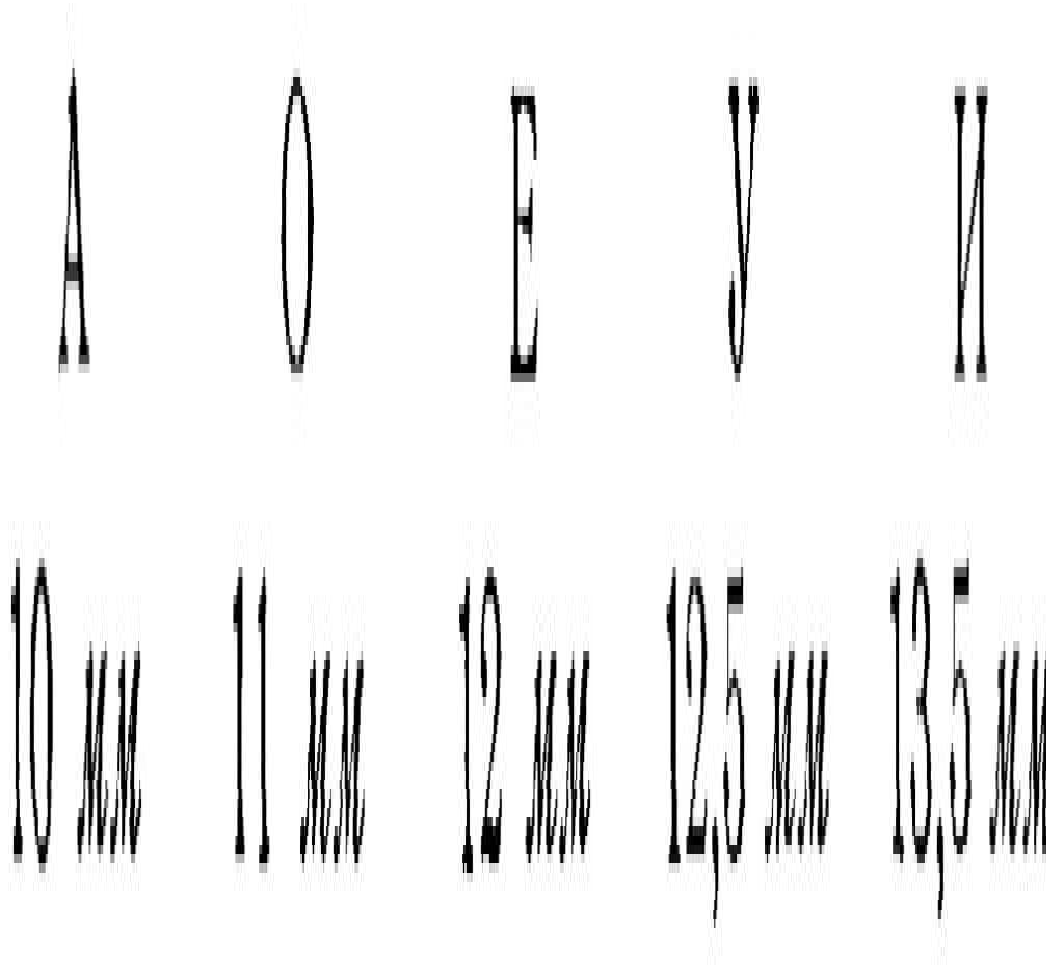


Рис. 1. Соотношение звука согласного со скоростью истечения воздуха по Мейер-Эпплеру

В третьей части работы будет показано, что эти данные в сопоставлении с изменениями объемов глоточной трубки раскрывают очень многое в механизме речи.

Независимо от ряда точно установленных фактов, общая концепция механизма певческого дыхания, предложенная Л. Д. Работновым, не получила признания. Я. Л. Шик⁸⁸ показал, что для изучения тонких дыхательных движений тшеймографическая методика ненадежна. Я-Л.

Шик производил одновременную запись пнеймограммы, спирограммы и рентгенокимограммы⁸⁹. Прямое наблюдение за движениями диафрагмы при помощи рентгенокимографа дает другие показания, чем пнеймограмма. Инспираторное увеличение грудной полости при реберном типе дыхания может происходить через сокращение брюшных мышц так, что брюшная пнеймограмма в сравнении со спирометрической кривой будет иметь противоположно направленные сдвиги. Я. Л. Шик получал рентгенокимограмму при "пении баса tenuto la voce в трех регистрах. Везде видно прерывистое движение диафрагмы и равномерное движение реберной кривой. Наличие третьего типа дыхания, по Л. Д. Работнову, наилучшего для пения, при котором отсутствуют диафрагмальные и реберные движения, ни разу не было обнаружено.

Ф. Ф. Заседателев, отдавая должное Л. Д. Работнову в том, что он первый обратил внимание на роль гладкой мускулатуры в пении, решительно отказывается признать слабые произвольные мышцы "главной силой". При существовании исключительно сильной диафрагмы и других дыхательных мышц.

Ф. Ф. Заседателев выдвигает другую

концепцию механизма дыхания при тонких певческих и речевых модуляциях⁹⁰. Здесь, думает он, применим закон Дюшена. Агонисты и антагонисты могут действовать одновременно. В результате этого движения делаются плавными, равномерными и эластичными. Так при накаливании капель в рюмку одни мышцы сдерживают движения других, вследствие чего возможна весьма тонкая координация этих движений. Подобным образом и при фонации вдыхатели и выдыхатели являются антагонистами, действующими одновременно.

Первостепенный вопрос о механизме речевого (и певческого) дыхания, от решения которого зависит понимание всей динамики речи и овладение этой динамикой, не решен до сегодняшнего дня. Точка зрения Л. Л. Работнова был я забыта, в связи с исследованиями фтизиатра Ф. М. Михайлова (1936–1937), а в дальнейшем и целого ряда других, занимающихся применением искусственного пневмоторакса, эта концепция бурно возродилась вновь в виде гипотезы о рефлексорной сократимости легких. Этот вопрос будет разобран более подробно в связи с изложением полученного нами фактического материала. Здесь же следует заметить, что гладкая мускулатура бронхов действительно является

слабой и не может обеспечить ни речевой, ни тем более певческой фонации. При речи всегда обнаруживаются совершенно определенные движения диафрагмы и ребер. Это не косвенные наблюдения через пнеймограф, а прямые рентгенографические наблюдения за фактическими движениями диафрагмы. Однако это не значит, что Ф. Ф. Заседателев прав, пытаясь применить к речи и пению закон Дюшена обвисах и антагонистах. Едва ли слоговое деление, которое не может осуществиться без дыхательных толчков, происходит подобно накаливанию апельсина в кастрюлю, если учесть не только эффекторный результат, но и центральное управление. При накаливании идет подсчет каждой капли, весь процесс контролируется в оптимальном очаге возбуждения, и иннервация идет по пирамидному пути к произвольным поперечно-полосатым скелетным мышцам. В дыхательные же движения при слоговом делении входит мощный вегетативный компонент, иннервация идет по сложным экстрапирамидным путям и весь процесс совершенно не похож на тщательное и напряженное отмеривание капель. Оба эти явления психологически резко различны. При накаливании предметом действия является само накаливание, тогда как в речи предметом

действия является содержание сообщения, а слоговое деление — лишь средство формирования звуковой оболочки слова. Человек накапывает для того, чтобы в рюмке оказалось определенное количество капель, а говорит он не для того, чтобы в слове было определенное количество слогов.

В концепции Л. Д. Работнова о роли гладкой мускулатуры бронхов в процессе фонации есть и здоровое зерно. Если бы легкие сжимались в процессе речи только под воздействием их эластической тяги, то количество подаваемого воздуха не регулировалось бы. Но при речи все время происходит изменение объемов резонаторов, образование узких щелей и затворов, сменяющееся широким раскрытием резонатора. Если бы подача количеств воздуха и изменения объемов резонаторов не были согласованы, речевые звуки не могли бы возникнуть в том точном, стандартизированном составе признаков, которые необходимы для процесса речевого общения. Надо доказать, что такие модуляции воздушных давлений могут возникнуть или только путем регулировки вдыхателей и выдыхателей, что, как только что видели, сомнительно, или признать, что совместно с вдыхателями и выдыхателями вступает в действие рефлекторная

сократимость бронхов и модуляции гортанного сфинктера. Для решения этого вопроса нужны факты, а не только догадки.

В главе о речевом дыхании эти факты будут представлены, сейчас же следует подчеркнуть, что недостача в фактах обусловлена отсутствием комплексной методики при исследовании речевого процесса. Изучение речевого дыхания не может дать ничего без учета работы резонаторов и акустического эффекта.

На фоне редко встречающихся в литературе указаний по вопросу о речевом дыхании особенный интерес вызывает книга Стетсона⁹¹, специально посвященная этому вопросу. Стетсон рассматривает фонетические явления с широких общепринципиальных позиций. Он является сторонником резкого разделения фонетики и фонологии. Так же как и фонологи крайнего направления, фонетику он относит к физиологии, а фонологию – к языкознанию. Сам он занимается только фонетикой. Фонология изучает смысловые явления языка, фонетике же нет никакого дела до смысла, она может наблюдать интересующие ее факты на бессмысленных звукосочетаниях. Дыхательные движения человека и животных, говорит Стетсон, имеют много общего, поэтому и

у животных можно обнаружить некоторые из тех типов слогов, которые встречаются и у человека. В противоположность фонологии, которая видит в языке только смысловоразличающие фонемы, Стетсон выдвигает как основную и для него единственную единицу изучения – слог. Фонология не знает слогов, фонетика изучает только слоги.

Стетсон считает, что у Соссюра была двойственная и нерасчлененная позиция. Соссюр полагал, что звук входит в состав слога, но меняется в таких бесконечных вариациях, что оказывается неуловимым, хотя вместе с тем в звуках есть тождество, при помощи которого различаются слова. После Соссюра стало все более отчетливо выделяться два направления. Одно из них, начиная с Трубецкого и пражской школы лингвистов, отказалось от изучения слога и сосредоточило внимание только на фонемах, что дало импульс к составлению интернационального фонологического алфавита. Другое направление, начатое еще в 1897 г. работами Маршалла (Marichalle – автор "Visible Speech") из лаборатории Белла, придает особое значение изучению слога и роли согласного в слоге. К этому направлению, по Стетсону, относятся: Херлен (Herlin), Граммон (Crammont), Сепир (Sepir),

Зоммерфельт (Sommerfeit), Фуше (Fouchй). Стетсон и себя причисляет к этому же направлению.

По его мнению, фонемы – это идеальные слова в языке. Фонология игнорирует экспериментальные методы исследования. И действительно, говорит он⁹², "мыслимые платоновские слова", невозможны для наблюдения. Так называемые ритмические и дыхательные группы (The foot and Breath group), как слоговое явление, изучаются в фонетике, а как смысловое – в фонологии. Например, такие пары слов, как: Telegraph – teleer raphy; Monotone – mono tonus; An icehous (ледник) и nice house (хорошенький домик), в фонетике различаются только по ритмической группировке слогов, в первом случае: – • –, во втором – / – –. "Двигательная фонетика" (Motorphonetic) занимается изучением сложившихся в навыке (skilled) артикуляционных движений, как языковых сигналов, независимо от значения этих сигналов.

Таким образом, Стетсон сознательно и при этом весьма радикально предлагает изучать сигналы, независимо от их сигнального значения. Он находит способы изучать речь просто как сумму внешних, периферических движений.

Остается непонятным, как он узнает, какие из этих движений являются речевыми, а какие не относятся к речи, не говоря уже о том, что и в самой-то речи он не сможет отделить те явления, которые относятся к фонематическим, от тех, которые называются слоговыми, если отказаться от учета сигнальных значений. Стетсон, в связи с этим, является принципиальным противником комплексной методики. По его мнению, достаточно регистрировать внешние речедвижения, не считаясь ни с акустическим анализом, ни с управлением речевыми эффекторами. Полученная таким способом группа фактов едва ли может быть отнесена к физиологии, как думает Стетсон, не говоря уже о фонетике и психологии речи.

Внешне, по количеству индикаторов, примененная Стетсоном методика имеет вид комплексной, но по конечной задаче она ограничена фиксацией периферических движений в момент образования слога. Стетсон измеряет внутриротовое давление в миллиметрах водяного столба путем подвода воздуха изо рта через трубку в два поставленных друг на друга сосуда с водой. Кроме этого, через микрофон и усилитель записывается осциллограмма произнесения. Осциллограмма нужна только для того, чтобы

определить место гласного и согласного в тех записях, где отмечаются основные для этой методики показатели. К этим последним относится регистрация мышечных движений. На шести пунктах тела ставятся электроды и при отведении миотоков определяется мышечное напряжение и расслабление 1) Электроды кладутся на прямой мускул живота (*m. rectus abdominalis*); 2) на боковую часть косого наружного мускула живота (*m. obliquus externus abdominalis*); 3) электроды для регистрации движения диафрагмы прикладываются к спине; 4) электроды для регистрации движений ребер – на один из наружных межреберных мускулов (*m. intercostales externi*); 5) на один из внутренних межреберных мускулов (*m. intercostales interni*); 6) кроме того, электрод ставится на один из внутренних мускулов гортани⁹³.

Применив эту методику, Стетсон пришел к следующим выводам. Гласные образуют слоговой толчок или слоговой пульс, согласные лимитируют, ограничивают этот пульс. На образование слога действуют три фактора: 1) фактор запуска, освобождения дыхания (*relascting*), что производится дыхательными мышцами; 2) фактор формирования гласного звука, который возникает в результате движений

мышц языка, губ, челюсти и глотки; 3) фактор задержки (arresting factor) дыхания мышцами груди или артикуляцией согласного. Если знаком О обозначить освобождение и задержку дыхания грудными мышцами на гласном, знаком V – формирование звука гласного и знаком С – освобождение и задержку дыхания согласным, то можно установить четыре типа слогов. Тип OVO обозначает слог, состоящий из одного гласного с освобождением дыхания в начале формирования звука и с задержкой в конце (а) Тип CVO (*beau*) начинается с освобождения его согласным и кончается задержкой дыхания грудными мышцами. Тип OVC (*ore*) противоположен предшествующему. Тип CVC (*rope*), слог освобождается и задерживается согласным.

По мнению Стетсона, единственной силой, производящей слог, являются освобождающие и задерживающие дыхание движения грудной клетки. Только одна артикуляция согласного не может вызвать слога. При отсутствии дыхательных движений никакая артикуляция не способна образовать слога. Поэтому роль согласного вспомогательная, он может освободить или задержать тот воздух, который поступает в полости артикуляции. Основное слоговое движение производится грудными мышцами.

Стетсон не замечает, что дыхательные движения, хотя и являются необходимым условием образования слога, не могут быть признаны достаточным условием. Без резонаторных полостей и без генерации звука слог также не может возникнуть, как и без дыхательной энергетической системы.

Механизм движения грудных мышц, по Стетсону, состоит из трех звеньев. К первому звену относятся фиксирующие движения. В этот момент оппозиционные группы мышц ставят орган, в данном случае—грудную клетку, в исходную позицию. Перед началом речи человек забирает воздух, поднимает грудь и фиксирует ее до того, как появился первый слог. Ко второму звену принадлежат контролирующие движения. Это те движения, о которых упоминалось при изложении концепции Ф. Ф. Заседа-телева. Агонисты и антагонисты грудных мышц (имеются в виду внутренние и внешние межреберные мышцы) вступают в действие одновременно, взаимно контролируя друг друга. Эти движения могут быть медленными и быстрыми и как бы наслаивающимися одно поверх другого. Так при произнесении фразы идет медленное спадение грудной клетки и одновременно с этим, как рябь на волне, возникает движение слогового пульса.

Это выразительное сравнение Стетсона вполне соответствует тому, что можно наблюдать в акустических записях динамики фразовых произнесений, но далеко не исчерпывает даже внешнего описания дыхательных движений. Третьим звеном дыхательных движений, по Стетсону, являются баллистические сдвиги. Эти движения уже нельзя изменять по направлению. Они совершаются моментально, идут сами собой и только к концу задерживаются антагонистами. Так, при игре в теннис мышцы руки мгновенно сокращаются и рука на протяжении пути движется как снаряд, и только после этого антагонисты ее задерживают. То же происходит с мышцами груди при образовании слога.

Как видно, Стетсон последовательно разрабатывает экспираторную теорию слога. Однако он рассматривает только движения грудной клетки, которым и приписывает слогаобразующую роль, а не весь сложный процесс внешнего дыхания при речи. Примененная методика не разрешала делать выводов обо всем дыхательном процессе в целом. Движения диафрагмы не могут точно определяться путем отведения миотоков со спины. Из кривых в работе Стетсона (приведенных на стр. 54 его книги) видно, что межреберные

мышцы совершают в слоге два движения (освобождение – задержка), в то же время диафрагма дает только один двигательный импульс. Однако хорошо известно, что диафрагма и ребра движутся синхронно при всех возможных различиях по глубине этих движений. По записям Стетсона получается, что опускание грудной клетки ни в одном случае не совпадает с подъемом диафрагмы. Она поднимается после того, как стала опускаться грудная клетка, и опускается раньше, чем грудная клетка остановилась в задержке дыхания. Известно, что любая рентгено-кимограмма нормального, спокойного и, добавим, речевого дыхания показывает другую картину. Преимущество рентгенокимограмм в том, что они прямо фиксируют реальные положения диафрагмы, а не импульсы миоэлектрических потенциалов, взятых со спины против диафрагмы.

Независимо от этого было бы наивным вместо того, чтобы по индикаторам судить о процессе в целом, рассматривать эти индикаторы как сущность самого процесса. Но так именно поступает Стетсон. Он отождествляет движения грудной клетки со слогоделением, не стараясь выяснить весь путь воздуха по воздухоносным путям и самый процесс образования слога как звукового явления. Если посмотреть на

концепцию Стетсона с этой точки зрения, то обнаружатся бросающиеся в глаза противоречия и недоумения. Допустим, как это делает Стетсон и другие представители экспираторной теории, что при произнесении слогов грудная клетка спадает толчками, соответственно толчками же поднимается и диафрагма. Согласно точным рентгенокимографическим наблюдениям Я. Л. Шика⁹⁴, диафрагма при спокойном дыхании совершает экскурсию в среднем на 1,16 см и при усиленном дыхании на 2,45 см. Речь не требует усиленного дыхания, для нее можно принять среднюю величину в 2 см. Если считать, что на каждом слоге диафрагма поднимается только на 2 мм, то весь свой путь она пройдет уже за 10 слогов. Длительность слога 0,2 секунды. Таким образом, 10 слогов будут выданы за 2 секунды, после чего необходимо делать новый вдох. Иначе говоря, в минуту придется производить 30 вдохов. Известно, что при спокойном дыхании производится 16 вдохов, при пении 8. Расход воздуха при речи и чтении вслух на 20–30% меньше, чем при спокойном дыхании⁹⁵. Да и простое наблюдение показывает, что в действительности за один выдох можно без форсирования произнести значительно больше, чем 10 слогов.

Вполне понятно, почему получилось это противоречие. Стетсон наблюдает одно звено из всего механизма речи и только ему вменяет весь эффект, производимый механизмом в целом. Так, нажатие курка, конечно, вызовет выстрел из винтовки, если она заряжена. При этом и здесь можно найти момент натяжения пружины курка и момент ее освобождения и все три типа движения, вплоть до баллистических. Однако никто не думает, что этим исчерпывается весь механизм и теория выстрела. Курок воспламеняет пистон, который горит с определенной скоростью по определенному закону и создает определенное давление газов в стволе. Состав пороха, длина и поверхность ствола, размер и форма пули, сопротивление воздуха – все это звенья механизма, соотношение которых учитывается для того", чтобы сформулировать теорию выстрела. Аналогично и при образовании слога. Движения межреберных мышц – это лишь одна из групп дыхательных движений. Они входят в состав сложного процесса слогаобразования. В процессе артикуляции в резонансных полостях все время меняются аэродинамические условия. Воздухоносные пути то суживаются, то расширяются в самых разных местах. Подача воздуха из легких при этом должна происходить с

определенным расчетом. Аэродинамические условия должны согласовываться с конечным акустическим эффектом. Такой расчет и согласование есть не что иное, как центральная аналитико-синтетическая деятельность речедвигательного анализатора. Не изучая способов управления органами речи, нельзя понять механизма слогообразования и слогоделения. Чисто внешний (как думает Стетсон, – физиологический) подход к изучению речевого процесса и сделал его ревностным апологетом концепции разрыва фонетики и фонологии. Если не учитывать смыслового членения речи, процесс слогоделения останется за семью замками, и наоборот, если отказаться от изучения механизма слогоделения, смысловая членораздельность речи останется не объясненной полностью. Конечно, слог сам по себе не несет предметного значения, но, включаясь в систему слова и синтаксических конструкций, слоговые группировки и выделения образуют динамику речи, ее живую ткань. Через слоговые перестройки меняется звуковой состав слова, изменяются речевые тембры, появляются разных видов и градаций ударения, которые уже вносят значительные перемены в предметные значения. Фонология, выбросив слоговую динамику,

потеряла бы так же много, как и стетсоновская фонетика, которая отгораживается от анализа сигнальных значений слоговых образований.

В 1956 г. вышла интересная книга чешского фонетиста Богу слав а Гала (Bohuslav Hдla)⁹⁶, в которой, кроме обстоятельного критического разбора разнообразных точек зрения по вопросу о природе слога, выдвигается собственная концепция слогообразования. Сущность этой концепции сводится к следующему. Слог – это основной элемент речи. Он образуется при звучании голоса, модифицированного образованием полостей над гортанью (особенно полости рта) в форме различных сонантов. Звучание голоса становится возможным благодаря перестановке органов речи из стриктуры в апертуру, т. е. из положения сомкнутости или совершенной (при смычных) или частичной (при щелевых) в полное или почти полное освобождение полостей над гортанью.

Совершенное освобождение полостей и вследствие этого полное звучание голоса имеет место при гласных, почти полное освобождение с почти полным звучанием голоса – при слоговых сонорных. Стриктурное начало является необходимой частью слога, оно образуется или консонантом, или средствами, носящими характер

консонантов ларингального происхождения (имеются в виду разного вида атаки звука, образуемые голосовыми связками: *coup de glotte* *Spiritus lenis*, *Spiritus asper*).\" Слог не обязательно должен заканчиваться новым затвором (по автору – рестриктурой), так как дн может прекратиться просто выключением фонации. Для образования слога необходимы три моторных импульса – экспираторный, фонационный и артикуляционное движение органов речи.

В этой концепции слогообразования есть точки соприкосновения с теориями Стетсона и Есперсена. С одной стороны, как у Стетсона, признается (хотя бы для начала слога) необходимость запора воздуха артикулирующими органами рта, с другой стороны, как у Есперсена, считается необходимым для образования слога сочетание несононости (согласные) и полной ссеорности (гласные). Однако указанные Б. Гала особенности слогообразования выведены теоретически по слуховому опыту и резко противоречат простым фактам.

Во-первых, слог может быть образован без участия голоса, например при длительном и сильном произнесении *с* или *мс*. В это время вначале будет нарастать силовая дуга громкости, а потом – падать. Во-вторых, стриктурное начало

(сомкнутая артикуляция) не является необходимой частью слога. При произнесении простых слогов *а, о, э, у, и* нет никакой начальной стриктуры и все-таки производится слог, обладающий восходящей и нисходящей ветвями громкости. Стриктуры не будет и в сонорных неприкрытых слогах – *an, a/c, am* и т. п., она будет только в сонорных прикрытиях спереди слога *па, ка, та* и т. д. Но и в этом случае слог образуется не за счет стриктуры, так как на *nt /с, m* громкость возрастать не может, а за счет модуляций глоточной трубки при произнесении гласного (см. § 26, "Концепция глоточного образования слога"). В-третьих, при произнесении гласных нет полного освобождения (раскрытия) полостей над гортанью. Правда, при произнесении *а* рот открыт и язык лежит на его дне, но зато глоточная трубка максимально сужена, при произнесении *и* – наоборот: сужение во рту, расширение в глотке, при этом освобождение или перекрытие полости рта не мешает изменять силу голосовой фонации, например произвольно *з* можно произнести громче, чем *а*. Слог будет в обоих случаях, этому не помогут и не помешают перекрытия или освобождения в ротовой полости. В-четвертых, для образования слога нет необходимости в артикуляционных движениях,

если под ними движения в ротовой полости (как и думает Б. Гала и с чем можно вполне согласиться). Ведь если бы при произнесении простого слога *а* менялось положение языка, то образовалось бы уже не *а*, а какой-то другой гласный звук. Наконец, в-пятых, слог не может закончиться просто выключением фонации. В таком случае не получалось бы плавной ниспадающей дуги громкости, которая всегда регистрируется на аппаратуре при записи слогов. Вот здесь и возникает вопрос о том, благодаря чему слоговая дуга громкости плавно то восходит, то затухает в ниспадающей ветви. Если этого не может сделать артикуляция в ротовой полости, надо допустить существование специального и особого механизма слогообразования и слогоделения.

Вопрос об аэродинамических условиях образования речевого звука в соотношении с акустическим эффектом, оставленный без внимания Стетсоном и рядом других исследователей, разрабатывается немецким фонетистом Мейер-Эпплером⁹⁷. Эта работа не претендует на раскрытие механизма слогообразования и речи, но представляет интересный фактический материал по более частному и мало разработанному вопросу об образовании шумных согласных, который должен

быть учтен при изучении речевого процесса в целом.

Основную идею исследования Мейер-Эпплер иллюстрирует на модели аэродинамической трубы. Надставную трубку (глотку и рот) можно рассматривать как ветровой канал, который перекрывается в каком-либо месте сужением. В такой трубе можно установить три области: а) перед сужением, б) сужение, в) полость резонанса за сужением. При произнесении немецкого придыхательного *h* полость резонанса занимает все надгортанное пространство; при произнесении фарингиальных или велярных *ft*, *к*, она ограничивается только областью рта. Объем резонансной полости сужается еще больше при произнесении палатальных *с* и занимает только переднюю часть рта. Наибольшая редукция резонансной полости происходит при произнесении альвеолярных и постдентальных *з*. Наконец, при произнесении межзубных, губно-зубных и губных, *Ф*, сужение не связано ни с какой резонансной полостью и звук идет прямо в свободное поле. Это различие аэродинамических условий и вызывает специфически разный акустический эффект при произнесении разных шумных согласных.

Для нахождения закономерностей этого

процесса Мейер-Эпплер применяет следующие измерения. Точное место сужения определяется по рентгенограмме, величина сужения – по палатограмме. Поперечный разрез сужения – при произнесении губных и губно-зубных по фото- и киносъемке губ. При помощи зонда в виде гибкого шланга может быть определено внутриротовое избыточное давление при произнесении губных, зубных, альвеолярных и палатальных звуков. Давление не может быть точно установлено при произнесении велярных, увулярных (uvula – язычок), фарингиальных и гортанных звуков. Одновременно могут быть установлены следующие акустические явления: звуковое давление на определенном расстоянии ото рта говорящего, спектральные и статистические данные о потоке колебаний в точке приема. Кроме того, на основании указанных выше артикуляционных измерений могут быть вычислены: а) скорость потока воздуха в сужении и б) "средняя широта" сужения в зависимости от его поперечного разреза.

Таким образом, Мейер-Эпплер частично применяет комплексную методику. Он учитывает аэродинамические условия в полостях резонанса и измеряет акустический эффект. Однако исследование самого источника воздушного

давления, т. е. самого речевого дыхания, остается в стороне. Кроме того, увлеченный моделью аэродинамической трубы, он учитывает лишь само сужение и полагает, что резонанс происходит впереди от сужения, остальная же часть надставной трубки почему-то не резонирует. Вместе с тем факты и частный результат, к которому приходит Мейер-Эпплер, представляют значительный интерес для изучения механизма речи. Мейер-Эпплер обозначает внутриротовое избыточное давление через p_i , скорость потока воздуха в сужении через WE . Пользуясь формулой аэродинамики по Экку⁹⁸ $WE = 400 \sqrt{p_i}$ и определив максимальное поелеротовое давление у согласных, равное 220 водного столба (W), он находит: $400 \sqrt{220} = 5930$ см/сек или, округляя, 214 км/час. Как видно, скорость потока воздуха при образовании согласных очень значительна.

Соотношение между шумным звуком согласного P_s и скоростью истечения воздуха можно установить из формулы: $P_s = (p\ddot{u} - k)$. Значение γ и k определяется по кривой, полученной в измерении, где звуковое давление обозначено в вольтах по ординате, а воздушное давление W в миллиметрах водяного столба по абсциссе. Так, для звуков / с кривые имеют

следующий вид (см. рис. 2). Величина u соответствует углу подъема прямой, т. е. тангенсу угла наклона к линии абсцисс. Величина k соответствует месту пересечения прямой с линией абсцисс. При определенном конечном значении, давление p_u может быть равно k ($p_u = k$). Это значит, что внутриротовое давление равно давлению вовне ($p_u = 0$). Таким образом, при $p_u = k$ появляется та граница, после которой возникает избыток давления, необходимый для образования шумного звука. Эту границу Мейер-Эпплер обозначает как критическую скорость — u_c . Аэродинамически критическая скорость является границей перехода ламинарного потока в турбулентный⁹⁹.

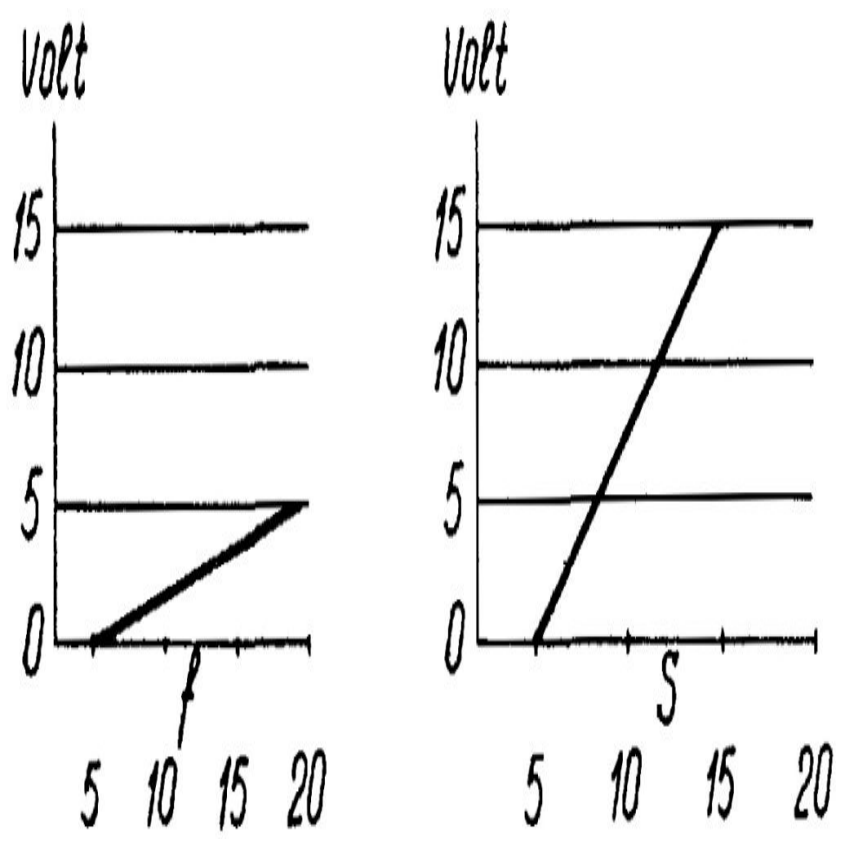


Рис. 2. Соотношение звука согласного со скоростью истечения воздуха по Мейер-Эпплеру

Мейер-Эпплер дает весьма содержательную теорию образования шумных согласных в турбулентном потоке воздуха. Критическая скорость для разных шумных согласных различна, например:

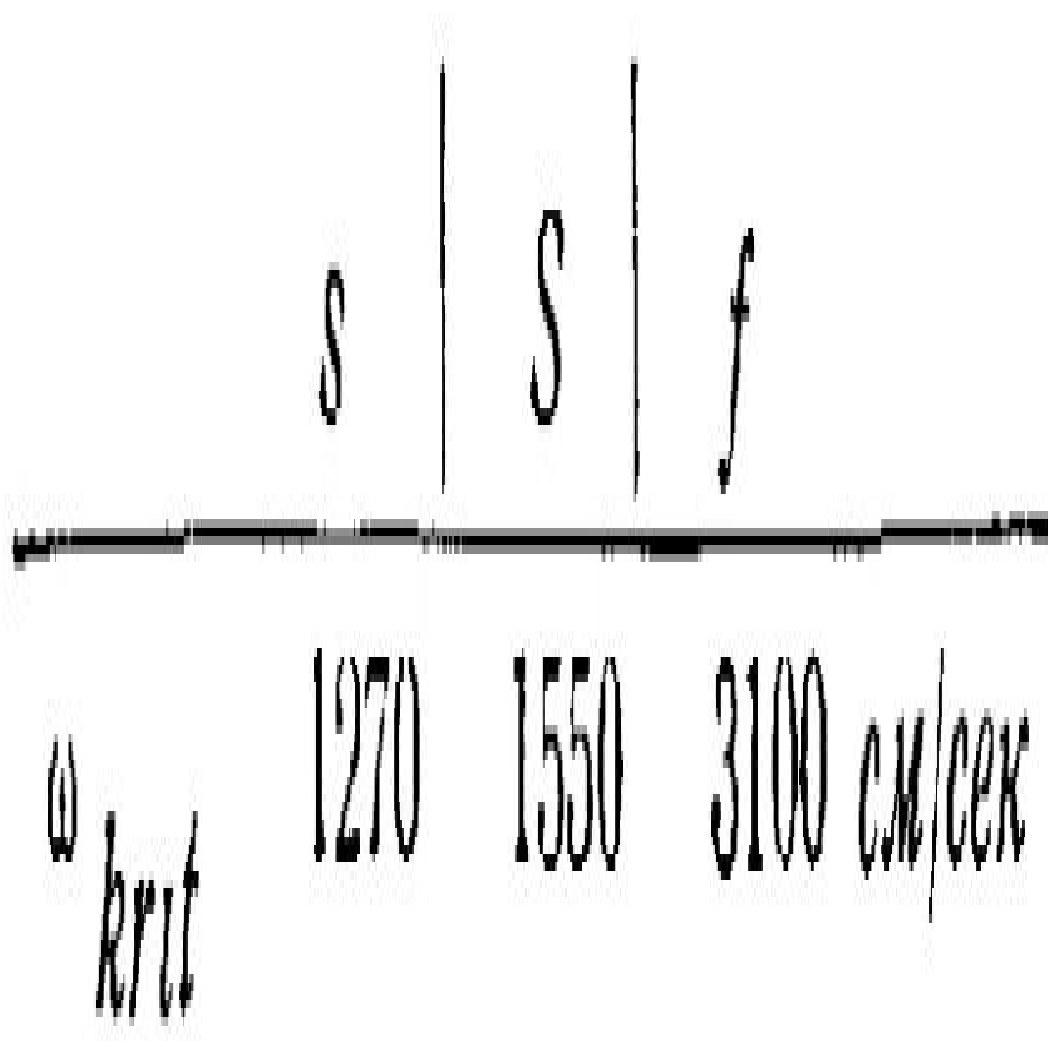


Рис. 1. Соотношение звука согласного со скоростью истечения воздуха по Мейер-Эпплеру

Так как вопрос сводится к турбулентности, то переход условий к этому состоянию потока определяется числом Рейнольдса $R = \frac{u a}{\nu}$, где u — скорость течения газа, a — радиус трубы и ν —

кинематическая вязкость среды (для атмосферы в нормальных условиях она является постоянной и равна 0,15 см/сек). В разбираемом случае ν определяется из опыта, как показано выше; величина a не что иное, как h т. е. наименьшая высота сужения в надставной трубке. Мейер-Эпплер, проводя опыт с моделью на трубке, в 6 мм и с овальным сужением определенного размера, приходит к выводу, что существует пропорциональность между звуковым давлением, действительной величиной h и внутриротовым давлением¹⁰⁰. Это положение может быть обобщено для всех случаев сужения во всяком месте надставной трубки, а также и для голосовых связок. Особенно следует обратить внимание на следующее утверждение Мейера-Эоплера. Повышение (или понижение) звукового давления в процессе звучания глухих согласных может иметь две причины: 1) увеличение (или уменьшение) высоты сужения, 2) повышение (или понижение) внутриротового давления. Далее Мейер-Эпплер замечает, что произвольно и свободно изменяемой величиной является только высота сужения, его действующая ширина (wirksame Weite). Внутриротовое давление, хотя и регулируется очень грубо легочным давлением, но зависит дополнительно

от действующей ширины сужения в надставной трубке.

Собранные Мейер-Эпплером факты и предложенные вычисления оспаривать невозможно. Они соответствуют правильному пути, по которому и должно пойти исследование механизма речи. Однако последний, только что приведенный и подчеркнутый нами вывод, не обоснован на фактическом материале и противоречит некоторым данным, как увидим дальше, установленным и самим Мейер-Эпплером. Мысль о том, что внутриротовое давление регулируется очень грубо легочным давлением и поэтому свободно меняющейся величиной является только высота сужения, разделяется большинством фонетистов, особенно немецких, и ведет свое начало от теории сужения голосовой щели, развитой Форхаммером и поддержанной датским фонетистом О. Есперсеном. Действительно кажется, что громоздкий дыхательный аппарат не способен отмерять с необходимой точностью требуемые давления для образования согласных. Можно думать, что он подает только грубые порции воздуха, из которых артикуляционные модуляции сужения формируют точные градации давления. Однако нельзя отважиться на такие утверждения,

– не имея на руках относящихся сюда фактов. В этом пункте Мейер-Эпплер изменил комплексной методике. Он не собрал материала о величине давления в других частях воздухоносной системы, кроме надставной трубки. Ведь в многочисленных и широко разветвляющихся трубках трахеобронхиального дерева тоже в разных местах могут быть перекрытия и сужения.

Уже рассмотренные выше данные Стетсона, несмотря на неправильность его общей концепции, показывают, что грудная клетка совершает весьма тонкие и размеренные слоговые движения, и это несомненно. Полученный нами и излагаемый в дальнейшем материал свидетельствует о поразительной точности тех порций воздуха, которые поступают из легких к резонаторам. Если бы величине сужения в надставной трубке ρ_1 соответствовала определенная масса и давление подходящего к нему воздуха, то у взрывных согласных мог бы не образоваться взрыв, т. е. величина давления не перешла бы границу или появился бы преждевременный взрыв. У длительных согласных в таком случае образовался бы не тот спектр, который требуется слуховым контролем, или образовалась бы не та сила, которая необходима по позиции данного слога в слове.

Щель в резонаторе выполняет статическую функцию, изменение места щели меняет спектр. Динамические же модуляции при заданном месте и величине щели могут произойти только в результате изменения давления подаваемого к щели воздуха. Мейер-Эпплер разъясняет, что при расширении сужения в надставной трубке звуковое давление и, соответственно, сила шума вначале возрастают. Дальнейшее расширение компенсирует внутриротовое давление, и наступает снижение силы шума. Если согласный находится между гласными в таких слогах, как *afa*, *asa*, то теоретически возникает возможность, при которой артикуляция: широко – узко – широко приведет к такому сильному сужению в середине согласного, что эта середина будет тише, чем предшествующие и последующие части согласного звука. Иначе говоря, на осциллограмме должно появиться углубление, отмечающее ослабление интенсивности. К удивлению, говорит Мейер-Эпплер, на полученных до сих пор осциллограммах такого углубления не наблюдается. Отсюда он делает вывод, что артикуляционное сужение, как правило, широко только настолько, насколько это необходимо для максимальной громкости звука согласного и разборчивости слова.

Однако это не вывод и тем более не объяснение. Хорошо известно, что при произнесении гласного воздушное давление невелико. Если это давление сохранится при переходе к согласному, то никакое сужение в трубке не вызовет турбулентности потока и звука согласного. При взрывных согласных проход просто закроется, при длительных – сузится, но в обоих случаях звука не будет из-за недостачи воздушного давления. На согласном воздушное давление, поступающее из легких, должно быть заменено другим, более значительным, так как в этот момент происходит переход с одного звукогенератора на другой, каждый из которых требует для возбуждения звука разной энергии. Тот факт, что в осциллограмме согласного между гласными не получается углубления, объясняется постепенной регулировкой воздушного давления в момент звучания согласного при относительно разных размерах сужения. Этим и определяется значение v (скорость потока) в числе Рейнольдса. В этом числе v в такой же мере влияет на турбулентность, как и a (или k – сужение).

Мейер-Эпплер недооценивает и другое явление в механизме образования согласных, что также связано с тем, что его методика не является в полной мере комплексной. Он признает, что

полость кпереди после сужения, несомненно, дает резонанс. Менее ясно, говорит он, принимает ли участие в резонансе нижняя часть надставной трубки. Могут ли "прорасти" возникающие при турбулентности колебания звукового давления против потока воздуха, спрашивает Мейер-Эпплер и отвечает, что теоретически это возможно, так как максимальная скорость потока в сужении значительно меньше, чем скорость звука. Однако его наблюдения показывают, что такой резонанс возможен лишь в очень ограниченных размерах. Будем артикулировать, говорит он, ϕ двугубно и испытаем при постоянной силе (контроль через измеритель звукового давления) характер звука при поднимании и смещении кончика языка или его спинки. До тех пор, пока во рту не образуется второго сужения, едва ли можно заметить какие-либо изменения в оттенке звука ϕ , хотя происходит увеличение и уменьшение полости рта.

По условиям опыта Мейер-Эпплер очень ограничивает возможности резонанса ϕ , но даже при этих условиях он все же возникает достаточно отчетливо. Ограничение состоит в том, что губы должны находиться в одинаковом положении. При этом условии резонанс на a , o , y действительно не может возникнуть, так как для

его образования нужно было бы изменить положение губ (*о, у*) или при *а* раскрыть рот. Один язык в этом случае ровно ничего не делает. Остается одна возможность – резонировать на смене мягкости и твердости, т. е. *ф_и* – *ф_ы*. Спинка языка будет то больше, то меньше подниматься к твердому нёбу. При этом требуемые условия будут соблюдаться, так как сужение во рту не достигает размеров сужения, вызывающего турбулентность при образовании согласного. Если Таким способом произносить *ф–ф'*, *ф–ф'*, *ф–ф'*, то резонанс будет слышаться вполне отчетливо. Правда, для немецкого языка такая смена резонансов не характерна, так как там нет противопоставления фонем по мягкости и твердости, но независимо от этого и в-бессмысленных слогах, перемежающихся по мягкости и твердости, любое ухо услышит резонансное различие. Надо только помнить, что резонанс возникает не к а одном согласном, а в слоге, т. е. при наличии гласного. *ф* имеет мягкий резонанс потому, что оно *и*-образно; *ф* – имеет твердый резонанс потому, что оно *ы*-образно. Никакой согласный нельзя произнести без какого-либо гласного резонанса, так как после сужения всегда, возникнет какое-то расширение, подобно тому как после дождя всегда бывает

хорошая погода.

Все эти замечания и напоминания кажутся на первый взгляд мелочными и мало существенными. В действительности это не так. Утверждение, что слог является основной произносительной единицей, тоже кажется очень простым и очевидным, однако именно это положение и забывается, когда говорят о резонансе. Ни один звук нельзя произнести вне слога, а слогаобразующим является гласный. Резонировать будут оба сливающиеся звука. Если к тому же собрать данные о всей резонаторной системе, то можно заметить, что при всех смягченных согласных меняется не только положение языка в ротовом резонаторе, но и форма глоточного резонатора. Он расширяется, и звук, образующийся в турбулентном потоке, проходит во всю резонаторную систему. Только при этом условии вообще может образоваться сама турбулентность, так как объем подаваемого к сужению воздуха должен регулироваться по близости от места сужения. Оба резонатора – рот и глотка – составляют саморегулирующуюся подсистему. Это положение в дальнейшем будет подтверждено фактическим материалом.

К этому следует добавить, что изменение резонанса на согласном – это только частный

случай переметного резонанса. В тот период, когда щелевой согласный длится однообразно, он приобретает резонанс во всей свободной от генерации звука трубке. По самому устройству речевого прибора звук, генерируемый в одном месте трубки, не может не резонировать в остальных местах той же трубки. То обстоятельство, что на каждом из согласных форма всей трубки специфична для данного согласного, обеспечивает в сплошном спектре согласного выделение амплитуд в некоторых полосах частот. Если бы этого не было, то вместо характерного звука данного согласного, выполняющего сигнальную функцию словоразличения, всякий раз получался бы случайный спектр белого шума, т. е. помеха.

Мейер-Эпплер приводит еще один остроумный, но неубедительный аргумент в пользу отсутствия резонанса у некоторых шумных согласных. Он предвидит возражение против выставленного им положения, состоящее в том, что на альвеолярном или постдентальном *с* можно просвистать мелодию (т. е. вызвать смену резонанса), да и механизм шума при произнесении двугубного *ф* имеет много общего со свистом. При *ф* и при свисте воздушный поток без всякого участия голосовых связок выходит из острого

отверстия рта. Можно перейти от свиста к ϕ так, что внешняя картина не изменится. И все же, говорит Мейер-Эпплер, в обоих этих случаях происходят совершенно разные физические процессы. Свист – это синусоидальные звуковые колебания почти без примеси шума, шум же согласного – это чистый шум без периодических колебаний. Аэродинамические различия между свистом и произнесением ϕ делаются тотчас же заметными, если приложить ко рту две сложенных в трубку руки. В то время как ϕ приобретает немного "темный" (сходный с у) характер, свист теряет стабильность и превращается в шумный звук. То же произойдет, если во время свиста поставить перед ртом какое-либо препятствие, например палец – свист пропадет, шумный же согласный останется без всякого изменения. Все это объясняется тем и свисте возникают собственные колебания, частота которых совпадает с частотой резонатора, в результате чего собственные колебания усиливаются или ослабляются. При сравнении свиста и произнесения согласного особенно бросаются в глаза различия в аэродинамических условиях. При свисте нет и речи о линейной зависимости между звуковым давлением и внутриротовым воздушным давлением. Внутриротовое давление мгновенно

возрастает в квадрате, и только в этот момент появляется звук свиста. Нельзя свистеть как угодно тихо, тогда как это вполне возможно при шипении и шиканий. Из этого объяснения делается вывод о том, что при произнесении с мелодия может получаться только за счет возможной при этом произнесении ротовой артикуляции, которая меняет то", но при палатальном с или х это уже невозможно без изменения звучания.

Утверждения Мейера-Эпплера об аэродинамических условиях образования свиста и шума согласных вполне убедительны. Однако из этого не следует, что некоторые согласные (с–х) не обладают никаким резонансом. Конечно, если палатальное с делается твердым, то характер звучания изменится, но это и значит, что ранее бывший резонанс заменится другим резонансом. Резонанс не может измениться, если ничего не изменилось в резонаторах, но в обоих случаях, как при изменении, так и без изменения, резонанс как таковой остается. Между прочим, еще Рэлей обратил внимание на то, что свистящие звуки, издаваемые ртом, изменяются по высоте (примерно от с до с⁶) главным образом за счет внутренней емкости резонатора¹⁰¹.

Поставленный вопрос имеет общее значение в

связи с не решённым ещё до конца противоречием между теорией Гельмгольца и Германа. Согласно концепции Гельмгольца форманты возникают в резонаторах как вынужденные колебания, гармонические от основного тона голосовых связок. По Герману, форманты образуются как собственные колебания резонаторов и могут быть негармоническими к тону голосовых связок. Рэлей заметил, что между этими теориями меньше противоречия, чем обычно думают¹⁰². Однако при обсуждении этого вопроса имеют в виду только гласные, не учитывая спектра согласных и шепотное произнесение гласных. Если принять во внимание опыты по камертонной методике, проводившиеся Русело и Л. В. Щербой, в которых тон резонаторов определялся на шепоте, т. е. без участия голосовых связок, то действительно, противоречие между указанными теориями значительно сглаживается¹⁰³. Так как на шепоте нет основного тона от голосовых связок, то в резонаторах возникают собственные колебания, при этом в весьма широкой полосе частот. Услышать этот тон на фоне общего шумового спектра не так просто, вот почему его обнаруживают при помощи резонанса камертона. Таким образом, на шепоте функция генерации звука гласных переходит от голосовых связок к

полости рта – области генерации и резонанса совпадают. Такое же совпадение имеет место и при образовании согласных. Здесь резонирует вся та часть трубки, которая не занята сужением при генерации звука. В слоговом механизме все время происходит перестройка с одного вида генерации звука на другой. Когда работают голосовые связки, ротоглоточный резонатор приобретает вынужденные колебания с наличием гармонических составляющих, когда же генерация звука перемещается в самую резонаторную полость или в ее часть, тогда в резонаторной трубке возникают собственные колебания и в составе спектра появляются негармонические составляющие. Вообще же говоря, шумовой фон сохраняется и при произнесении гласных с голосом. Вот почему в описанном выше "вакодере" (искусственная речь) для гласных ставится жужжащий генератор. Во всяком случае в механизме образования речевого звука нельзя исключить ни одну из основных систем, как бы они ни переместились. При образовании звуков речи все процессы происходят в трубках – воздухоносных или резонирующих. Так как при известных энергетических условиях в этих же трубках происходит генерация звука, то они будут резонировать. Исключить резонанс из механизма

речи, значит, исключить смену речевых тембров, т. е. членораздельность и различия сигналов для различения их сигнальных значений.

Итак, в интересной по фактическому материалу работе Мейера-Эпплера оставлены без внимания, во-первых, речевое дыхание в глубоких частях дыхательной системы и, во-вторых, учет резонаторной системы, главным образом в части полости глотки. Пропущенные звенья речевого механизма имеют существенное значение в образовании слога.

Изложенный в этой главе разбор методов изучения артикуляции и результатов некоторых относящихся к нашей теме экспериментальных работ показал, что принципы комплексной методики не осуществляются в той мере, как это необходимо для изучения механизма речи. Каждый из исследователей выбирает какое-то одно или в лучшем случае два звена этого механизма и вменяет им весь эффект работы механизма в целом. На самом же деле любое из явлений или особенностей процесса речевого произнесения настолько тесно связано со всеми другими, что изучение только отдельного звена, вне связи с остальными, в лучшем случае прибавляет сырой фактический материал, но не решает проблемы в целом.

Глава восьмая

МЕТОДИКА, ПРИМЕНЕННАЯ В НАШЕМ ИССЛЕДОВАНИИ

§ 19. Акустические измерения

Для исследования механизма речи целесообразно выбрать эффекторное звено, так как в нем сочетаются разложенные на элементы речедвижения и происходит синтез акустического эффекта. Необходимо результаты акустических измерений сопоставлять со всей системой речедвижений с тем, чтобы на основе этих данных сделать выводы о центральном управлении процессом воспроизводства речи. В этой главе будет рассмотрена техническая сторона примененной методики. Вследствие того, что рентгенография и в особенности кинорентгенография и рентгенокимография до сих пор не применялись в психологии, этим вопросам будет уделено несколько большее внимание.

В акустические измерения должно входить определение интенсивности звука, частоты основного тона, спектра и времени. Для наших

целей прежде всего надо было зафиксировать слоговую динамику, поэтому в качестве индикатора был выбран быстродействующий измеритель уровня – аппарат Неймана или, как его часто называют, "самописец". Этот прибор записывает: а) уровень звукового давления в децибелах с точностью до + 1 об, б) отмечает длительность звучания и паузы с точностью до 0,2 секунды¹⁰⁴. Самописец менее пригоден для точных измерений абсолютных величин, например для определения средних, мгновенных и пиковых мощностей звука, но незаменим для сравнительного анализа слоговой динамики. Возможности его применения к изучению речевого процесса оценены еще недостаточно. При произнесении отдельных слов он с полной точностью фиксирует слогоразделы и отчетливо показывает разносилльность слогов. При произнесении фраз, вследствие инертности прибора, которая может быть учтена полностью, слогоразделы сглаживаются. Однако сравнительный анализ слов, произнесенных отдельно, и тех же слов, произнесенных во фразе, дает возможность судить о фразовых перестройках в звуковой оболочке слова "а основании различия слоговых профилей двух записей. Значительным преимуществом прибора

является также и то, что он ведет запись по разграфленной на децибелы сетке. Это обстоятельство позволяет оценить ступени прироста интенсивности в равномерной шкале. Если перед самописцем включить в цепь усилитель шумомер, учитывающий в среднем завалы интенсивности при изменениях частоты основного тона, то запись выравнивается примерно по кривым равной громкости и приближается к уровням среднего нормального уха. Вероятность получения таких именно записей увеличивается, если, как в наших опытах, они проводятся в сжатом диапазоне обычной громкой речи от 60 до 75 дб.

Для измерения частоты основного тона применялся электромагнитный рекордер, позволяющий регистрировать частоту в пределах от 50 до 2500 кол/сек, что для речевых наблюдений вполне достаточно¹⁰⁵. Этот рекордер является портативным, упрощенным осциллографом для регистрации частот основного тона в пределах речевого диапазона. Запись производится на закопченной ленте большого кимографа. Удобство прибора состоит в том, что при его помощи можно проанализировать по основному тону относительно большие отрезки речи, состоящие из ряда фраз.

Для получения звуковых спектров применялся автоматический спектрограф, сконструированный в лаборатории экспериментальной фонетики и психологии речи МГПИИЯ, где и проводилась эта часть работы. Выше указывалось, что в речевой динамике звуковые спектры все время меняются, в зависимости от их места в составе слова и слова в составе фразы. Необходимо уловить эту изменчивость. Комплексная методика требует прежде всего учета динамики речи. Речевой звук длится меньше чем 0,2 секунды, но и за это краткое время его спектр закономерно меняется, поэтому для учета динамики нельзя было применить такой спектрометр, при помощи которого обычно производятся аналогичные акустические измерения и который срабатывает за время в 1 минуту. Нельзя было пользоваться также и методом срезания полос частот сверху и снизу, так как и при этом получился бы лишь статический срез данного звука за весь период его длительности и, кроме того, учитывалась бы только полоса частот без регистрации относительных амплитуд составляющих. Для установления динамики звука необходим быстросрабатывающий автоматический спектрометр. Именно такой прибор и был в нашем распоряжении.

Устройство такого спектрометра состоит в следующем. От микрофона напряжение поступает на входной усилитель, делитель напряжения и 23 фильтра. Назначение делителя состоит в том, чтобы подобрать для каждого из фильтров необходимое рабочее напряжение. Сигнал, пройдя через фильтр, детектируется специальным устройством у каждого фильтра и сохраняет на выходе напряжение, пропорциональное своему значению. Каждый из фильтров связан с коммутатором-кольцом, по которому скользит токоснимающая щетка со скоростью 60 оборотов в секунду. За 1/60 секунды щетка сделает один оборот и встретится один раз с контактом No 24, который имеет постоянное значение по величине отрицательной полярности и поэтому служит для отметки завершения полной окружности, скользящей по контактам токоснимающей щеткой. Эти отметки отделяют кадр за кадром периоды в 16 миллисекунд, в каждый из которых токоснимающая щетка проходит по контактам, связанным с каждым из 23 фильтров в порядке убывания их номеров. На выходе получается напряжение, характеризующее: а) частотное и б) амплитудное значение гармонических составляющих сложного звука. Частотное значение определяется по номеру фильтра,

амплитудное – по величине напряжения. На выходе включается усилитель постоянного тока. Для графической регистрации полученных таким образом сигналов они поступают на шлейфовый осциллограф. На одном из Шлейфов записывается спектрограмма, на другом – отметка времени и на третьем, в случае необходимости, суммарная осциллограмма сложного звука. В дальнейшем спектрограмма обрабатывается на приборе для чтения микрокниг.

Вся спектрограмма разбита по кадрам отметчиком 24-го контакта. Внутри кадров отмечаются импульсы напряжения от каждого из 23 фильтров. Путем прикладывания линейки по горизонтали кадра устанавливается номер фильтра, другой линейкой по вертикали устанавливается амплитуда наличной частоты в условных единицах длины. По этим данным может быть составлен спектр в микроинтервалах времени, т. е. за период 16 миллисекунд. Спектрометр измеряет частоты в пределах от 62 до 5430 кол/сек. Во всех приводимых в этой работе спектрах указаны лишь номера фильтров. Соответствующие им полосы частот могут быть определены по таблице 3.

№ филътра	Резонан- сная частота	Граничная частота	Полоса пропускания
1	100	62	80
2	198	142	103
3	303	245	110
4	416	355	119
5	537	474	124
6	667	598	135
7	807	733	145
8	957	878	155
9	1119	1033	172
10	1292	1205	180
11	1480	1338	197
12	1681	1580	210
13	1897	1700	220
14	2130	2010	240
15	2380	2250	200
16	2649	2510	280
17	2938	2790	300
18	3248	3090	390
19	3582	3410	340
20	3941	3760	370
21	4327	4130	400
22	4742	4530	430
23	5188	4960	470
	5430		

Таблица 3. Указатель расчетных данных звукового спектрометра

При обработке спектрограмм возникает вопрос о том, какой из кадров принять за исходный пункт сравнения. Возможны два решения – или выбрать те средние два-три кадра, в которых звук приобретает наибольшую устойчивость, или учесть всю длительность звука в составе меняющихся спектров. Для поставленных в этой работе целей было целесообразнее встать на второй путь. Полученные спектральные данные

обрабатывались статистически – устанавливалась частота встречаемости импульса на соответствующем фильтре, средняя величина амплитуды импульса и квадратичная ошибка по амплитуде. Усреднение величин, во-первых, позволяло учесть сумму спектров на протяжении длительности данного звука и, во-вторых, уменьшало погрешности аппарата при определении величины амплитуд составляющих.

Процедура записи состояла в следующем. В процессе рентгенографии органов речи перед испытуемым ставился микрофон и производилась запись произнесения на магнитофоне. Таким образом, получалось два Документа – рентгенограмма и запись звука, который мог быть проанализирован по спектру, основной частоте, интенсивности и длительности.

§ 20. Рентгенологическая методика

Исследование речедвижений проводилось при помощи рентгенологической методики. Прежде всего производилась статическая рентгенография произнесения гласных. В Институте рентгенологии и радиологии в Москве доктором медицинских наук В. Г. Гинзбургом разработана методика и сконструирован специальный станок для рентгенографии органов речи от гортани до губ. Нами был собран материал при непосредственном участии и консультации В. Г. Гинзбурга. По идее В. Г. Гинзбурга при съемке применяются лучи повышенной жесткости – до 100 R W при сравнительно малом ампераже – 20 мА. В этих условиях при применении рассеивающей решетки и экспозиции до 0,2 секунды получаются очень четкие изображения как костного скелета, так и всех мягких тканей разной плотности. Особенно хорошо видны "воздушные полости", т. е. уменьшение плотности мягких тканей при растяжении их воздухом.

Съемка производилась следующим образом. Произносящий удобно помещался на стуле, прислонив висок к станку, в котором находилась кассета. Нижний край кассеты плотно упирался в

плечо так, чтобы на пленке получалось изображение не только гипофарингса, но и гортани в боковой проекции. Это достигалось также дополнительно и тем, что произносящий несколько вытягивал шею и слегка запрокидывал голову назад. Для сравнения разных снимков особенное внимание обращалось на тождество положения головы в разных экспозициях. Для этого голова устанавливалась в положение по отметкам на доске и мягко поддерживалась затылочным фиксатором. Испытуемый после данного ему сигнала о готовности аппаратуры произносил исследуемый звук и сам нажатием кнопки включал рентгеновскую трубку. Съемка производилась на пленке размером 18x24 см

Статическая рентгенография надставной трубки дает хорошее представление о способах образования гласных. Наблюдения же за образованием согласных, слогов, слов и фраз требуют применения кинорентгено съемки. Поставленная нами проблема нуждалась именно в этой методике. Для производства кинорентгено съемки было достаточно соблюсти следующие условия. Нагрузка на трубку с вращающимся анодом (мощность 10 RW) 92 RW и 95 – 80 mA, при расстоянии трубка – объект 65 см. Количество падающей на объект энергии

рентгеновских лучей измерялось с тем, чтобы определить толерантную дозу и установить время облучения. В выбранных нами условиях время облучения ограничивалось двумя сеансами, около 5 сек. каждый. После этого данное лицо больше не подвергалось облучению и заменялось другим.

Киноаппарат помещался на линии трубка – объект – экран – киноаппарат и экранировался от рентгеновских лучей. Съемка производилась с одного и того же расстояния через свинцовое стекло. Перед каждой отдельной пятисекундной съемкой проверялась наводка объектива на фокус. Предварительно точно устанавливалось положение головы в кадре, так, чтобы туда входила вся исследуемая надставная трубка. Нижняя рамка экрана, укрепленного на штативе, плотно прилежала к плечу объекта съемки. Для увеличения площади нижней части кадра соответствующая часть рамки экрана суживалась до 2–3 мм. Применялся экран Патерсона, обладающий достаточной светосилой и малой инертностью, по расчетным данным 0,02 секунды. Надо заметить, что инертность экрана при кинорентгено съемке имеет большое значение. Остаточное изображение, сливаясь с изображением предшествующего кадра, может привести к значительной нечеткости всего

заснятого за 5 секунд куска. Так как съемка производилась со скоростью 24 кадра в секунду, то инертность экрана в 0,02 секунды была вполне допустимой. При проверке оказалось, что на следующем кадре негатива после выключения рентгеновской трубки все же остается едва заметный контур профиля объекта. Плотность тени настолько незначительна, что практически это обстоятельство не имело значения.

Съемка производилась на аппарате "Акилей", дающем возможность широкого раскрытия щели obturatora; объектив со светосилой 0,95 ("Astro"), пленка РФ-3, обладающая повышенной чувствительностью к левой части спектра. Материал проявлялся ручным способом небольшими порциями. Было снято 29 кусков длительностью 4–5 секунд, каждый, в общей сложности больше 3 тысяч кадров. Съемка производилась в Институте рентгенологии и радиологии при консультации В. Г. Гинзбурга, В. В. Дмаховского и при участии Б. Н. Мельникова; оператор П. П. Петров. Съемочная аппаратура и пленка были предоставлены Московской киностудией научно-популярных фильмов.

Проблема измерения рентгенограмм в области глоточного резонатора является новой, поэтому следует остановиться на этом вопросе. Схема

взаимного расположения полостей носа, рта, глотки и гортани: полость глотки делят на три части. Первая часть – носоглотка (эпифарингс, 4), простирается от свода глотки до мягкого нёба (8). Вторая, средняя ротовая часть (мезофарингс, 5), начинается от уровня мягкого нёба и доходит до входа в гортань. Третья часть, гортанная (гипофарингс, 6) залегает позади гортани до уровня нижнего края перстневидного хряща гортани, далее переходя в пищевод. На передней стенке средней части глотки находится зев, сообщающий её с полостью рта.

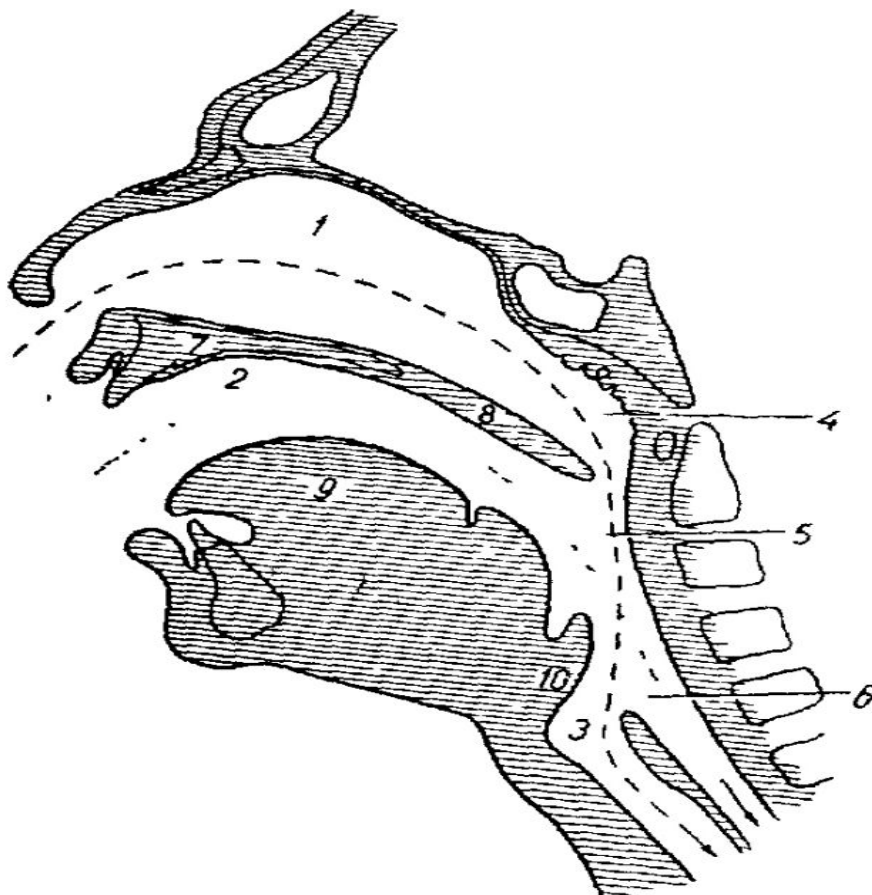


Рис. 3. Схема расположения полостей носа, рта, глотки и гортани

Таким образом, к интересующей нас области глоточного резонатора должна быть отнесена средняя глотка, где происходят основные резонансные модуляции, и нижняя часть глотки. В дальнейшем обе эти части вместе будут обозначаться термином "глоточный резонатор", или просто "глотка". Носоглотка и полости носа включаются в резонанс лишь в результате изменения положения мягкого нёба, а собственными модуляциями не обладают.

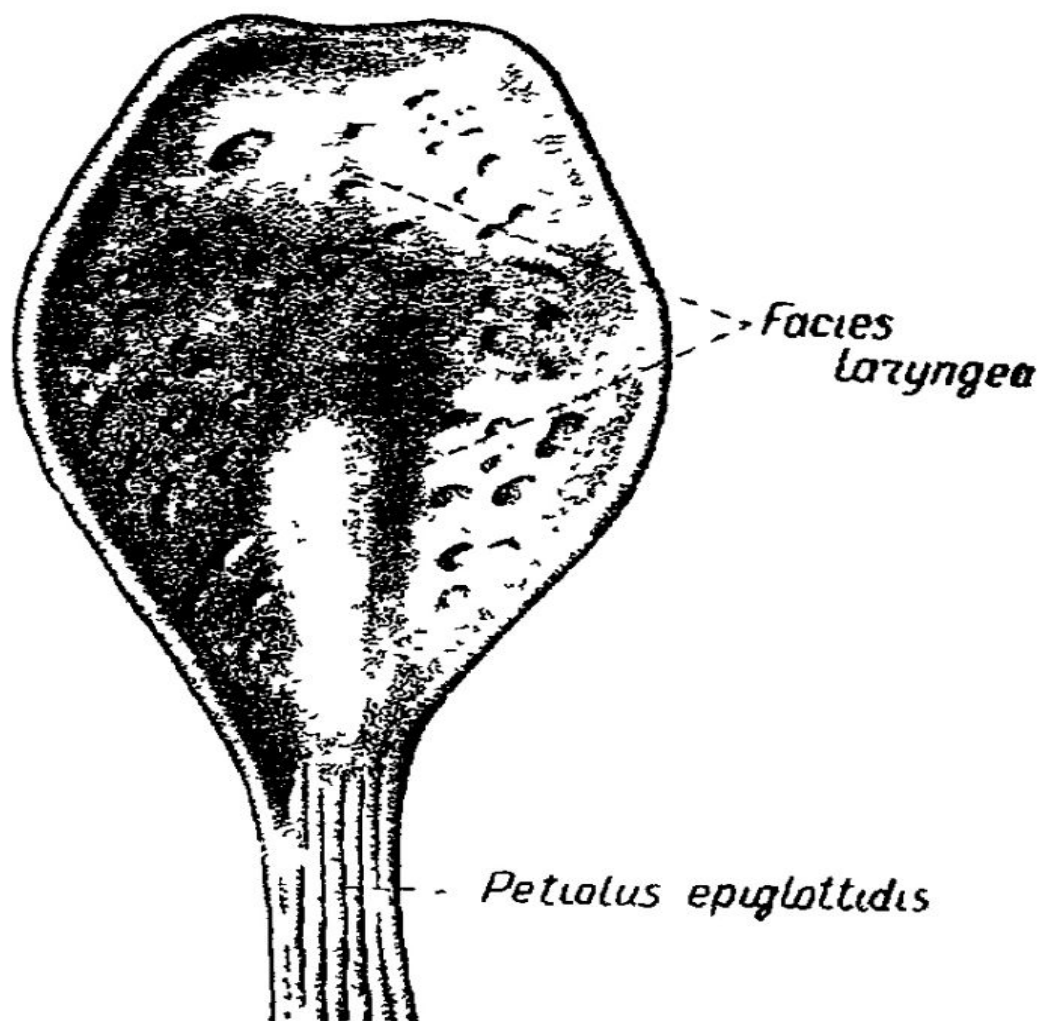


Рис. 4. Надгортанный хрящ

Надгортанник представляет собой непарный эластический хрящ. Имеет форму древесного листа. Узкая часть называется стебельком (*petiolus*), который при помощи связки прикреплен к щитовидному хрящу гортани. В боковых рентгенограммах надгортанник отчетливо заметен в виде светлой (в негативе) или темной (в позитиве) тени, при этом верхняя часть лепестка то загибается крючком вперед, к корню языка, то выпрямляется и значительно отходит кзади. На представленных в этой работе схемах надгортанник изображен в виде белой полосы, на рентгенограммах – в виде темной тени (позитив). Перпендикулярно надгортаннику, т. е. по горизонтали рентгенограммы, видна подъязычная кость. Надгортанник связан с подъязычной костью при помощи подъязычно-надгортанной связки. Кроме того, надгортанник связан с корнем языка при помощи трех складок слизистой оболочки – средней и двух боковых. Между этими складками образуются парные надгортанные углубления – валлекулы (*valleculae epiglotticae*). Рентгенологи валлекулой называют воздушный просвет между краем надгортанника и корнем языка. В процессе произнесения звуков речи этот просвет все время меняется по форме и величине. Учет этих изменений имеет большое значение для

понимания рентгенограмм. Понятно, что в негативной рентгенограмме (и в представленных ниже схемах) валлекула имеет вид темной тени, в позитивной – заметна по просветлению.

Для учета динамики изменения глоточной трубки нами производилось 10 промеров, где определялись:

I. Размеры глоточной трубки. 1) Ширина трубки в области зева от корня языка до превертебральной тени. Превертебральная тень, образуемая глубокими мышцами шеи, четко просматривается (вдоль хода позвонков в виде белой линии на негативе и темной в позитиве. Эта линия не смещается и может служить точкой отсчета для всех поперечных измерений. 2) Ширина глоточной трубки вместе с валлекулой по линии, пересекающей надгортанник посередине, т. е. от крайнего переднего положения корня языка до превертебральной тени. Это измерение двойное, так как надо знать как общую величину поперечника по этой линии, так и составляющие, а именно: а) величину валлекулы и б) величину от валлекулы до превертебральной тени. Соотношение этих величин в общей сумме бывает разным при разных произнесениях. 3) Ширина глоточной трубки (измеряется в самом низу, у края гортани). 4) Величина и форма валлекулы.

Это измерение также двойное, оно производится по двум взаимно перпендикулярным линиям, одна из которых проходит вдоль валлекулы, другая поперек. Наклон валлекулы по отношению к превертебральной тени может быть учтен в градусах угла. 5) Длина глоточной трубки определяется менее точно. Для отсчета может быть выбрана какая-либо неподвижная точка, например на уровне твердого нёба. Длину трубки все же удобнее измерять по уровню позвонков, лучше всего третьего. Трудность измерения состоит в том, что нижний край воздушной полости трубки приобретает не только разную форму, но и различен по фотометрической плотности. При сравнении измерение следует производить от указанных выше неподвижных точек до однозначно соответствующей точки нижнего края глотки в сравниваемых рентгенограммах.

II. Положение надгортанника при произнесении звуков речи все время меняется. Три необходимых здесь измерения исключительно важны для понимания всего процесса. 6) Положение верхней части надгортанника определяется до превертебральной тени. 7) Положение средней части определяется так же. 8) Высота стояния надгортанника может быть

определена от верхней его точки до любой другой неподвижной точки лицевого скелета или по уровню позвонков.

III. Положение подъязычной кости. Она все время колеблется в процессе произнесения вверх и вниз. 9) Эти колебания могут быть определены расстоянием от определенной точки лицевого скелета или по уровню позвонков. Рога подъязычной кости могут принимать разные положения. Иногда один рог далеко отходит от другого, иногда они сближаются, иногда, возможно, вибрируют. Поведение рогов подъязычной кости в процессе фонации представляет особую проблему, требующую специального изучения.

IV. Контур корня языка. Это измерение указано выше, однако целесообразно особо, в отдельной графе, учесть этот контур, так как отношение корня и спинки языка весьма своеобразно, о чем будет сказано в дальнейшем. 10) Необходимо измерить расстояние от края корня языка до превертебральной линии и всегда обращать внимание на форму линии по корню языка до его спинки. Все эти измерения при статической рентгенографии следует проводить по негативу на негатоскопе в размере пленки 18x24. В этих условиях точность измерения может

доходить до 1 мм.

При измерении кадров кинорентгено съемки можно пользоваться проекционным фонарем, поместив его на всегда определенное расстояние от разграфленного в сетку экрана. Однако на экране контуры измеряемых частей глотки будут размыты, что значительно затруднит и снизит точность измерений. Для измерения можно применять обычный флюороскоп, увеличивающий кадр в 2,5 раза. На окошечко флюороскопа следует вделать (или приклеить) прозрачную пленку с делениями по вертикали и горизонтали. Передвигая заснятый материал кадр за кадром по этой шкале, можно получить достаточно точные измерения интересующих величин.

В зависимости от проблемы исследования может возникнуть необходимость определения размеров глоточного и ротового резонаторов в абсолютных, числах, имея в виду их натуральную величину при произнесении разных звуков речи. Для этого надо учесть, что в рентгенограмме изображение увеличено на определенную величину вследствие расхождения пучка рентгеновских лучей. Однако по рентгенограмме точный учет объема глоточной трубки затруднителен. Глотка имеет воронкообразную

форму, обращена широким концом вверх и сплющена спереди назад. Кроме того, полость глотки занята телом надгортанника и подъязычной кости, внутри глотки имеется много складок и углублений. Все это затрудняет точное вычисление объема по данным плоской рентгенографической проекции. В большинстве случаев все же различия в величине и форме глоточного резонатора при разных артикуляциях настолько велики и характерны, что даже по внешнему их виду и с учетом указанных параметров измерения можно сделать ряд важнейших, принципиальных выводов о механизме словопроизношения.

Так как в задачу методики входило исследование взаимодействия всех органов речи, то ограничиться наблюдениями за функциями только надставной трубки было нельзя. Для изучения речевого дыхания был применен также рентгенологический метод. Широкие возможности для этого представляет применение рентгенокимографии.

Первый рентгенокимограф был сконструирован в 1911г. русским врачом В. Саббатом. В дальнейшем аналогичные приборы стали применяться и за границей. Однако у нас распространение рентгенокимография получила

лишь в 30-х годах¹⁰⁶. Появилась новая модель рентгенокимографа В. Г. Гинзбурга, и; было произведено много научных исследований, заставивших пересмотреть прежние представления о процессе так называемого внешнего дыхания (Шик, Гринберг, Голонзко, Крестовников, Цибульский, Соколов, Ротермель, Жученко, Соболев и др.). Ни в одной из этих работ вопрос о речевом дыхании не ставился. Вместе с тем полученные на речевом материале результаты для лиц, специально разрабатывающих методику рентгенокимографии и познакомившихся с этими результатами, оказались совершенно неожиданными. Это объясняется специфическими и совершенно неисследованными особенностями речевого дыхания.

Принципы устройства рентгенокимографа состоят в следующем. В деревянный остов футляра вмонтированы решетка и рама для кассеты с пленкой. Решетка состоит из 24 свинцовых пластин шириной по 12 мм между пластинами образованы щели в 1 мм. Таким образом, рентгеновские лучи проходят только через щели и не проходят через пластины. Решетка или кассета могут скользить по специальным пазам в футляре и могут быть

попеременно связаны с масляным тормозом для регулировки скорости хода или скольжения. Таким образом, может двигаться или только решетка, или только кассета. Два контакта, расставленные на ширину пластины решетки (12 мм), позволяют включать и выключать рентгеновскую трубку. В первый момент движения решетки или кассеты включается первый контакт, вследствие чего трубка начинает работать; пройдя 12 мм, решетка или кассета встречают второй контакт, который выключает трубку. Таким образом, съемка происходит только во время движения кассеты или решетки.

При неподвижности решетки на двигающейся в кассете пленке записываются колебания одной точки объекта, видимой через щель между пластинами. В результате получится так называемая ступенчатая рентгенокимограмма. При подвижной решетке на пленке будет непрерывно фиксироваться, при ее прохождении за щелью, весь путь и соответствующие колебания объекта на этом пути в 12 мм. Это так называемая скользящая рентгенокимограмма.

Рентгенокимограф устанавливается на штативе по линии трубка – объект–решетка – пленка. Тянущим механизмом является пружина, которая взводится перед началом съемки. Кимограф

устанавливается так, чтобы решетка и соответственно ее щели шли параллельно главному компоненту движения объекта. При исследовании дыхания основным объектом наблюдения является диафрагма, мощная система мышц которой поглощает рентгеновские лучи больше, чем легочная ткань, поэтому на рентгенограмме отчетливо выделяется ее краевой контур. Так же хорошо проецируются и ребра, особенно пятое. Так как главный компонент движения диафрагмы вертикальный, то и рентгенокимограф устанавливается так, чтобы его пластины имели вертикальное направление. Движение ребер происходит по дугам разного радиуса, поэтому проекция амплитуд их колебаний меньше отражает реальное движение и более сглажена. В наших наблюдениях целесообразно было сосредоточить главное внимание на движениях диафрагмы, имея в виду, что ее экскурсии совершенно синхронны реберным. При этом, конечно, следует учитывать тип дыхания.

По наблюдениям В. С. Соболева¹⁰⁷, максимальные колебания диафрагмы приходятся на ее задние отделы, соответствующие поясничной части. В большинстве случаев эта часть диафрагмы и является краеобразующей.

Колебания убывают в направлении к центральным отделам куполов диафрагмы и сходят на нет или даже инвертируются в самых передних отделах вследствие интерференции противоположных сил. Эти наблюдения В. И. Соболев производил при боковой проекции диафрагмы. Для решения нашей задачи было достаточно ограничиться фронтальной проекцией, наиболее демонстративной, вследствие возможности обозрения всех разделов по фронту обоих куполов диафрагмы. Однако приведенное наблюдение В. И. Соболева должно быть принято во внимание, учитывая, что различие амплитуд движений задних и передних отделов диафрагмы при фронтальных съемках может быть иногда обнаружено по разной плотности проецируемого края группы диафрагмальных мышц.

Рентгенограмма читается в зависимости от способа съемки. При скользящей рентгенокимограмме она читается в направлении движения решетки, при ступенчатой (т. е. при движении кассеты) – в направлении, обратном движению кассеты. Под рентгенокимограммой всегда стрелкой показано направление ее чтения, т. е. начало произнесения того или другого речевого звука. На рисунке 5 представлена скользящая рентгенр-кимограмма нормального

дыхания. Каждая отдельная полоса соответствует движению одной щели решетки за 3 секунды. За это время на каждом из участков диафрагмы, проецирующихся в полосах, происходил один и тот же процесс – вдох, выдох, вдох. Опускание диафрагмы соответствует вдоху, подъем – выдоху. Получается треугольник, в котором одна сторона отражает вдох, другая – выдох.

Кроме многощелевого рентгенокимографд, применяется однощелевой, в котором вместо решетки имеется лишь одна щель в 1 мм. Однощелевая рентгенокимограмма отмечает движение одной точки диафрагмы на большем пространстве пленки, чем ступенчатая многощелевая, но не дает возможности широкого обзора движений всех точек объекта. Для предварительного исследования такого неизученного явления, как речевое дыхание, целесообразно прежде всего получение обзорной, многощелевой скользящей рентгенокимограммы. Кроме того, речевой звук длится очень короткое время, а скорость движения пленки ограничена (10 мм/сек.). Таким образом, нет прямой необходимости в этих условиях растягивать линию записи.

Нами были получены материалы как на одноще-левом, так скользящие и ступенчатые

кимограммы на многощелевом рентгенокимографе. Практически для наблюдения за диафрагмой различие между ступенчатой и скользящей кимограммами ничтожно и заметно только в движениях ребер. В дальнейшем будет приводиться материал преимущественно скользящих многощелевых рентгенокимограмм. Однощелевой рентгено-кимограф мы применяли в том случае, когда заметили различие в амплитудах движений правого и левого куполов диафрагмы. Для уточнения движений правого купола, который иногда у некоторых лиц колеблется в процессе произнесения речевых звуков с меньшей амплитудой, чем левый, мы производили съемку одной точки этого правого купола на однощелевом рентгенокимографе.

Рентгенокимографическая методика для изучения дыхания, и тем более речевого, является несравненно более точной, чем пнеймографическая, широко применяемая в физиологии и психологии. Пнеймографы, в том числе и электрические, помещаемые в разных частях тела, дают косвенные и суммарные данные о механизме внешнего дыхания. Рентгенокимография дает возможность прямого наблюдения и точной регистрации движений диафрагмы, как одного из основных индикаторов

механизма в системе дыхательных мышц. В предшествующей главе приводились наблюдения Я. Л. Шика, из которых ясно видно преимущество рентгенокимографа по сравнению с пневмографической методикой.

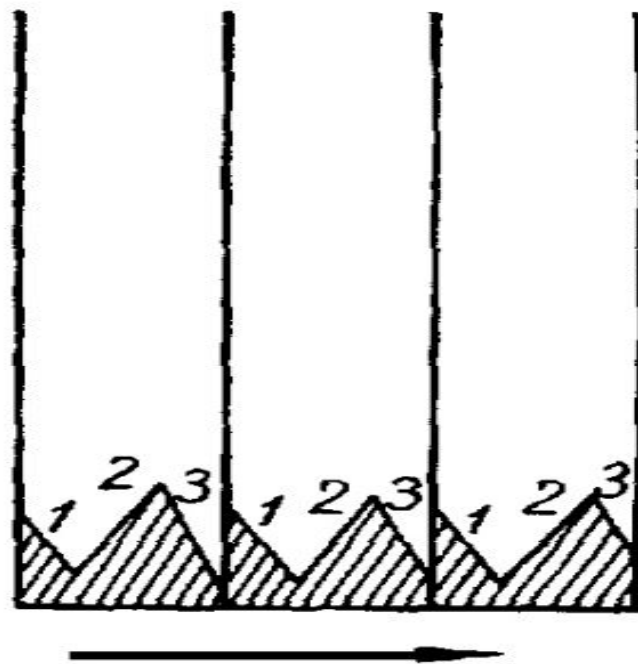


Рис. 5. Общая схема движения диафрагмы в процессе свободного дыхания: 1 – вдох; 2 – выдох; 3 – вдох

Рентгенокимография речевого дыхания производилась нами в рентгеновском кабинете Института переливания крови при консультации И. Б. Гуревича и в рентгеновском кабинете Московского педиатрического института РСФСР при консультации проф. Н. А. Панова.

По ходу исследования обнаружили такие явления в движении диафрагмы при речевой

фонации, которые потребовали дополнительных наблюдений за процессами, происходящими в трахеобронхиальном дереве. Механизм речи не может быть установлен без изучения всего процесса речевого дыхания. Для исследования перистальтики бронхов во время речи была применена бронхокимография. Лицу, произносящему слова, после анестезии верхних дыхательных путей, в один из бронхов назально вводилось контрастное вещество. После этого на ступенчатом рентгено-кимографе производилась регистрация бронхиальной перистальтики при произнесении звуков речи и при свободном дыхании. По понятным причинам бронхография не производится на здоровых лицах, поэтому в качестве объектов съемки были выбраны такие больные, которым показана эта процедура для соответствующих диагностических целей. Это обстоятельство не отразилось на наших наблюдениях, так как больные отбирались из подконтрольной группы после проведенного лечения. Контрастное вещество вливалось в здоровую половину легкого. Фактически у отобранных лиц патологических изменений в бронхиальном дереве не было обнаружено. Затруднения состояли только в том, что приходилось дожидаться случаев для отбора

таких лиц. Рентгенокимобронхография производилась доктором И. В. Макаровым при консультации проф. Н. А. Панова в Московском педиатрическом институте РСФСР.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Глава девятая

СИНТЕТИЧЕСКАЯ РЕЧЬ, ПРИНИМАЕМАЯ СЛУХОМ

В трех параграфах этой главы будут рассмотрены некоторые акустические явления, достаточное объяснение которым может быть дано только в последующих главах, начиная с десятой. На выходе речевых эффекторов образуется синтезированный звук. Уже простой слог (а, о, и и т. п.) является синтезированным. Прежде всего надо узнать, что в этом синтезированном звуке остается постоянным и что, при сохранении постоянства, изменяется и нет ли в самих изменениях также постоянства, т. е. закономерности. Только после этого следует спросить, от чего зависит постоянство и изменчивость и как речедвижения воспроизводят то и другое. Это и будет объяснением, в котором синтетическая сторона явления будет соотнесена с аналитической. Звук, определенный в

акустических измерениях как один и тот же, в системе синтеза сообщения выступает как элемент, а в системе анализа как целое, состоящее из других элементов, т. е. признаков звука. Поэтому управление для включения этого звука в синтетическую или аналитическую систему будет разным. При акустических измерениях недостаточно учитывать лишь физические параметры, надо определить их функцию в аналитико-синтетической системе, т. е. рассматривать звук психологически, как средство речевого общения. Задача следующего параграфа состоит в том, чтобы показать, как один и тот же звук входит одновременно в систему произвольного и непроизвольного управления.

§ 21. Разномощность речевых звуков и слоговое квантование

Если при помощи самописца Неймана записать несколько фраз живой разговорной речи, то мы получим кривую динамики этого произнесения. Игла аппарата запишет колебания интенсивности в процессе речи. Получить такую кривую нетрудно, но возникают исключительные затруднения при попытке понять ее, объяснить и расшифровать. Обращает на себя внимание не только то, что кривая интенсивности лишь изредка падает до нуля, в большинстве колеблясь на среднем уровне, но и то, что количество слоговых вершин на кривой не совпадает с количеством слотов в произнесенном слове. Отдельные слоги как бы пропадают в записи, а динамика одного и того же слова в разных фразах перестраивается до неузнаваемости. Особое затруднение для толкования записи возникает вследствие того, что ударный слог слова часто оказывается менее интенсивным, чем другие, неударяемые, хотя слух отчетливо воспринимает ударение именно там, где оно должно быть. Динамика речи изучалась очень мало, и на указанные явления не обращалось должного

внимания. К ним не подходили как к явлениям фразового произнесения и как к элементам анализа и синтеза. Однако при изучении отдельных звуков речи давно уже столкнулись с фактами, систематизация которых позволяет получить ответ на некоторые из основных вопросов, первоначально вызывающих недоумение.

Ответ этот следующий. Разные звуки речи обладают разной акустической мощностью, поэтому их энергия квантуется по разным шкалам. Допустим, что *a* обладает большей акустической мощностью, чем *и*, тогда поток энергии *a* достигнет определенного уровня скорее, чем поток энергии при произнесении *и*. Для того чтобы поднять динамику *и* на равные с *a* ступени, надо на *и* затратить большую работу, чем на *a*, т. е. приложить большую силу при произнесении *и*, чем *a*. Это и значит, что расчет ступеней акустической мощности будет разным для *a* и *и*. При одинаковой или даже меньшей акустической мощности *w*, на нем уже будет слышаться ударение, если оно усилено по своей собственной шкале *a* величину, соответствующую слоговому ударному выделению. Для того чтобы эти чисто физические соотношения приобрели психологический смысл, т. е. обнаружили

функцию слогового квантования, его сигнальное значение в процессе речевого общения и управление системой квантования, полезно кратко ознакомиться с историей вопроса определения разномощности звуков речи.

Еще в 1871 г. Вольф¹⁰⁸ производил измерения слышимости разных звуков речи, применяя очень простую методику. Опыт производился в тишине, ночью, в местности, окруженной лесом. Диктор получал инструкцию произносить отдельные звуки речи с одинаковой силой. Исследователь и его помощники постепенно отходили от диктора на такое расстояние, на котором данный звук переставал слышаться. Это расстояние, измеренное в шагах, являлось показателем слышимости или громкости данного звука речи. Вольф получил результаты, представленные в таблице 4.

<i>a</i> — 360	шагов	<i>sch</i> — 200	шагов
<i>o</i> — 350	„	<i>m</i> — 180	„
<i>ai</i> — 340	„	<i>s</i> — 175	„
<i>e</i> — 330	„	<i>f</i> — 67	„
<i>i</i> — 300	„	<i>κ, t</i> — 63	шага
<i>oi</i> — 290	„	<i>r</i> — 41	шаг
<i>au</i> — 285	„	<i>b</i> — 18	шагов
<i>u</i> — 280	„	<i>h</i> — 12	„

Таблица 4. Разногромкость звуков речи
(по Вольфу)

Аналогичные данные получил и Руссло. О. Есперсен¹⁰⁹ сделал из этих фактов далеко идущие выводы. Он устанавливает следующий ниспадающий ряд громкости гласных: а, о, ь, і¹¹⁰. За ним следуют по убыванию громкости или, по терминологии О. Есперсена, сонорности звонкие согласные [по порядку убывания: а) проточные – боковые, носовые, узкого образования, б) взрывные и, наконец, шумные согласные (узкого образования: закрытые *p, t, k*).] На основе различий сонорности звуков. О. Есперсен, как указывалось выше, строит свою теорию слога и ударения. Слог образуем из сочетания разносонорных звуков. Сам Есперсен считает, что среди фонетистов не может быть сомнения в точности установленных рядов сонорности.

Однако в 1953 г. появилась работа О. Эссена¹¹¹, в которой при помощи современной, более точной инструментальной методики были установлены факты, значительно не совпадающие с только что приведенными. Так же как и в прежних опытах, дикторы получили инструкцию произносить отдельные звуки речи с одинаковой физической силой. Каждый звук произносился подряд 10 раз 11-ю дикторами. Их произнесение записывалось на магнитофоне и напряжение на

выходе измерялось по вольтметру, показания которого пересчитывались в децибелах ($ndb = 20 \lg \frac{v_1}{v_0}$, где $v_0 = 1 \text{ mW}$). Получились следующие результаты в средних величинах для всех испытуемых (табл. 5).

№ п/п.	Звуки	Дсцибел
1	о	$50,7 \pm 2,3$
2	о	$49,9 \pm 2,2$
3	т	$49,3 \pm 2,3$
4	и, ъ, п	$48,5 \pm 2,4$
5	л	$48,1 \pm 2,5$
6	с	$48,0 \pm 2,5$
7	а	$47,2 \pm 2,5$
8	і	$46,1 \pm 2,3$
9	б	$44,4 \pm 3,5$
10	ј	$42,5 \pm 3,3$
11	ѵ	$41,9 \pm 2,9$
12	з	$41,5 \pm 2,9$
13	ѣ	$39,3 \pm 2,8$
14	х	$36,5 \pm 2,8$
15	ѕ	$35,8 \pm 2,4$
16	џс	$34,2 \pm 1,7$
17	ѣ	$28,4 \pm 1,6$

Таблица 5.
Разногромкость звуков речи (по О. Эссену)

Взрывные $к, р, т, б, д$ не измерялись, вследствие их краткости и ненадежности показаний стрелки вольтметра. Как видно, полученная Эссеном таблица значительно

расходится с ранее приведенной. В дальнейшем Эссен приводит следующие данные. Если произнесение каждого из дикторов разбить на три группы: а) наиболее сильное произнесение 100–90%; б) произнесение 89–80%; в) произнесение ниже 80%, – то получается, что звук *а* попадает в первую группу в шести случаях, во вторую – в четырех случаях и ни разу в третью группу. Звук *и* попадает в первую группу в восьми случаях, во вторую – в двух случаях, не встречаясь в третьей. Вообще, каждый звук, кроме *о*, попадает или в первые две группы или во вторую и третью, а такие звуки, как *у* и *з*, встречаются во всех трех группах. Эти же явления видны и из приведенной таблицы О. Эссена. Если отклонение при *о* взять с минусом, то получится 48,4 дб, а отклонение при *а* взять с плюсом, то получится 49,7 дб. Иначе говоря, встречаются случаи, когда *а* оказывается более громким, чем *о*. Даже может достигнуть 48,4 дб (уровень *о*).

Аналогичные измерения проводил и Флетчер. У него получились результаты, значительно отличающиеся от данных, приведенных в обеих таблицах. Для гласных Флетчер дает¹¹² такой ряд (в скобках указана мощность в микроваттах): *а* (25); *о* (24); *у* (23); *е* (22); *и* (20).

Спрашивается, чем можно объяснить полное

несоответствие полученных разными исследователями результатов? Прежде всего можно усомниться в точности данных Вольфа, так как измерение расстояния шагами и определение мощности звука по слуху не может идти в сравнение с инструментальным измерением. Кроме того, данные Эссена получены на материале немецкого языка, а Флетчера – на материале английского. Это обстоятельство, несомненно, играет большую роль. Но главное различие данных, полученных Эссеном и Флетчером, заключается в другом. В опытах Эссена дикторы произносили отдельные звуки, а дикторы Флетчера произносили слова. Это методическое различие является принципиальным. Отдельно произносимый звук речи, т. е. слог, составляет целое. Это отдельный акт произнесения. Как только звук попадает в состав слова, он становится элементом целого, произносительным же целым теперь является слово. Управление целым произнесением и управление элементами в составе целого произнесения различно, поэтому различны и шкалы квантования того и другого по динамическим уровням. Отдельный слог а, как целое, может получить любые градации громкости: от неслышного на расстоянии метра

шепота до крика. Любой другой звук, например самый маломощный из гласных *и*, может быть произвольно поднят в громкости до уровня *а* и даже превзойти этот уровень. Таким образом, о разномощности звуков речи, казалось бы, можно говорить как о величине только статистической, к тому же при сильных вариативных отклонениях.

Инструкция, дававшаяся Вольфом и Эссеном дикторам, — говорить с одинаковой силой — психологически невыполнима. Никто из дикторов и сами экспериментаторы не могли проверить одинаковость этой силы. Такая инструкция могла быть обращена только к слуховому контролю, а это значит, что дикторы выравнивали по слуху громкость произнесения. Они усиливали акустически слабые звуки и ослабляли сильные. Однако и при выравнивании звуки оказались разными по мощности. Это значит, что они оцениваются слухом в разных шкалах квантования. Звуки *а* и *и* кажутся выровненными, т. е. равногромкими, хотя акустическая мощность *и* меньше, чем *о* или *а*. Звук *и*, пройдя только три-четыре ступени вверх, уже достиг уровня повышенной громкости по сравнению со своим исходным уровнем, звуки же *а* или *о* должны пройти шесть-семь ступеней для того, чтобы достигнуть такого же превышения своего

собственного исходного уровня. Опыты с отдельными звуками представляют психологический интерес, так как даже в этих условиях обнаруживаются разные шкалы для разных звуков речи. Однако эти опыты не могут быть признаны точными, если принять во внимание, что разные дикторы неизбежно будут выравнивать звуки на разных абсолютных уровнях. При этом следует учесть весьма разную слуховую чувствительность дикторов, произвольно регулирующих громкость своего произнесения.

Иная картина получается при произнесении слов, куда звуки входят как элементы. Будем ли мы произносить все слово тихо, средне по громкости или очень громко, соотношение мощностей отдельных звуков в составе слова не изменится, так как произвольная громкость теперь задается всему слову, а громкость каждого из его элементов регулируется непроизвольно. При произнесении слов не будет необходимости выравнивать по слуху отдельные звуки, и инструкция – произносить все звуки с одинаковой силой отпадает. При таком опыте мы получим, так сказать, чистую акустическую разномощность звуков речи. Вот почему данные Флетчера больше дают для решения поставленной проблемы, чем

данные Эссена. Однако и данные Флетчера не решают в полной мере вопроса о разных шкалах квантования речевых звуков. Для того чтобы решить этот вопрос, надо сравнивать разные звуки в составе того слова, в котором они находятся, так как задача и состоит в том, чтобы узнать соотношение элементов в составе целого. Флетчер поступал иначе. Он измерял мощность *oo* (*y*) в слове *too*, мощность *a* в слове *tar*, мощность *ea* в слове *team*, т. е. звуки измерялись в разных словах. Диктор и здесь должен был выравнивать произвольную громкость всех произносимых им слов, иначе одно слово, произнесенное более громко, чем другое, вызвало бы увеличение мощности измеряемого звука за счет громкости, заданной всему слову, а не за счет той произвольной громкости, по которой отдельные звуки распределяются внутри слова.

Для решения поставленного вопроса нами были произведены записи на самописце Неймана как отдельных звукослов, так и слов. В последнем случае задача состояла в том, чтобы сравнить интенсивность звуков, находящихся не в разных словах, а в одном и том же слове, учитывая не абсолютную интенсивность, а ее приросты в разных звуках того же слова. Только таким способом можно определить чистую,

непроизвольно управляемую акустическую мощность звуков и доказать наличие в механизме речи разных шкал квантования для приема и воспроизводства речевых звуков. На рисунке 6 представлена запись произнесения простых слогов одним диктором. Наиболее отчетливые различия

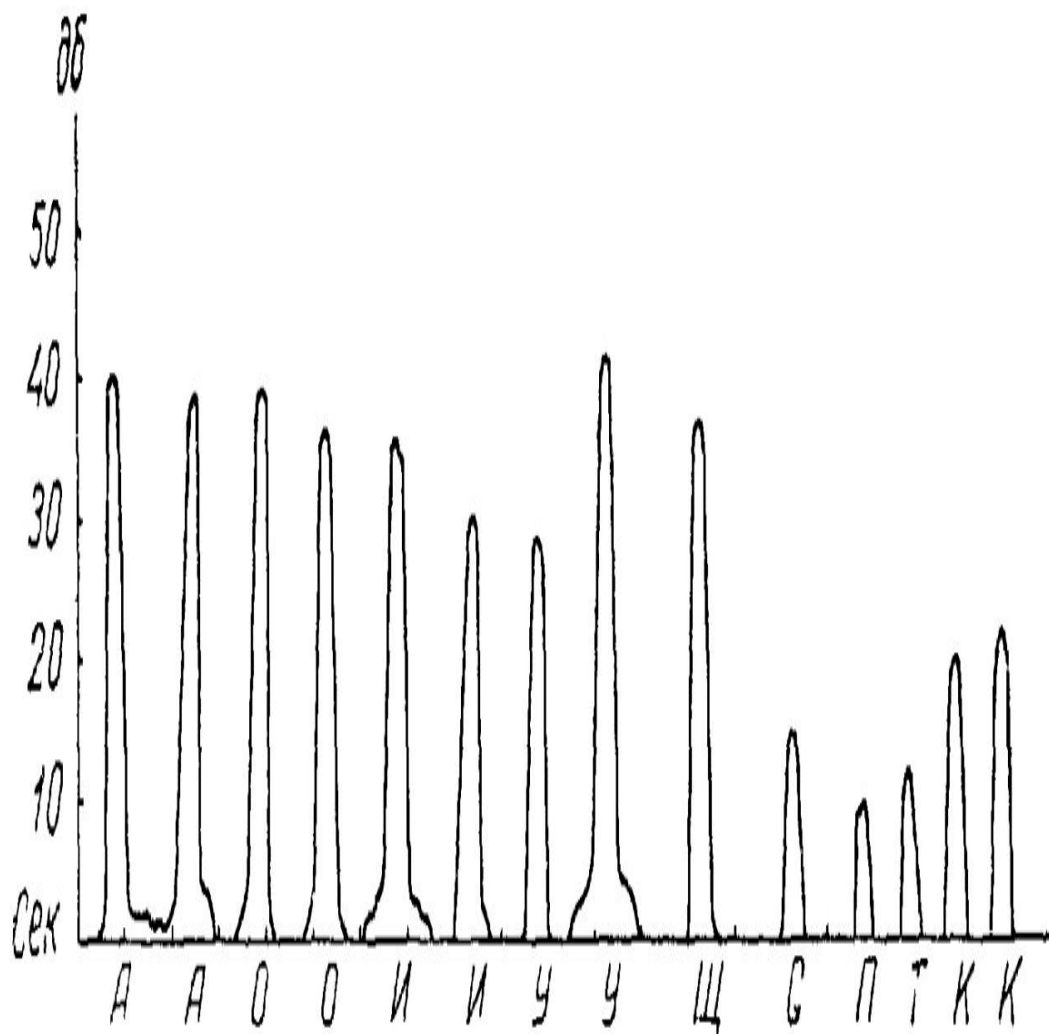


Рис. 6. Запись на самописце Неймана динамического уровня простых слогов

в интенсивности заметны лишь между группой гласных и некоторыми согласными (глухих, взрывных). Гласные не удается расположить в

определенный ряд по разномощности. Такие гласные, как у или и, то произносятся на 4–5 дБ менее интенсивно, чем а и о, то вровень с ними. Подсчет усредненных статистических величин в данном случае был бы мало показателен, так как он определил бы лишь среднюю степень чувствительности слухового контроля, а не действительную величину акустической разномощности этих звуков. Кроме того, задача выравнивания простых слогов по громкости под контролем уха не имеет "Практически большого значения, так как реально в речи такой процесс не встречается. Слоги как элементы сопоставляются по громкости внутри слова или фразового произнесения, а не как отдельные образования, так как по отдельности они не составляют сообщения.

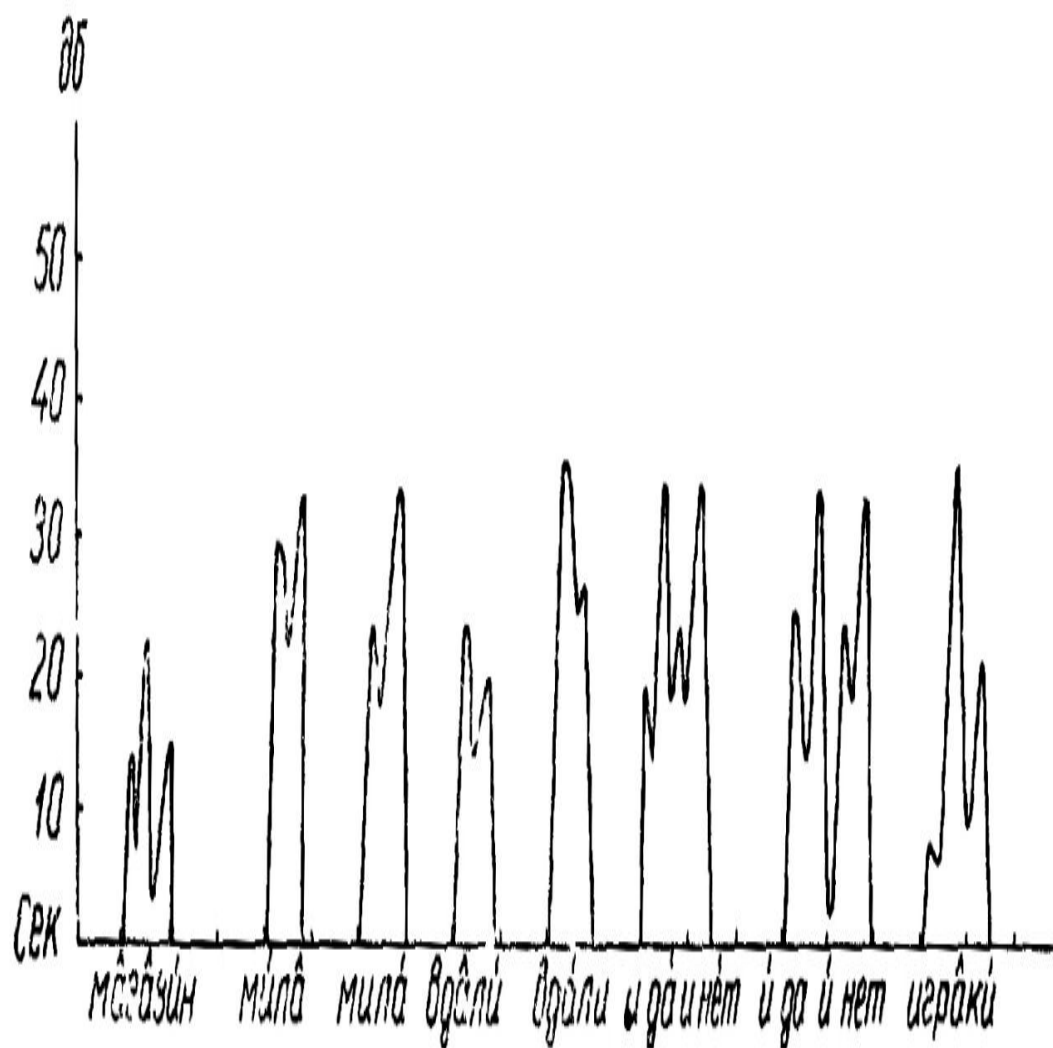


Рис. 7. Запись на самописце Неймана слов с сочетанием *а, и*

На рисунке 7 представлены графики произнесения слов, в составе которых содержатся звуки *а* и *и*. Следует особо подчеркнуть, что во всех словах, где *и* находится под ударением, интенсивность этого звука, безусловно, должна быть большей, чем в неударном положении. Во всех без исключения случаях, когда записываются слова с сочетанием звуков *а* и *и* с ударением на слоге, в состав которого входит, оказывается, что *и* в ударном слоге на 3–6 дБ, а иногда на 10–15 дБ

менее сильно, чем *а* в неударном слоге того же слова. Это и есть основной факт, свидетельствующий об акустической разномощности речевых звуков. То, что не получалось при измерении отдельно произносимых слогов, тотчас же обнаруживается в том случае, когда эти слоги входят как элемент в состав слова. Это и значит, что управление элементами в составе целого иное, чем управление всем этим целым. Слога, произносимый как целое, т. е. в отдельности, регулируется иначе, чем тот же слог, включенный как элемент в состав целого слова. Есть две шкалы динамических уровней: одна для целых словесных образований, другая для элементов. Этим и достигается аналитико-синтезическое выделение элементов и конструирование их в более сложное, системное образование. Так как признаки каждого из элементов, входящих в слово, разные, то для каждого из них существует своя особая шкала квантования по интенсивности. Сами эти признаки каждого из элементов сохраняют постоянство в их соотношении, вследствие чего звуки речи узнаются как себе тождественные. Они узнаются во всех случаях, на всех ступенях квантования. Они узнаются и в функции целого, и в функции элементов. Но, как только звуки входят

в состав целого, они квантуются лишь как элементы, тем самым обнаруживая аналитическую расчлененность целого. В этом и состоит членораздельность речи.

Слог по самой своей природе является динамическим образованием, но так как отдельный слог не составляет сообщения, т. е. не имеет предметного сигнального значения, то и любая ступень квантования отдельно произносимого слога не несет никакой сигнальной функции. Но как только слог входит как элемент в слово или сам выступает как слово или фраза, так тотчас же квантование приобретает сигнальное значение. Так, в ранее приведенном примере латинского ("Поезжай") слог 7 является фразой, целым сообщением, поэтому его динамические градации (звуковысотные, силовые, временные) приобретают смысл. Таким образом, слог как динамический компонент в такой же мере выполняет сигнальную функцию в сообщении, как и фонема. Только сами эти функции различны. Фонема — это статический различитель слов, независимо от того, входят ли эти слова в законченный ряд сообщения, или нет. В бессмысленном наборе слогов, не составляющих сообщения, они также будут различаться между собой. Слог же, сам по себе пустой, если

исключить входящие в него пункты тождества, составляющие постоянные словоразличители, вступает в действие лишь в составе конструктивного целого – сообщения. Слоговое квантование приобретает сигнальное значение только в определенной системе слов. Тогда квантуется все сообщение по слоговым позициям. Только в результате этого процесса получается конкретное целое сообщение. Слоги, расчленяя сообщение, тем самым составляют целое, которого бы не было, если не было бы расчлененности. Обработка слов, записанных на самописце, с разными сочетаниями гласных, включенных в их состав, дает возможность установить для русского языка ряд гласных по их убывающей акустической мощности *а; о; э; у; и*¹¹³. Этот ряд имеет первостепенное методическое значение, так как позволяет установить соотношение синтетического акустического эффекта со всей суммой аналитически раздробленных речедвижений в резонаторной, генераторной и энергетической системах произнесения. В дальнейшем мы увидим, что этот ряд в точности совпадает с рядом объемов глоточного резонатора и рядом градаций силы воздушного давления. Тем самым устанавливается соотношение между статикой и динамикой речи.

В связи со сказанным следует обратить внимание на самое понятие акустической мощности. Мощность звука – это поток звуковой энергии, проходящей через определенную площадь за единицу времени. За единицу принимают работу в 1 эрг, совершенную в 1 секунду, или 1 эрг/сек – 10^{-7} ватт. Мощность – величина статическая, она определяет эффективность силы, производящей работу в данный момент времени. В другой момент мощность может измениться, в зависимости от увеличения работы за то же время. Таким образом, квантование звуков речи в процессе изменения динамического диапазона следует отнести за счет изменения количества работы в единицу времени. Иначе говоря, квантование по динамике зависит только от энергетической системы речи. Так как разные звуки речи образуются в резонаторах разных объемов, то в каждом из этих случаев потребуется разное количество работы для достижения одинакового эффекта. Этим и определяется разномощность звуков речи, так же как и явление статики.

Так как в пределах своей средней мощности каждый звук речи может градуировать по количеству энергии, то возникает квантование как явление динамическое и разное для каждого из

звуков речи. Можно сказать, что каждый из звуков речи обладает как бы разной звуковой массой. Так *a* обладает меньшей звуковой массой, чем *u*, поэтому для его квантования будет прикладываться меньшая сила, чем для квантования *u*. Если выразиться менее точно и более образно, то можно сказать, что *a* делается из более легкого и более податливого для квантования звукового материала, чем *u*. Вообще же гласные значительно легче квантуются, чем согласные, поэтому гласные и являются слоговыми. Именно на них идет рост и падение слоговой динамики. Из всего этого вытекает, что в эффекторах речи следует отыскать такие устройства, которые бы обеспечили, соответственно акустическому эффекту, разновидность звуков, с одной стороны, и квантование в пределах их мощности, с другой стороны. Такие устройства и будут показаны в главе X.

Оба эти устройства различны, так же как и их функции. То, которое определяет разномощность звуков, есть не что иное, как определенность формы и объема резонаторов; то, которое модулирует динамические ступени, входит в состав энергетической системы. Первое определено самим составом звуков данного языка.

Это, так сказать, предписанные и заданные условия. Если правила для образования звуков усвоены речедвигательным анализатором, то разномощность звуков появится сама собой как произвольно не регулируемый компонент. Больше того, всякое произвольное изменение звука речи в этой части разрушило бы процесс общения. Наоборот, квантование все время колеблется в разных пределах, следовательно, подчиняется другим правилам регулировки.

При этом можно различать два случая. Подобно тому, как звук может выступать или как отдельно произносимый слог, или как элемент в составе слова, так и самое слово можно рассматривать или как самостоятельное образование, или как элемент в составе сообщения. Роль слогового квантования в этих двух случаях будет разной. Так будут разными функции слова и, соответственно, правила для осуществления этих функций в процессе общения. Отдельно взятое слово должно легко узнаваться, включенное же в состав сообщения, оно должно, кроме того, еще и пониматься в соединении с другими словами. Таким образом, существуют одни правила для конструирования звуковой оболочки слова, выполнение которых обеспечивает его узнавание, и другие правила,

определяющие место слова в составе сообщения. Оба вида правил предписывают определенного вида слоговое квантование. Так как правила первого вида определяют только узнавание звуковой оболочки слова, то они не связаны с значимой ситуацией сообщения, которая определяет правила второго вида. В параграфе 23 этой главы фразовое квантование будет разбираться более подробно.

Рассматривая любой динамический график записи отдельно произнесенного слова, (Например на рисунке 7, мы видим, что он образуется из вершин разной высоты. Подъем и падение интенсивности за определенное время образует слог. Таким образом, слог акустически есть не что иное, как непрерывное нарастание и падение интенсивности звука, воспринимаемое слухом как дуга громкости. Внутри слога нарастание величины интенсивности идет непрерывно¹¹⁴, один слог составляет отдельную порцию энергии, отделенную от другой ветвью падения интенсивности. В каждом слове соотношение слоговых вершин сохраняет относительное постоянство, достаточное для узнавания отдельно произносимого слова. Для точного прочтения кривой, фиксирующей акустический слоговой стереотип слова,

необходимо учитывать две величины -г-величину разномощности входящих в слог звуков и силу слоговой позиции данного слога в данном слове. Взаимный учет этих величин устраняет при прочтении динамических графиков основные из тех затруднений, о которых говорилось в начале этого параграфа.

Как видно, слоговые дуги в составе целого слова, как правило, не опускаются до нулевого уровня, а подхватываются новым звуковым давлением. При этом глубина ниспадения слоговой дуги имеет такое же значение для определения силы слоговой позиции, как и относительный прирост интенсивности на одном слоге по сравнению с другими или как длительность слога. Эти три величины могут компенсировать друг друга и взаимно замещаться. Однако во всех случаях дуга слоговой громкости сохранится, так как у звука не может пропасть признак интенсивности. Из этого следует, что слогообразующей силой является именно дуга интенсивности. Совершенно очевидно, что вариации высоты не могут образовать слога. Ни в одном языке не происходит так, чтобы на каждом слоге основной тон то поднимался, то опускался. То же самое и в отношении долготы слога. Для того чтобы слог был более или менее долгим,

необходима какая-либо интенсивность того звука, на котором происходит его укорочение. Слоговые раздельности как простых звуков, так и звуков, сложившихся в один слог, могут возникать лишь в дуге громкости. Однако как только слог образовался, т. е. образовалась хотя бы минимальная дуга громкости, выделение этого слога по сравнению с другими может происходить самыми различными способами, при этом интенсивность может играть относительно меньшую роль, чем долгота или изменения основного тона на данном, уже возникшем в дуге громкости слоге. Разностный порог различения интервалов времени и высоты более тонок, чем на градации громкости, поэтому слоговые различия в отдельно произносимых словах (русского языка) происходят преимущественно на основе долготы, выделение же слогов в словах при фразовом произнесении происходит на основе колебаний высоты основного тона. Вместе с тем модуляция высоты на слоге неизбежно вызовет некоторое удлинение времени, что в свою очередь потребует и динамического усиления. Но во всех случаях главную роль будет играть индивидуальная шкала динамического квантования каждого звука речи. Так в фразе "дан на память" – *данными* звук *nn* будет

значительно удлиняться и несколько усиливаться, но ударение все равно останется на слоге па, так как шкалы квантования для я и а различны. Вообще говоря, конечно, мыслимо чрезвычайное усиление слога *ннъ* так, чтобы он стал ударным, но это приведет к такому искажению всего звукового состава, что слова перестанут узнаваться. Это значит, что место ударения в слове входит в стабильную подпрограмму словопроизнесения.

Регулировка слоговых позиций в слове происходит при помощи произвольного управления, хотя и здесь, как и во всем, действует названная извне строгая норма языка. Можно сказать *каша* вместо *каша*, в результате получится некоторое произнесение, хотя не нормативное и мало пригодное для общения. Если же произносятся ненормативно звуки речи, т. е. не как звуки данного языка, то вообще нет речевого произнесения. Слоговой стереотип можно перестроить путем инструктивного сообщения говорящему, в котором будет сказано, какие слоги следует выделить и какие ослабить. Такой инструкции не может быть составлено для регулировки произнесения звуков речи, так как синтез звуковых признаков контролируется лишь слуховым эталоном. Однако и слоговой стереотип

складывается, как правило, под контролем

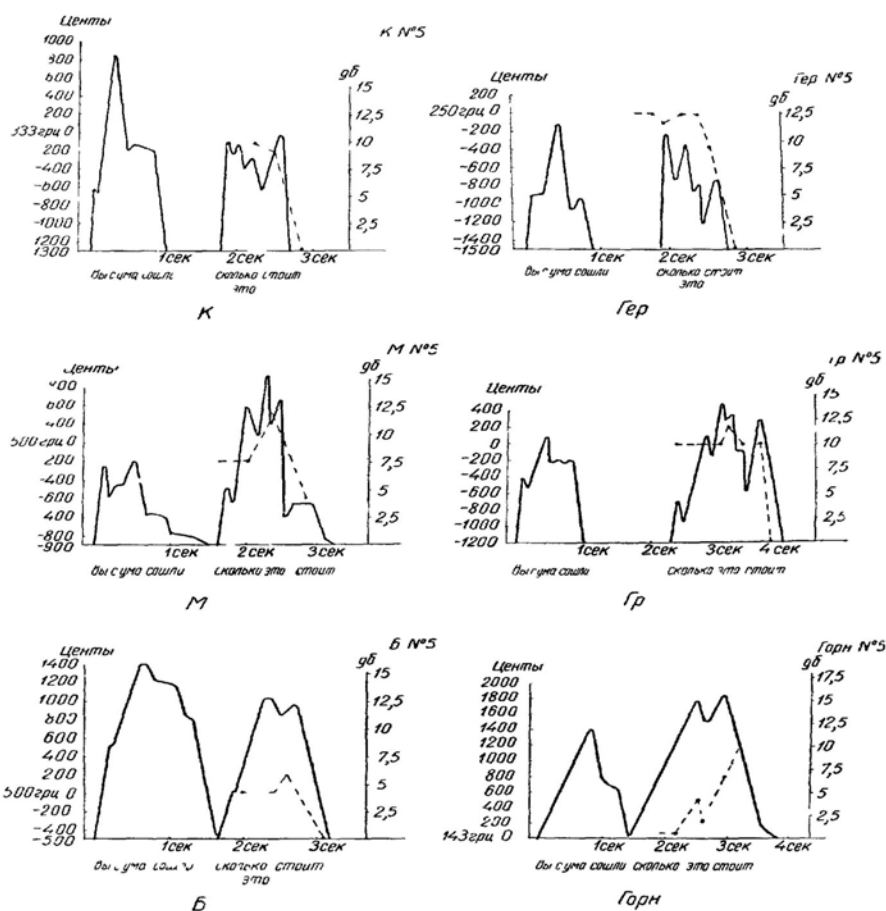


Рис. 19. Запись интонации шести актеров.
Ситуация 5

слухового эталона, без специальных инструкций. Он вырабатывается и закрепляется раньше, чем появляется возможность для его регулировки по инструкции, которая может быть принята говорящим лишь после второсишального анализа слова по слоговым элементам. Известно, что перестройка ненормативного слогового стереотипа вызывает большие трудности. Ненормативное произнесение слова для говорящего сохраняет полную силу подкрепления,

так как его предметное значение не меняется. Побуждением к перестройке является только неузнавание слова со стороны слушающего, который не всякий раз может исправить говорящего. Наоборот, фразовые перестройки слогового стереотипа, обычно очень значительные, происходят с исключительной легкостью, так как всякий раз подкреплены для говорящего и слушающего переменной сигнальных значений в изменившейся ситуации. Разговаривающие, не уловившие таких перестроек, перестают понимать друг друга.

Таким образом, звуки речи в первой ступени произвольного управления распределяются по градациям звуковой мощности, вследствие чего они могут квантоваться в слогах каждый только по особой шкале. Во второй ступени звуки речи, входя в слог как элемент слова, квантуются по слоговой силе и образуют слышимый устойчивый нормативный стереотип или узнаваемый образ слова. В третьей, наивысшей ступени речевые звуки квантуются в системе фразы, приобретая при этом новые предметные сигнальные значения, в зависимости от ситуации.

Из сказанного в этом параграфе вытекает, что акустическая мощность речевого звука – это обратная сторона его спектра. Оба понятия

определяют слышимое качество каждого из речевых звуков. Различны лишь методические способы измерения этих качеств и, соответственно системы связываемых понятий. В спектре вскрывается аналитический состав данного речевого звука, а в акустической мощности находится интеграл слышимого качества. Сложение и вычитание спектров дает; возможность учесть всю систему дискретной статики и переходов от одного речевого звука к другому, а учет акустической мощности определяет уровень для отсчета квантования каждого отдельного звука по его собственной шкале. В одном случае сравнивается ряд разных звуков *а, и, с, ф* в другом случае – ряд квантования одного и того же звука *а, а', а'', а'''* (принимая отметки $\cup'$, $\cup''$, $\cup'''$, как обозначение силовых позиций). Сочетание этих рядов показывает, что спектры относятся к постоянным величинам, а элементы квантования – к переменным, но так как квантование происходит по определенно измеримым ступеням, то сохраняется закономерность перехода от одного ряда к другому и в самой изменчивости квантования есть постоянство закономерности.

§ 22. Слоговые перестройки в слове

Приводимые в дальнейшем наблюдения опираются на запись речевой динамики, произведенной на самописце. Следует прежде всего сделать методическое замечание. Инертность этого прибора позволяет записывать с точностью до 1 дБ. Таким образом, различия в пределах этой ошибки должны отбрасываться. Однако нас не интересовало установление абсолютных уровней динамики, а везде только соотношение кривой одной записи с другой кривой. Так как записи происходили на одном и том же экземпляре прибора, полученные кривые сравнимы с учетом указанной ошибки.

На рис. 8 дано три произнесения слова гряда (гр'эдá)¹¹⁵. К Заданная каждому из произнесений общая громкость слова, как видно, различна, но общая слоговая структура трех произнесений одинакова. Каждое из произнесений отчетливо разбивается на два слога, так как три первые малые вершинки объединяются в одну и к ней присоединяется вторая, ударная вершина, которая обособляется от первого слога глубоким падением динамического уровня. Количество малых вершинок первого слога (три) одинаково во всех

этих произнесениях, хотя величина их разная. Последняя малая вершинка первого слога ч третьем произнесении находится в пределах ошибки, но так как и этот профиль вполне соответствует конфигурации двух первых произнесений, то отраженное здесь колебание иглы самописца следует признать показательным.

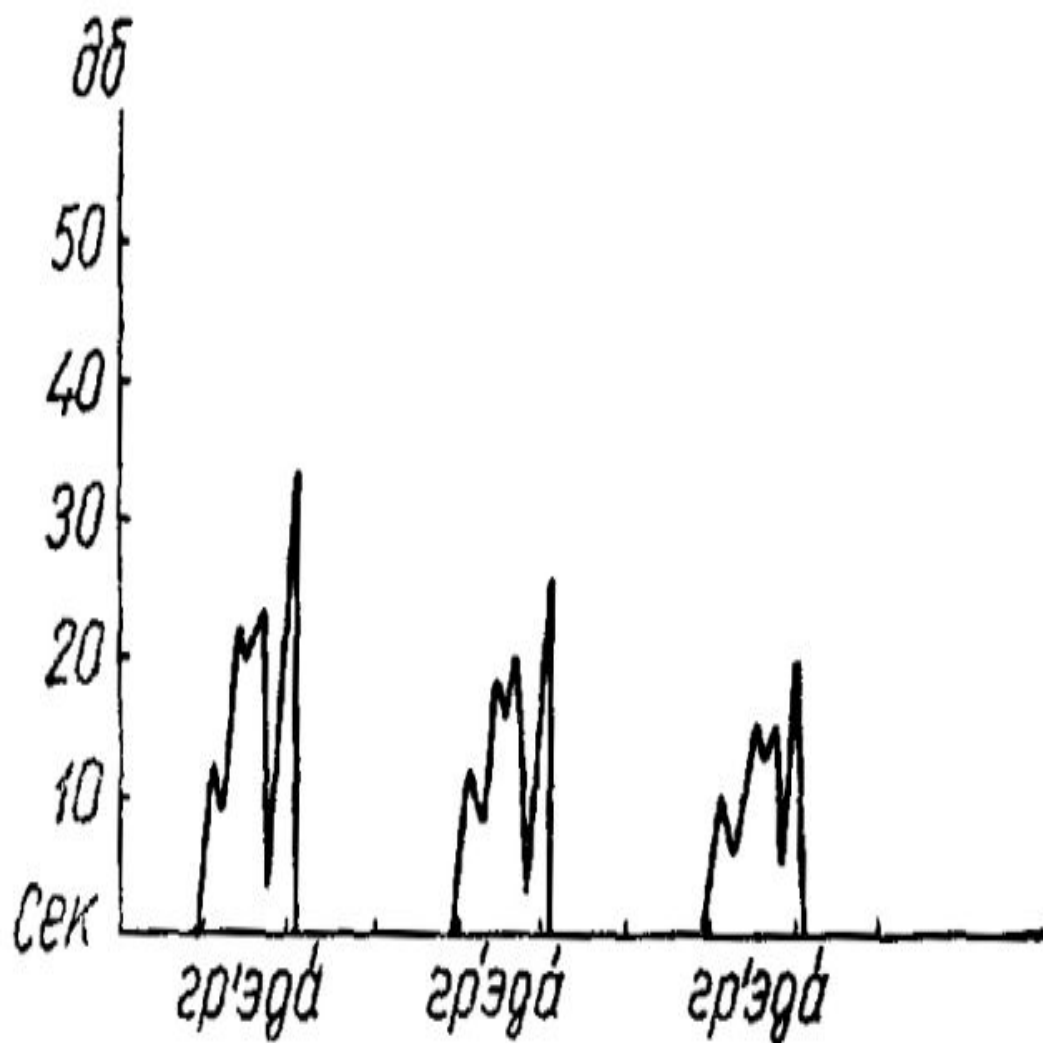


Рис. 8. Запись динамики произнесения слова гряда

Теперь постараемся прочесть полученную запись. В первом произнесении первая вершинка соответствует звуку г. Так как этот звук на

мгновение прервался дрожащим *p*, то игла самописца опустилась. Сонорное *p* образовало еще большую, вторую вершинку и снова дало опускание. За этим возникла еще большая вершинка, образованная редуцированным гласным. Здесь произошла слоговая модуляция, появился слоговой квант, что видно по падению слоговой дуги громкости глубоко вниз. Однако дуга не опустилась до нуля, а была подхвачена новым слогом, в котором оба звука слились вместе в восходящей дуге и образовали главенствующую, ударную вершину *да*. Чтение двух других произнесений аналогично. Таким образом, в этих произнесениях зарегистрированы две большие вершины, соответствующие двум слогам слова. Кроме того, первая большая вершина несет на себе три малые вершинки. Вспоминается приведенное выше хорошее сравнение Стетсо на, когда он на общей дыхательной кривой находил слоговой пульс, как зыбь от ветра на бегущей волне. Однако полученная здесь запись опровергает Отетсона, так как малые вершинки "ветровой зыби" не являются слоговыми. Это различия в акустической мощности звуков речи. Слоговой вершиной является третья, считая слева. Только все эти три вершинки вместе составляют первый слог.

Главное отличие слова *ряда* от только что разобранного состоит в переносе ударного центра на первый слог. Сравнение графиков и здесь показывает отчетливо выраженное постоянство общей структуры слова. Однако по внешности второе произнесение слова *рада* очень напоминает график динамики произнесения слова *гряда*. Как там, так и здесь в левой половине три группы вершинок и одна острая, большая, последняя вершина.

Вместе с тем положение ударного центра в этих словах различно. Первоначально трудно различить эти слова по силовой структуре. Но, если принять во внимание звуковой состав, вопрос решается просто. Во всех графиках для слова *ряда* первая, левая, малая вершинка отмечает акустическую мощность *р*. Далее следует быстрый и энергичный подъем кривой на *а*. Интересно, что во всех произнесениях, кроме последнего, ниспадающая дуга громкости на *а* идет от вершины не ровно, а с изгибом, занимающим примерно 2–3 дБ. Это явление следует объяснить влиянием дрожащего *р* в сильном слоте. После дрожащего согласного *а* перестраивается не сразу. Объемы резонаторов при образовании этого согласного и *а* резко различны, поэтому мгновенный переход невозможен.

Это и отражается на модуляции громкости. В последнем произнесении где этого явления не наблюдается, *р* произносилось слабее, что заметно по малому подъему первой вершинки слева. Сила слоговой позиции во всех этих случаях обусловлена прежде всего длительностью ударного слога, а иногда, дополнительно, и большей его громкостью.

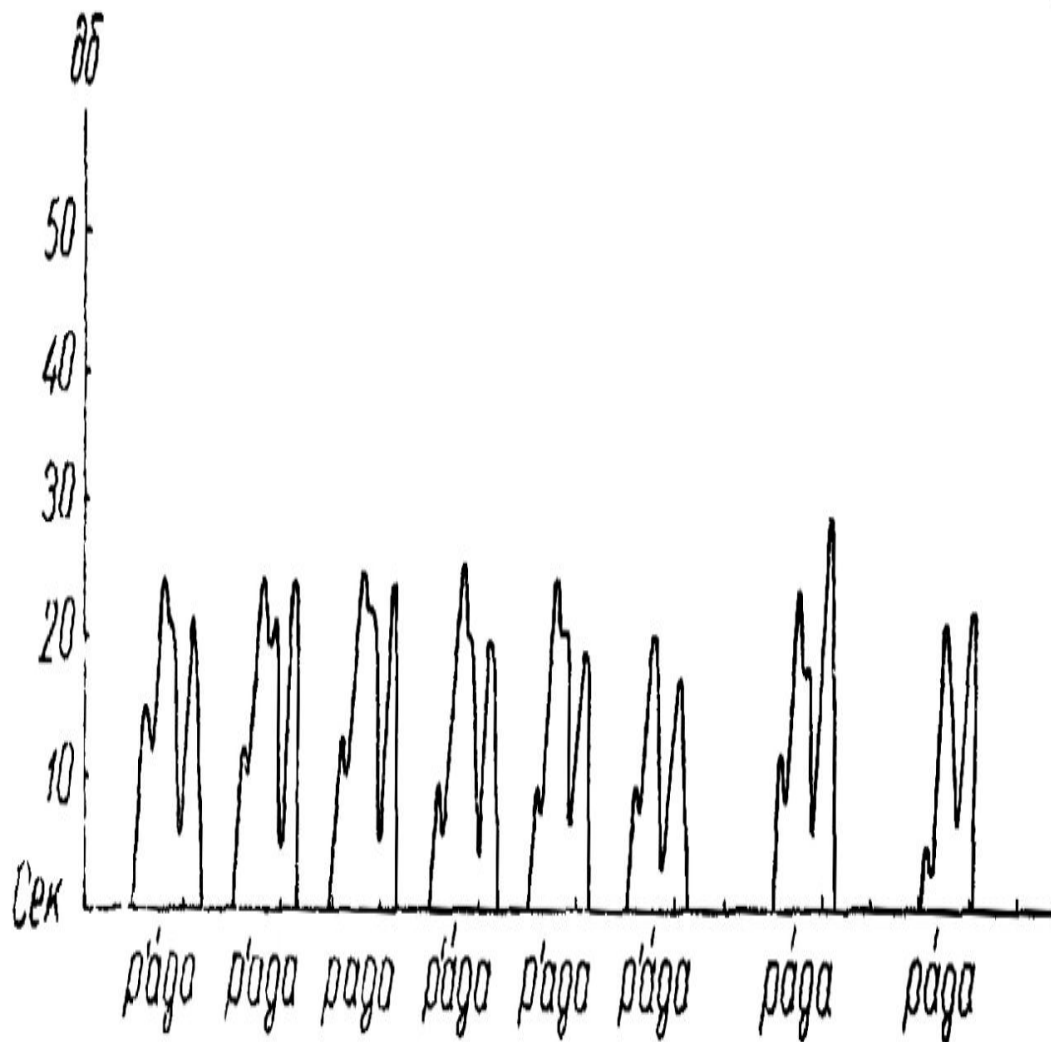


Рис. 9. Запись динамики произнесения слов ряда, рада

В первом произнесении слова *рада* неударный

слог даже на 2–3 дБ сильнее, чем ударный. Во втором же произнесении они равны, но во всех случаях ударный слог заметно более длителен. Это явление показывает наличие взаимной компенсации и заменяемости величин силы и долготы, как однородных средств слогового квантования. Так же как и в предшествующей серии произнесений малые вершины и здесь соответствуют неслоговым колебаниям на отдельных звуках.

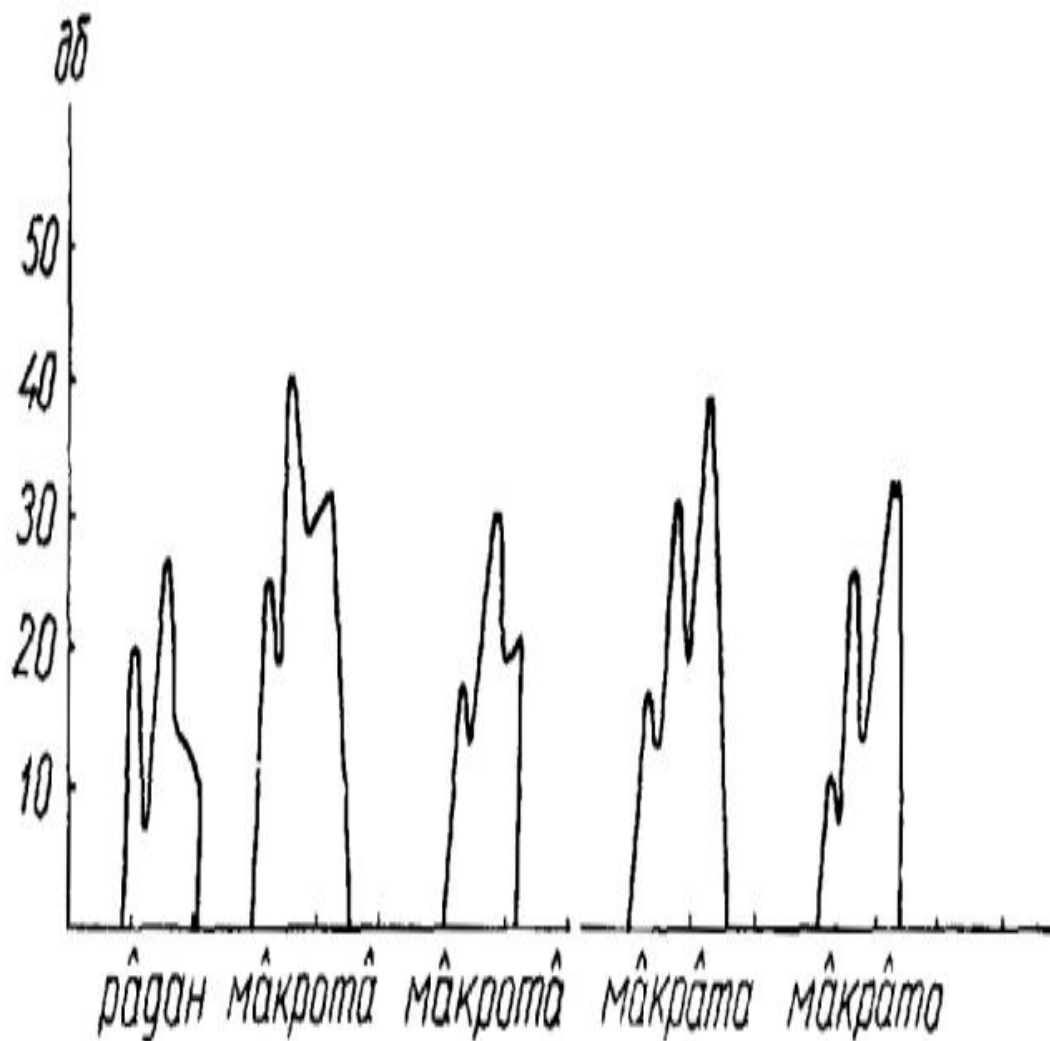


Рис 10 Запись динамики произнесения слов радан, мокрота, мокрота

В дополнение к этим записям приводим график динамики произнесения слова *радан*. Объяснение его не встречает затруднений. Стоит только обратить внимание на последнюю вершинку справа, з которой также отмечено неслоговое колебание на сонорном носовом *н*.

Особенно отчетливо видна слоговая перестройка по силовым позициям на материале слов с одинаковым звуковым составом. На рисунке 10 представлены по два произнесения слов *мокрота* и *мокрота*. Отчетливо видна однородность структуры произнесений разными дикторами одинаковых по динамике слов и перестройка этих структур при другой динамике. То же явление можно наблюдать и в записях рисунка 7 *и да и нет; и да и нет*. Звук *и*, как самый маломощный из гласных, не достигает по силе безударных, но акустически более мощных *а* и *э* и, как элемент в составе слова, оценивается в ударной позиции по собственной шкале квантования.

Приведенный материал подтверждает положения, выставленные з предшествующем параграфе в общей форме. Слуховой прием динамики произнесения отдельного слова осуществляется на двух ступенях анализа и

синтеза. На первой ступени вычленяется качественная акустическая мощность каждого из звуков речи, синтезируемая вне данного слова в рядах а, и, о, л, к и т. д. На основе этого внутри данного слова на второй .ступени анализа и синтеза выделяются сильные и слабые слоговые позиции, которые квантуются по разным шкалам первой ступени, но оцениваются внутри слова как его устойчивая динамическая структура.

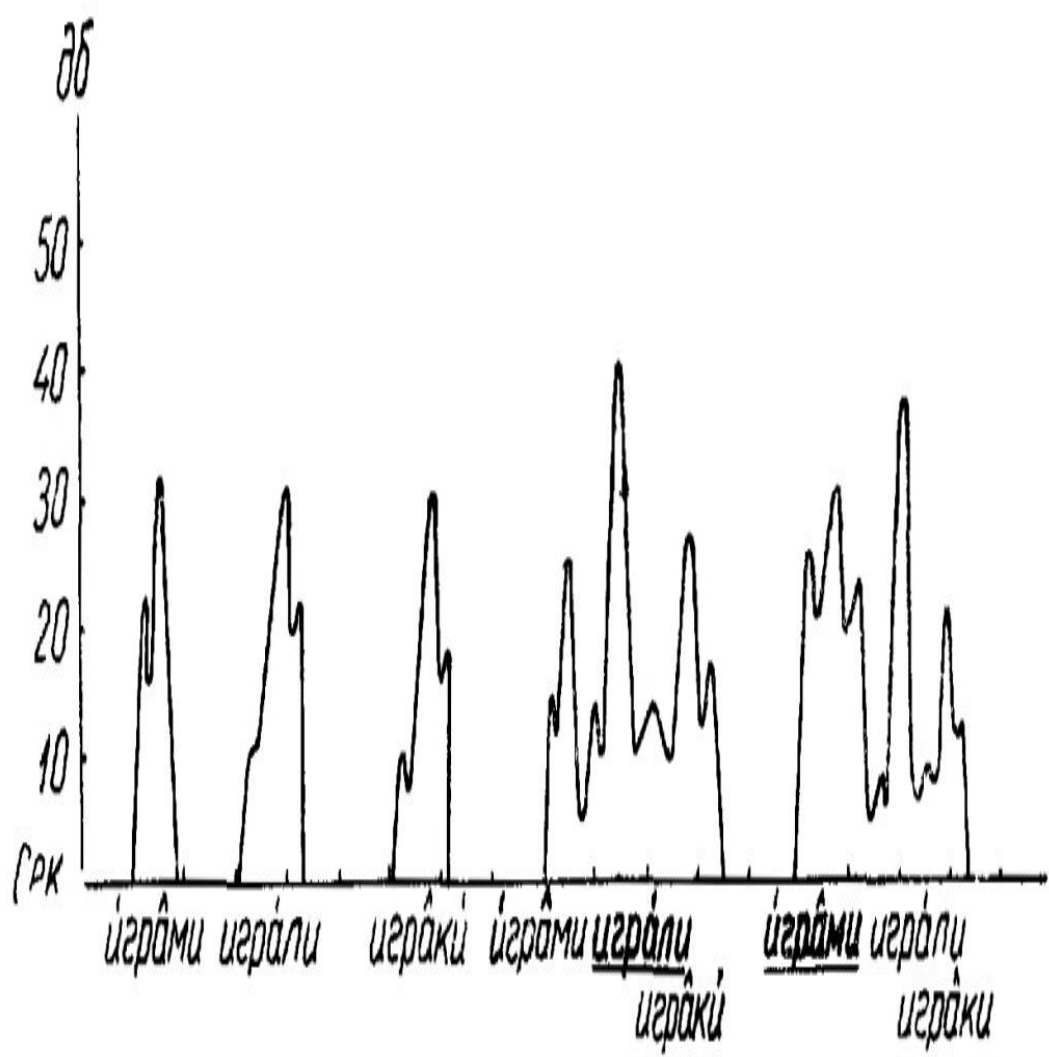


Рис. 11. Запись динамики произнесения отдельных слов и тех же слов, объединенных во фразу

Когда слова сочетаются во фразу, то слоговой синтез развертывается в еще более сложной системе. Слоговое деление приобретает сигнальное значение, так как становится средством выделения значащих слов по их весу в составе сообщения. На рисунке 11 представлены динамические записи слов *играм играли; игроки*, кроме того, эти слова объединены в фразовом произнесении в двух вариантах: а) с выделением слова *играми* и б) с выделением слова *играли*¹¹⁶. Сравнение записей показывает,, какие слоговые перестройки произошли при объединении слов в фразовое единство. Прежде всего все три слова, произнесенные по отдельности, достигают довольно высокого, но одинакового уровня. Попадая во фразу, общее соотношение уровней слов изменилось. Во втором варианте произнесения первое слово значительно поднялось по уровню над третьим словом, но не достигло уровня второго слова. Выделенное слово, кроме того, приобрело большую долготу, а ослабленные сократились во времени. В первом варианте произнесения два слова по краям записи равномерно снизились по уровню, а среднее слово образовало командную вершину. Усиление позиции и здесь выражено не только громкостью, но и длительностью. Хотя все слоги одинаково

хорошо отмечены как в отдельно произносимых словах, так и в фразе, но соотношение слоговых раздельностей различно. Существенно также и то обстоятельство, что в фразовом произнесении, подобно тому, как это бывает в отдельно произносимом слове, ниспадающие дуги громкости не опускаются до нуля, а все время подхватываются звуковым давлением последующего слога, чем создается общее синтетическое единство всего фразового объединения. "

Этот материал показывает наличие третьей ступени анализа и синтеза в системе слоговых перестроек. Хотя звуки слов во всей фразе следуют без перерыва в общем звуковом давлении, они как постоянные различители продолжают различать слова и разделять их друг от друга, так как эта система словоразличения не смешивается с системой слогового квантования. Больше того, из графиков видно, что слоговая структура каждого из трех слов перестроилась во фразе по сравнению со структурой тех же слов в их отдельном произнесении, однако слова по-прежнему хорошо узнаются. Это значит, что квантование слогов во фразе отделяется в анализе от слоговой конструкции, обеспечивающей узнавание слова. Такое отделение происходит потому, что функция

узнавания слова имеет одно сигнальное значение, а функция выделения слова во фразе – другое сигнальное значение, хотя и то и другое осуществляется средствами слогового квантования. Различие этих квантований и составляет различие слоговых перестроек.

В фразовых слоговых перестройках, если их наблюдать на записях живой разговорной речи, происходят весьма тонкие и своеобразные явления, которые кажутся на первый взгляд парадоксальными. Обычное представление состоит в том, что группа звуков, если они произнесены, всегда будет при наличии слогового гласного образовывать слог. Слог – это произносительная единица, и вне ее, казалось бы, невозможно произнесение звуков. Однако ряд наблюдений заставляет признать, что одним из средств слоговых перестроек является потеря или "пропажа" слогов. Выпадение слога в словах живой разговорной речи, или нуль слогоделения, является не чем иным, как средством относительного усиления других, особо выделяемых слогов. Это явление сходно с известным в языкознании случаем нулевой морфемы, когда наличие или отсутствие группы звуков, выполняющих функцию морфемы, одинаково является знаком для различения форм

слова.

Так как поставленный вопрос является сложным и новым, его необходимо исследовать по возможности разносторонне. В этом параграфе будет рассмотрена только та часть проблемы, которая может быть решена при помощи акустических измерений. В дальнейшем тот же результат будет подтвержден наблюдениями из области речедвижений.

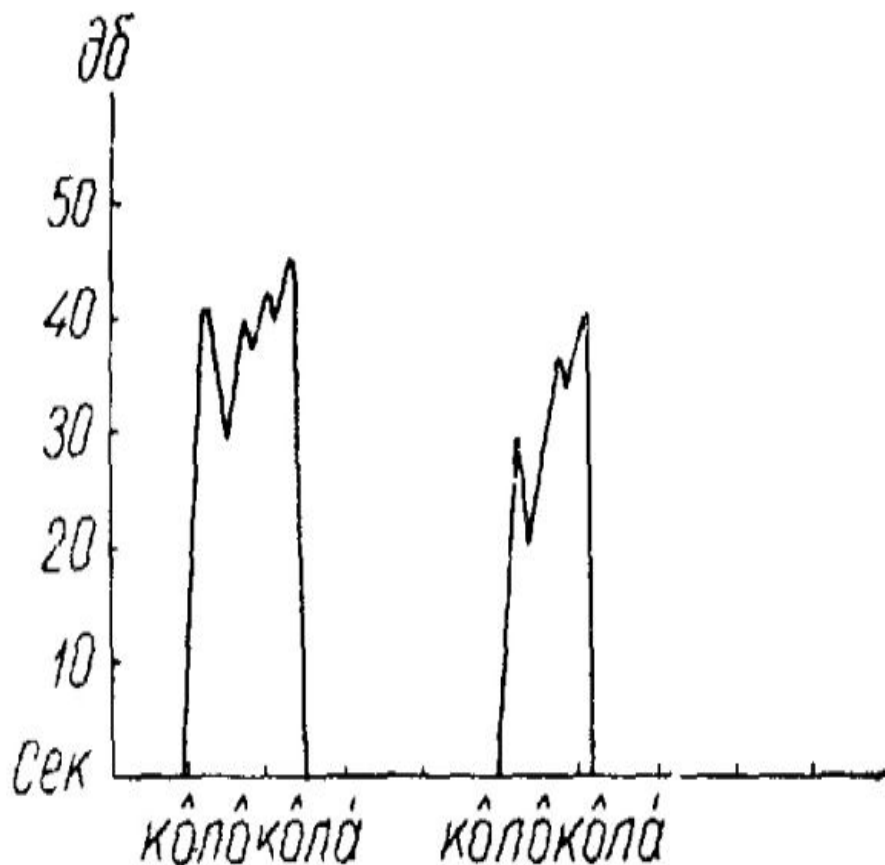


Рис. 12. Запись динамики произнесения слова колокола

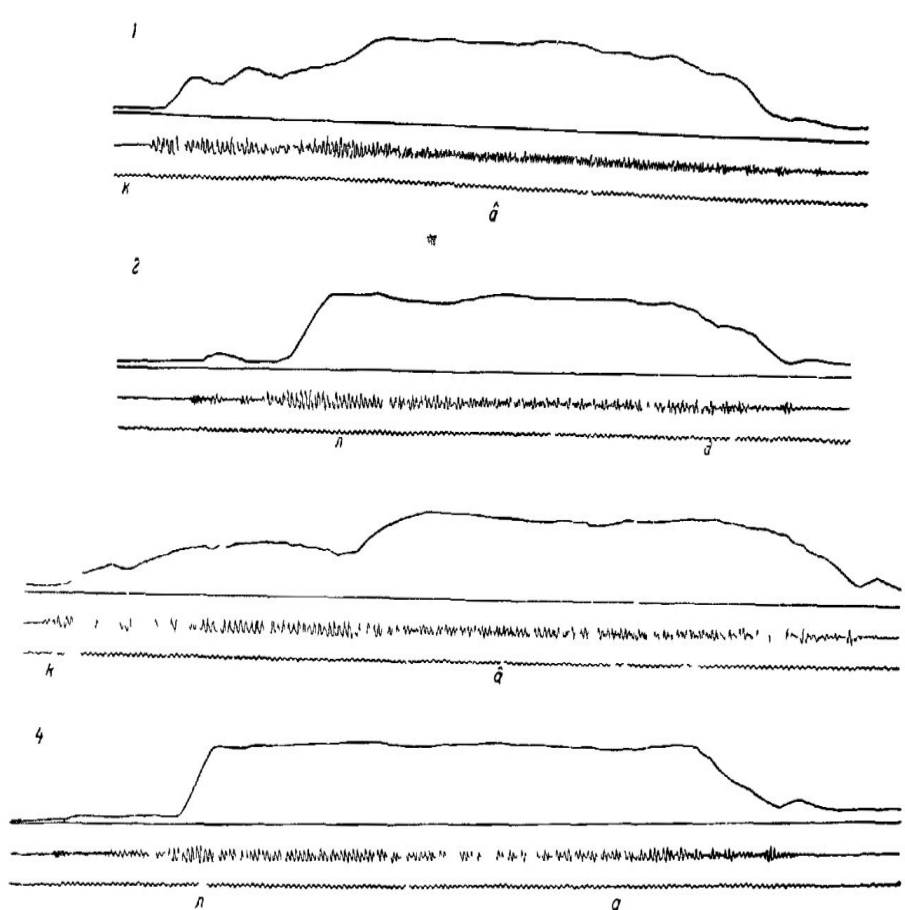
На рисунке 12 представлены две записи слова колокола. Мы видим, что один раз при

произнесении четырехсложного слова зарегистрировалось 4 слога, другой раз 3 слога. В обоих случаях игла самописца остается все время вверх, не опускаясь далеко вниз, т. е. показывает очень сжатый динамический диапазон внутри произносимого слова. Все слово произносится в течение секунды. Таким образом, на каждый слог падает не менее 0,25 секунды – время, достаточное для того, чтобы инерция аппарата не сказалась на пропаже одного из слогов. Времени было также достаточно для того, чтобы игла самописца опустилась ниже, чем это оказалось на графике. Можно, следовательно, думать, что пропада слог и сильное сжатие динамического диапазона произошли не по вине аппарата, а в процессе произнесения.

Для проверки этого явления были проведены новые записи на другой аппаратуре. На рисунке 13 показано произнесение слова *коло-ко́ла* слогораздельно с редукцией безударных слогов, а в записи на рисунке 14 – слитное произнесение с естественной редукцией. Нижняя кривая является отметчиком времени, регистрирующим колебания с постоянной частотой 400 кол/сек, средняя кривая – запись осцилляции звуковой частоты на электромагнитном звуковом рекордере; верхняя кривая над прямой дает запись интенсивности

звука в линейных (нелогарифмических) единицах. Приводятся только две записи, так как другие, контрольные, произведенные в тех же условиях, совершенно аналогичны этим двум и не добавляют ничего нового.

Кривая интенсивности слогораздельюго произнесения (рис. 13), как и следовало ожидать, дает четыре значительно отставленные друг от друга вершины¹¹⁷. Запись же интенсивности слитного произнесения (рис. 14) показывает только две вершины. Это значит, что в данном произнесении пропал не один, а два слога. Наиболее же интересным является то обстоятельство, что при пропаже двух слогов все речевые



13. Запись на осциллографе слогораздельного произнесения слова ко-ло-ко-ла

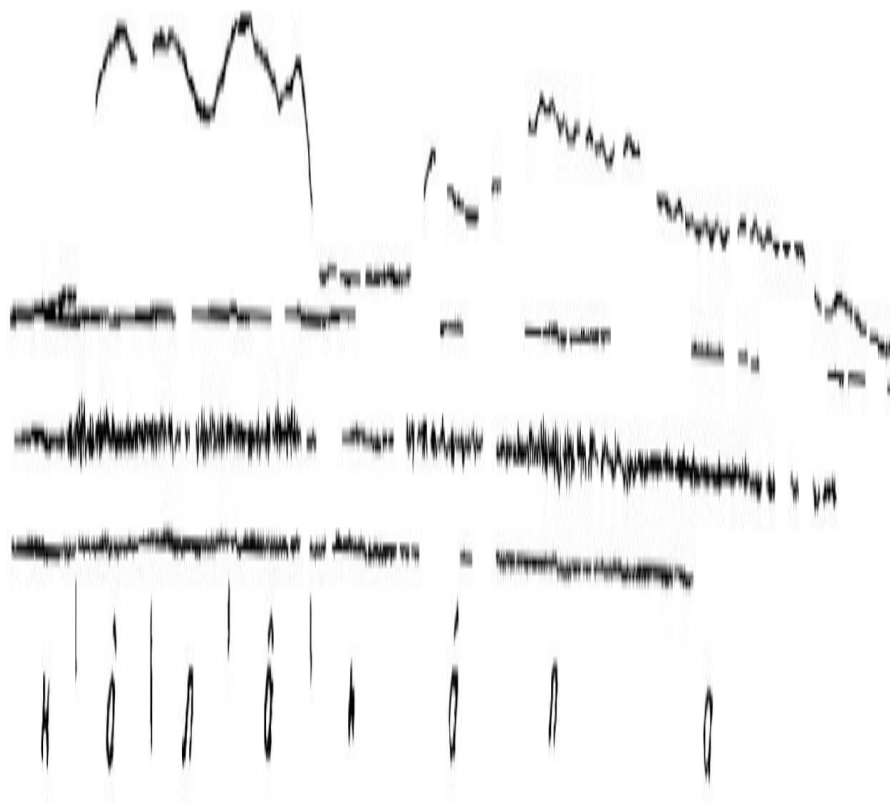


Рис. 14. Запись на осциллографе слитного произнесения слова колоколà

звуки, входящие в состав слогов, были действительно произнесены, что видно по изменениям кривой частоты (средняя строчка). Частотные колебания этих звуков расшифрованы подписями. Форма периодов колебаний одинакова в обеих записях и читается легко, в особенности в подлиннике, при большем масштабе. Таким образом, можно утверждать, что некоторые речевые звуки, хотя и были произнесены, но не образовали слогов.

Из этого наблюдения вытекают два вывода. Во-первых, следует допустить, что существует специальный орган слогообразования и слогоделая, не совпадающий с органами, артикулирующими отдельные звуки речи. Во-вторых, слоговые модуляции могут иметь как разную положительную силу, так и переходить в нулевую величину. Последнее явление следует рассматривать как одно из средств динамической выразительности речи. При сглаживании слоговых различий в одной части фразы слоговые выделения в другой ее части, даже незначительные по абсолютной величине, приобретают в соотношении с нулем значительный вес. Это явление, возникающее, надо думать, вследствие специфической инерции слоγοделительного прибора, значительно

большей, чем инерция языковой артикуляции, санкционируется как нормализованное средство выделения и ослабления значимых элементов сообщения.

Сглаживание слоговых модуляций вплоть до нуля следует рассматривать как сжатие динамического диапазона речи. Это положение подтверждается анализом только что приведенных записей (рис. 13 и 14). Для записи интенсивности в данном случае был выбран прибор, который учитывает динамические колебания не в логарифмических единицах, а в линейном масштабе. Это значит, что при значительных колебаниях динамического уровня игла прибора дойдет до своего "потолка" и вместо подъема будет чертить горизонтальную прямую. Динамические колебания в громкой речи могут доходить до 30–40 дб, что соответствует в линейном измерении увеличению больше чем в 200 раз. Если минимальный подъем иглы нашего рекордера был 2–3 мм, то максимальный достигнет больше полуметра. На такой большой подъем игла этого аппарата не рассчитана, да и на ленте сферического кимографа такая кривая вышла бы за пределы окружности. Имея это в виду и обращаясь к записям (рис. 13), мы видим, что при слогораздельном произнесении

записывающая игла действительно дошла до "потолка", так как после крутого подъема она идет горизонтально на пределе своего подъема, Иная картина обнаруживается на другой записи (рис. 14). Здесь игла не дошла до "потолка", продолжая колебания. Это значит, что, при одинаковой разборчивости обоих произнесений, в слогораздельном варианте было значительно меньшее сжатие динамического диапазона, чем в слитном произнесении. Очевидно, что в последнем случае сжатие динамического диапазона произошло не в записывающем приборе, а в самом произносительном аппарате. Таким образом, речевой прибор работает лишь в определенных сжатых пределах динамического диапазона. Следует признать, что при регулировке громкости речи действует механизм экстремального управления, т. е. управления по минимуму и максимуму. Громкость речи не спускается ниже определенного динамического уровня и не поднимается выше максимального уровня. В дальнейшем будет показано, в чем конкретно состоит оборудование этого механизма в речевых эффекторах. Вполне понятно, что и акустическая разномощность звуков речи зависит от особенностей оборудования этого механизма.

На основании приведенного в этой главе

материала может быть сформулировано общее положение о соотношении акустического сигнала и несомого им сигнального значения. Речевой звук есть величина переменная. Изменяясь в системе слога по двум осям $x - y$ в двух фазах, он в первой фазе приобретает постоянное акустическое значение форманты, во второй фазе – постоянное сигнальное значение фонемы. Переход от одной фазы к другой, т.е. от одной аналитико-синтетической системы к другой, осуществляется путем переменной сигнализации.

Это положение может быть разъяснено так. Если по оси y *отложить* звуки речи данного языка, а по оси x – ступени квантования их мощности, то всегда может быть найдено постоянное акустическое значение каждого из звуков при заданной мощности. Так как каждый звук речи работает то на полную, то на ослабленную в разной степени мощность, то всякий раз меняется и спектр звука. Практически определение постоянного значения заключается в том, что должен учитываться не только спектр, но и ступень, или номер, квантования. В результате такой операции находится серия формант данного звука речи. Однако для того, чтобы эти акустические сигналы приобрели фонемные и словесные значения, необходима вторая фаза

процесса, в которой происходит отбор звуков и слоговое квантование. Если, как в приведенных выше кривых, по оси y отложить только те звуки, которые по норме входят в состав данного слова, а по оси x отложить ступени слогового квантования, т. е. сильные и слабые слоговые позиции, заданные также по норме, то будут найдены два постоянных сигнальных значения — словоразличающие фонемы и звуковая структура слова, несущая предметное сигнальное значение. Отбор звуков будет различать слова по звуковому спектру, а слоговые позиции явятся признаками узнавания слова.

Необходимость двухфазного развития этого процесса обусловлена тем, что в нем происходит двойной переход в анализе и синтезе: от элементов к целому и снова от этого целого, ставшего элементом, к новому целому. Такой переход возможен лишь через переменную сигнализацию. Речевой звук в составе множества его элементов, как только он определяется в точке (пересечения осей x – y , становится целым, т. е. определенной формантой. Но он еще не имеет предметного сигнального значения до тех пор, пока во второй фазе не войдет в состав определенного слова с его определенным предметным сигнальным значением. В этот

момент перехода речевой звук перестает быть целым, и сам становится только элементом слова. Вследствие этого прежний состав элементов звука может в процессе квантования быть заменен другим составом элементов, если целое (самый звук) продолжает выполнять прежнюю сигнальную функцию фонемы, т. е. как элемент находится на определенном месте слова, например в его корне, приставке, суффиксе или в окончании. Так второй звук *а* в слове *вода* выполняет ту же функцию, что и второй звук *о* в слове *воды*. Можно сказать даже *Вот так, в-а-а-а-а-да*, и все равно этот чрезвычайно изменный звук *а-а-а-а* будет выполнять для различения этого слова от других такую же функцию, как и *о*. Полная перестройка звука в его элементах и замена целого ряда этих элементов не играют роли для различения этого слова, например в слове *гада (года)*, но необходимы для нормативных слоговых перестроек слова.

Слово является грамматически и фонетически оформленным. А это значит, что постоянные (фонемные) значения его переменных *к* – *у* определяются в процессе анализа и синтеза всех меняющихся форм слова, включая сюда как морфемные, так и произносительные интонационные формы. Если предметное

значение слова вообще сохраняется, то как бы ни изменялись звуки в процессе их квантования, постоянная функция словоразличения, свойственная этим звукам, также сохраняется. Одно идет в счет различения слов, другое – в счет узнавания и понимания выразительных перестроек. Особый интерес представляет то обстоятельство, что выразительные перестройки слова могут изменить всю его звуковую структуру, и все-таки слова продолжают различаться и узнаваться. Возможность этого обусловлена тем, что новые фразовые перестройки звуков речи и слов подкрепляются новыми сигнальными значениями. Материал по этому вопросу будет представлен в следующем параграфе.

§ 23. Слоговые перестройки в фразе

Приведенные в предшествующем параграфе записи слоговой динамики отражали, так сказать, лабораторную, искусственную речь. По специальному отбору произносились отдельные слова разными дикторами. Но отдельно произнесенное слово вне всякого контекста и вне ситуации не составляет сообщения и не является речью. Приведенный в том же параграфе пример фразового произнесения был также искусственным. Слова этого примера объединялись лишь внешними акустическими средствами и также произносились вне ситуации. Все это было необходимо для того, чтобы заметить наиболее элементарные слоговые перестройки в отдельных нормативно произносимых словах. Представленный материал показал, что любой звук речи квантуется. Но так как шкалы квантования их различны, то только некоторые из звуков речи (гласные), обладающие способностью максимально и равномерно нарастать в дуге громкости и падать, становятся слогообразующими. После установления элементарных положений появляется возможность расшифровать весьма сложную

структуру динамических записей живой разговорной речи.

Проведение аналитических записей динамики живой речи встречает методические затруднения и поэтому обычно не осуществляется. Так как живая речь разнообразна по отбору слов, то даже при удаче записи сравнение слоговых перестроек на разном лексическом материале не показательны. Произнесение же специально найденных или составленных и заученных диктором фраз или чтение по тексту резко отличаются от живой речи, так тесно связанной с ситуацией разговора. В этих условиях может возникнуть только чтецкая, а не разговорная интонация. Кроме того, возможны смысловые интонационные различия, которые трудно предусмотреть, если читаемый отрывок или фраза взяты в ограниченном контексте. Анализ же читаемого произведения в целом вносит еще более значительные сложности в толкование отдельно произносимой фразы, даже если диктор и экспериментатор постараются об этом договориться. Поставленная задача аналитической записи живой речи должна быть решена достаточно надежным и относительно простым способом в такой мере, чтобы ценность конечного результата была гарантирована практикой жизни. Таким способом является

запись сценической речи. Если заданная актеру ситуация совершенно проста, элементарная задача не осложняется сверхзадачей (т. е. созданием сквозного действия и образа), а текст ограничен несколькими словами, то осуществление всего этого вполне доступно профессиональному актеру. В своей ежедневной работе он выполняет задачи значительно более трудные и сложные. Вместе с тем конечный результат, т. е. образец типичной разговорной речи, различной в разных ситуациях общения, гарантирован практикой театрального искусства. Театральный зритель принимает речь со сцены как живой разговор действующих лиц.

Для наших записей были привлечены высоко-квалифицированные, опытные актеры по два из трех московских театров (Художественного театра им. А. М. Горького, театра им. Евг. Вахтангова и Театра кукол, руководимого С. В. Образцовым). Сравнение произнесений актеров из разных театров позволяло элиминировать некоторые различия направлений, естественно присущие каждому из этих театров.

Для записи было составлено 9 сценарных эпизодов. Постоянная экспериментальная *фраза* *сколько это стоит* была окружена меняющимся текстом, соответственно изменяющейся ситуации разговора. Сущность ситуации находится из

переменной лексики и всего контекста. Задача записей заключалась только в том, чтобы определить особенности слогового квантования в фразовых перестройках живой разговорной речи; специальные вопросы сценической речи в этом параграфе не обсуждаются.

Приведенные ниже графики, отражающие динамику произнесения, расположены по порядку номеров сценарных ситуаций. Полный текст каждой ситуации следующий.

1. – Я возьму эту книгу. Сколько она стоит?

– Сто рублей.

– Как?! Сколько это стоит? Так дорого?.

2. – Я возьму эту книгу. Сколько она стоит?

– Пятнадцать копеек.

– Как! Сколько это стоит? Так дешево?

3. – Ну, как ваш экзамен? Сдали?

– Да, сдал (ла). Но (иногда А) сколько это стоит, если б выгнали! Сколько труда и бессонных ночей!

4. – Ну, как ваш экзамен? Сдали?

– Сдал (ла). А (иногда Ну) сколько это стоит – пустяки!

5. – Я возьму эту книгу. Сколько она стоит?

– Сто пятьдесят рублей.

– Как!? Вы с ума сошли! Сколько это стоит?

6. – Я возьму эту книгу. Сколько она стоит?

– Пятнадцать копеек.

– Как! Я вас спрашиваю серьезно, сколько это стоит?

(В подтексте ситуации Но 6 предполагается, что продающий посмеивается над покупателем и называет ему явно ничтожную цену за покупку) .

7. – Почему Вы ко мне не приходили? Я вас ждал (ла).

– У меня был экзамен.

– Э, пустое!

– А сколько это стоит, если б вы знали, сколько труда и бессонных ночей!

8. – Я очень хочу пойти на спектакль.

– Охотно верю, но я беспокоюсь о вас. Ведь у вас скоро экзамен, вам нужно готовиться.

– Какие пустяки! Ну сколько это стоит – сдать экзамен!

9. Нейтральное, бесситуативное произнесение слов "Сколько это стоит".

(Ситуации 3 и 4 отличаются от ситуаций 7 и 8 тем, что в последних двух случаях оценка дается как возражение на противоположную оценку первого партнера, тогда как в ситуациях 3 и 4 первый партнер не высказывает оценки).

В каждом из представленных ниже графиков (рис. 15–23) совмещены все три шкалы квантования: а) по динамическому уровню в

децибелах (на графиках – сплошная линия); б), по времени в секундах (на горизонтали); в) по движению основного тона в центах (только для экспериментальной фразы; на графике это обозначено пунктиром). Пересчет частоты звуковых колебаний сделан с точностью до первого знака после запятой. Отнесение в график делалось по ближайшему интервалу темперированного строя, например соотношение в 315,6 цента приравнивалось к малой терции, т. е. 300 центам. Начальный тон отмечался по абсолютной величине в герцах, приравнивался к нулю центов и обозначался на уровне нулевой линии. Таким образом, подъем звуковысотной кривой (пунктир) на определенное число центов обозначает, повышение основного тона от уровня начального, а опускание кривой ниже нуля (обозначается со знаком минус) указывает на падение тона от того же уровня. Кроме того, видны и внутренние интервалы. Такого рода графическое изображение делает сравнимым весь материал, произнесенный разными мужскими и женскими голосами на разных абсолютных высотах начального тона отсчета. Нередко графики, составляемые в фонетических исследованиях при изучении интонации, в которых шкала строится по абсолютному числу

колебаний в герцах, сильно затрудняют сравнение материала, произнесенного разными голосами на разных начальных уровнях.

Обратимся к рассмотрению графиков. Буквы К.; Б.; Гер.; Горн.; М.; Гр. являются начальными буквами фамилий актеров. Прежде всего присмотримся к колебаниям динамического диапазона. Число децибел дано не от порога слышимости, поэтому можно устанавливать лишь сравнительные соотношения графиков, имея в виду приросты интенсивности, что и входило в задачу записи. Видно, что ни в одном из диапазона не превышают 17,5–20 дБ. В большинстве случаев одна вершина превосходит другую на 10–12 об. В некоторых графиках диапазон сужен до 5 дБ. Таким образом, общий диапазон "больших волн" интенсивности сжат в среднем до 15 дБ. На этих "несущих больших волнах" часто возникают вторичные, дополнительные подъемы и опускания интенсивности.

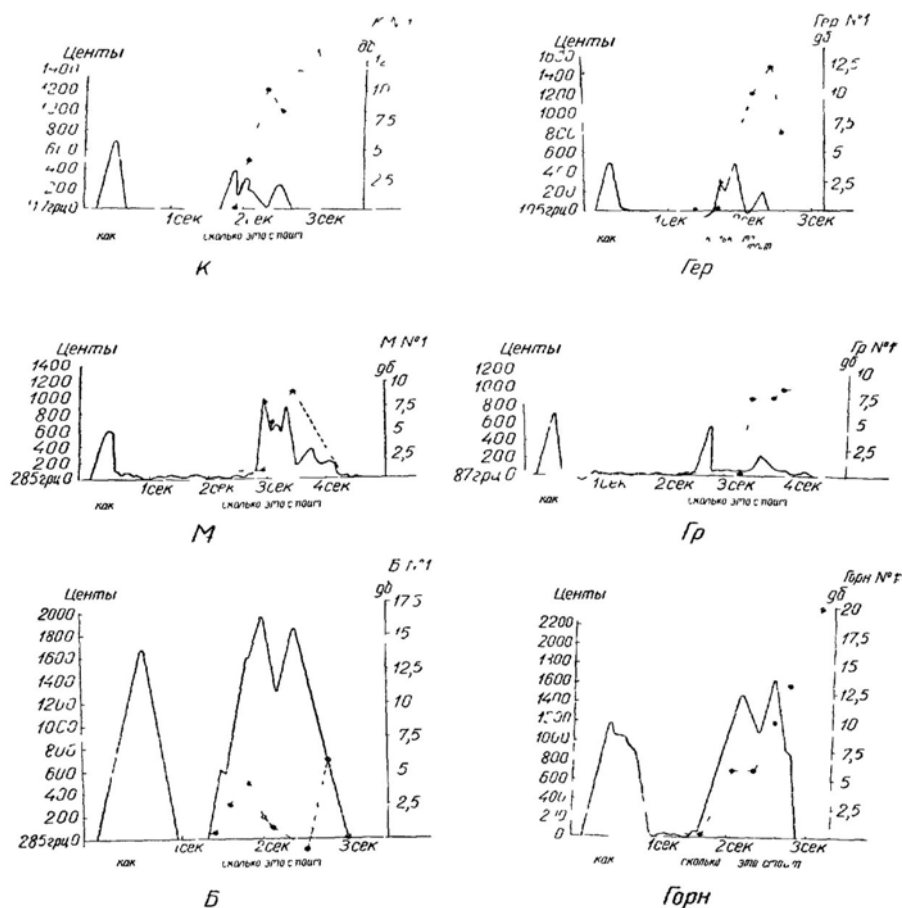


Рис. 15. Запись интонации шести актеров.
Ситуация 1

Так например, на графике актера Гер. (сит. 3) появилось три подъема, соответствующих двум словам, состоящим из четырех слогов *Сколько это*. Слово *стоит* образовало в первой части самостоятельную большую вершину, без слогового деления; в конце же это слово слилось с началом следующей синтагмы *если б (вы знали)*. На графике К. (сит. 3) слова *А сколько это стоит* образовали только две большие "внутренние", т. е. связанные друг с другом, вершины. На графике Б. (сит. 3) а образовало отдельную вершину на подъеме общей дуги интенсивности; слова *это*

стоит отделились и вместе со словами *если б вы знали* образовали ниспадающую дугу для всей синтагмы. На графике Гр. (сит. 5) во второй самостоятельной большой вершине звук *с* в слове *сколько* образовал особую малую дугу. Это значит, что относительно маломощный согласный *с* был в этот момент значительно усилен и подошел к грани слогаобразования. Каждое из слов *сколько* и *это* разделилось на два

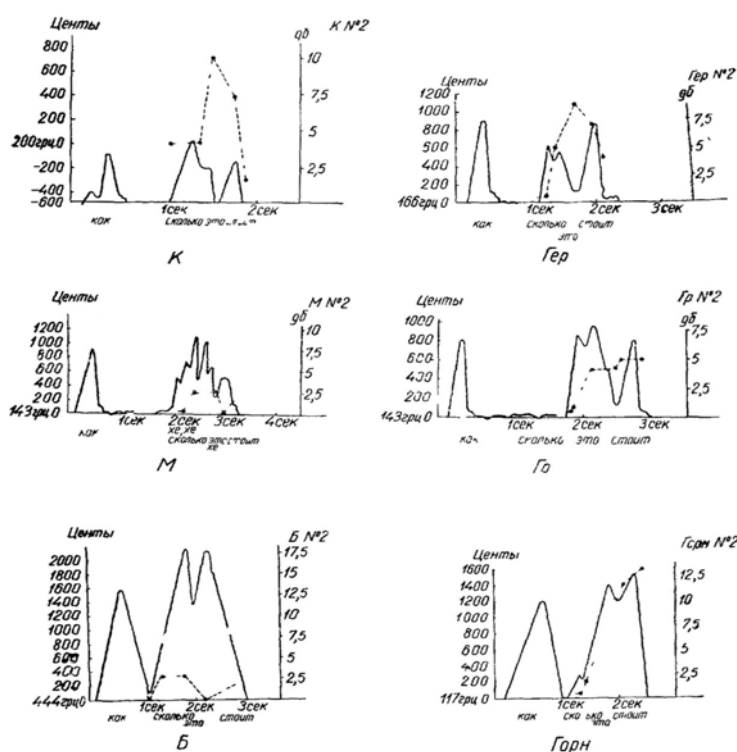


Рис. 16. Запись интонации шести актеров.
Ситуация 2

слога, тогда как в ряде других случаев в этих условиях не только пропадают слоги, но и оба слова сливаются в общую дугу (Так, в графике Б. (сит. 5) выделилось *с*, но слово *это* расположено

по малой ниспадающей дуге первой вершины и сливается со словом *сколько*). В графике М. (сит. 5) звук *с* также выделился, но слово *сколько* образовало одну вершину, а слово *это* дало две вершины, слово *стоит* значительно снизилось по интенсивности. Это явление вполне понятно: *о* и *и* не отделяются согласными, при этом *о* более мощно, чем *и*, в результате слог *иг*, как маломощный, не образовал особой вершины. Однако в графике Гр. (сит. 6) слово *стоит* дало все же две малые вершинки. Первая из них относится за счет усиления *с* и перерыва на *г*, звуки же *о* и *и*, находящиеся в разных слогах, слились в одну вершину. В дальнейшем мы увидим, что глоточный резонатор при произнесении *и* действительно дает очень малую слоговую модуляцию по сравнению с другими гласными. В том же графике Гр. (сит. 6) фраза *Я спрашиваю серьезно* записалась как одна общая раздельность с тремя разными малыми вершинами, на которых в свою очередь появились мелкие слоговые

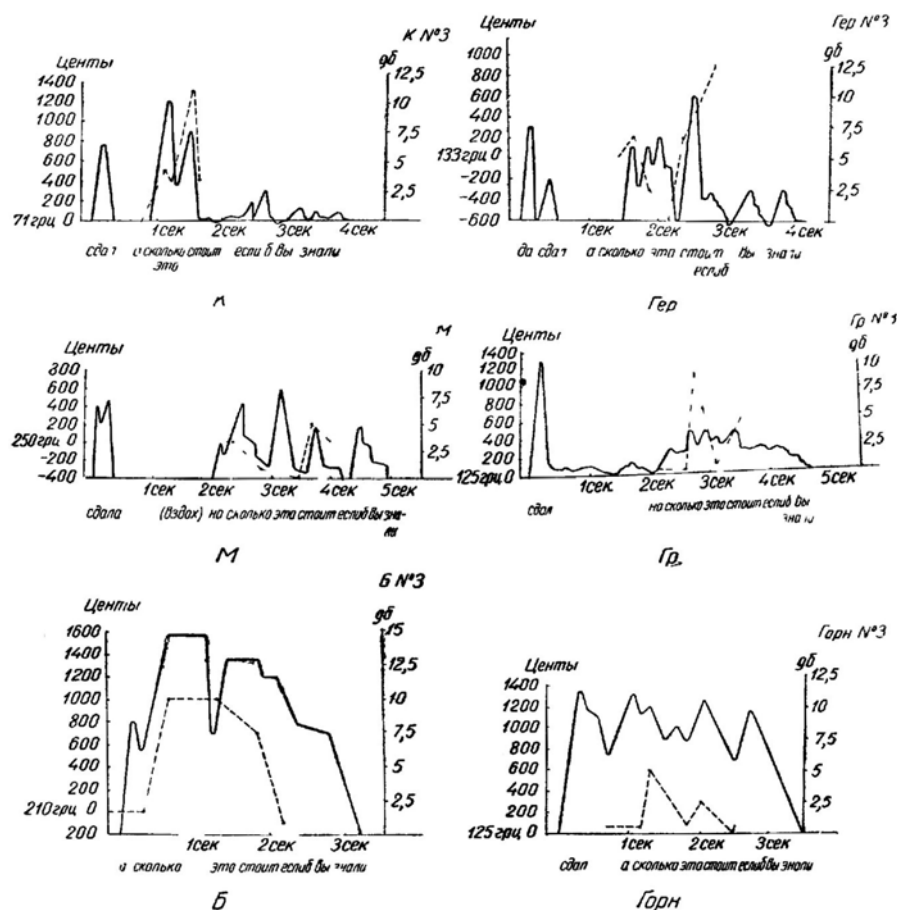


Рис. 17. Запись интонации шести актеров.
Ситуация 3

вершинки. Это как бы разрез сложно всхолмленного рельефа. В графиках Горн (сит 6) и Б (сит. 6) та же фраза записалась пословно без слоговых толчков. Запись той же фразы можно сравнить в графике (сит 6) и Гер. (сит. 6). Наконец, в графике Б. (сит. 8) слова *какие пустяки* записались в точности по слогам.

Как видно, разнообразие в слоговых перестройках при фразовых произнесении в живой разговорной речи исключительно велико. Каждый график чем-нибудь отличается от другого в этом отношении. В отдельных слов,

приведенных в предшествующем параграфе, всегда

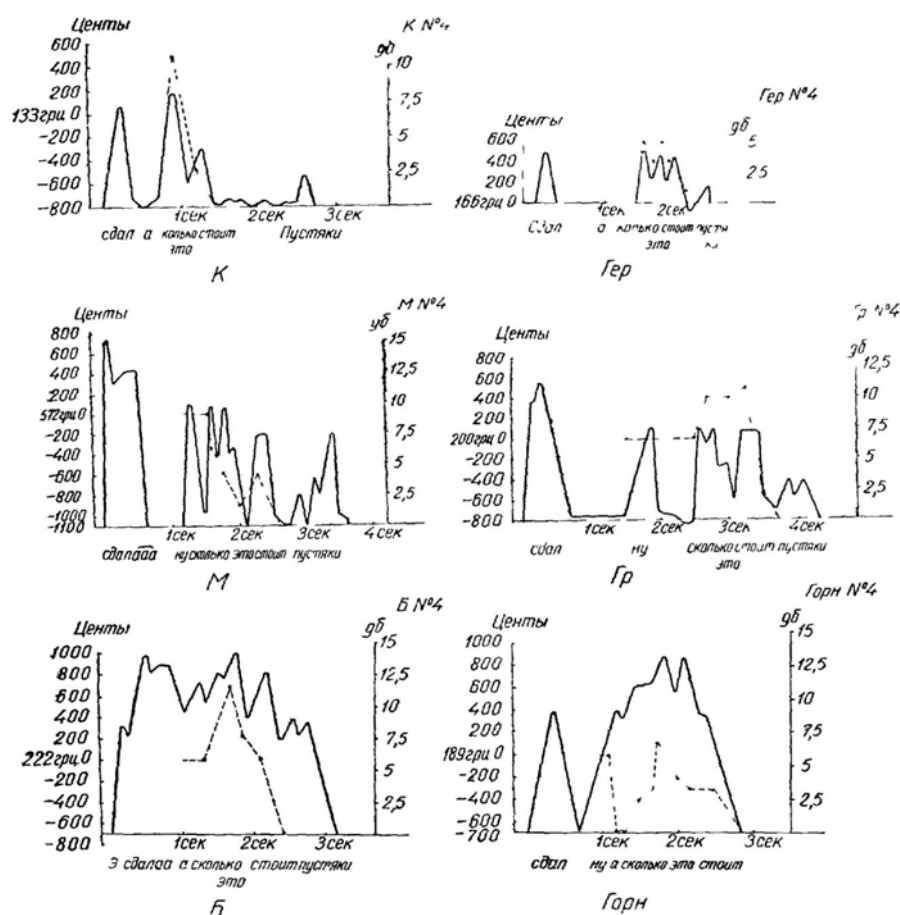


Рис. 18. Запись интонации шести актеров.
Ситуация 4

вырисовывались слоги как отдельные малые вершинки (кроме одной записи – слова *колокола*). Допустим, что при фразовом произнесении аппарат не успел записать всех слотов, но сравнение графиков показывает, что в одних записях он все же успел это сделать и пропустил слоги в других. В графике Горн. (сит. 9) произнесение длилось около двух секунд (1,85 сек). За это время из трех слов вырисовались

только два и каждое без малых слоговых вершинок. В графике же Гр. (сит 9) за время в 1 секунду вырисовались слоги в словах *это и стоит*. Таким образом, даже при удлинённом времени произнесения слоги могут не появляться, но иногда возникают при более кратком произнесении. При всем этом разборчивость произнесения во всех случаях полная.

Из приведенных наблюдений следуют два вывода. Во-первых, подтверждается предположение о том, что существует особый орган слогообразования и слогоделения, работающий в непосредственной связи, но вместе с тем независимо от артикуляции отдельных речевых звуков. Во-вторых, происходит резкая слоговая перестройка слов в тот момент, когда слово переходит из синтетической системы в аналитическую. В фазе синтеза отдельного слова из элементов, как правило, сохраняются эти слоговые элементы. Во второй же, аналитико-синтетической фазе, когда само слово становится элементом сообщения, его слоговые подэлементы перестраиваются и некоторые из них пропадают. Вместе с тем звуки, как постоянные словоразличители, сохраняются в прежнем виде. В результате слова различаются как всегда себе тождественные и постоянные элементы, но,

приобретая слоговые перестройки и замены, вступают на основании этих сигналов в отношения к другим словам и тем самым приобретают особые сигнальные значения.

Группировка и слитие слоговых вершин образуют синтетические большие подъемы, плато и глубокие опускания динамического уровня.

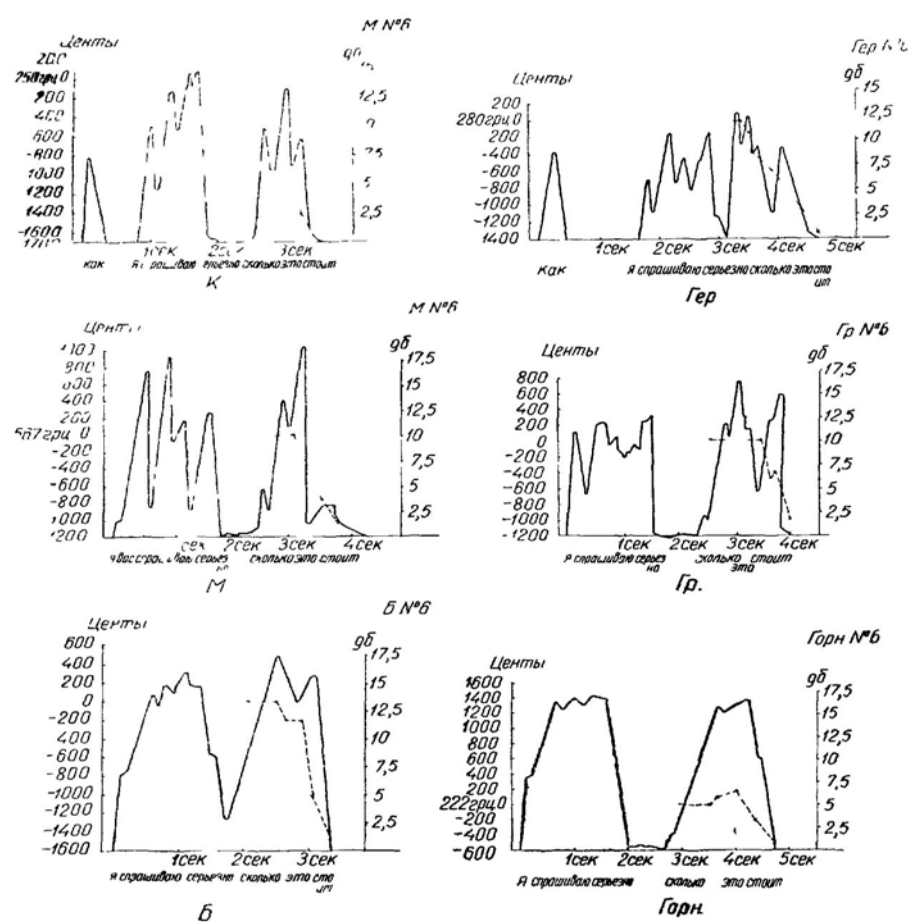


Рис. 20. Запись интонации шести актеров.
Ситуация 6

Это отдельные фразы и их синтагматическое членение. На самих плато или в местах подъема и опускания вершин синтагм возникают меньшие несомые вершины, соответствующие словам. Наконец, внутри слов то возникают, то пропадают мелкие слоговые вершинки. Глубокие опускания линии рельефа графика показывают аналитическую раздельность больших единиц, слитность вершинок сигнализирует их объединение и ослабление как выделяемых элементов, а вся система в целом определяет фразовую аналитико-синтетическую структуру. Так как слова обладают предметным значением, то включение их в определенное место аналитико-синтетической системы приводит к изменению их сигнальной функции в этой системе. Так, в графике К. (сит. 1) слово *стоит* отставлено от слов *сколько это*, вследствие этого отставленное слово приобрело интонационное выделение и соответственно большую значимость и вес. В графике же Гр. (сит. I) отставилось в особую раздельность слово *сколько*, а слово *это* присоединилось к слову *стоит*. Здесь большой сигнальный вес приобрело слово *сколько*. В графике М. (сит. 3) все эти три слова дали самостоятельные, отставленные друг от друга вершины; наоборот, в графике Горн. (сит. 2) те же

три слова образовали только две сгрудившиеся малые вершинки. Все это разные случаи акцентного выделения значимых словесных образований.

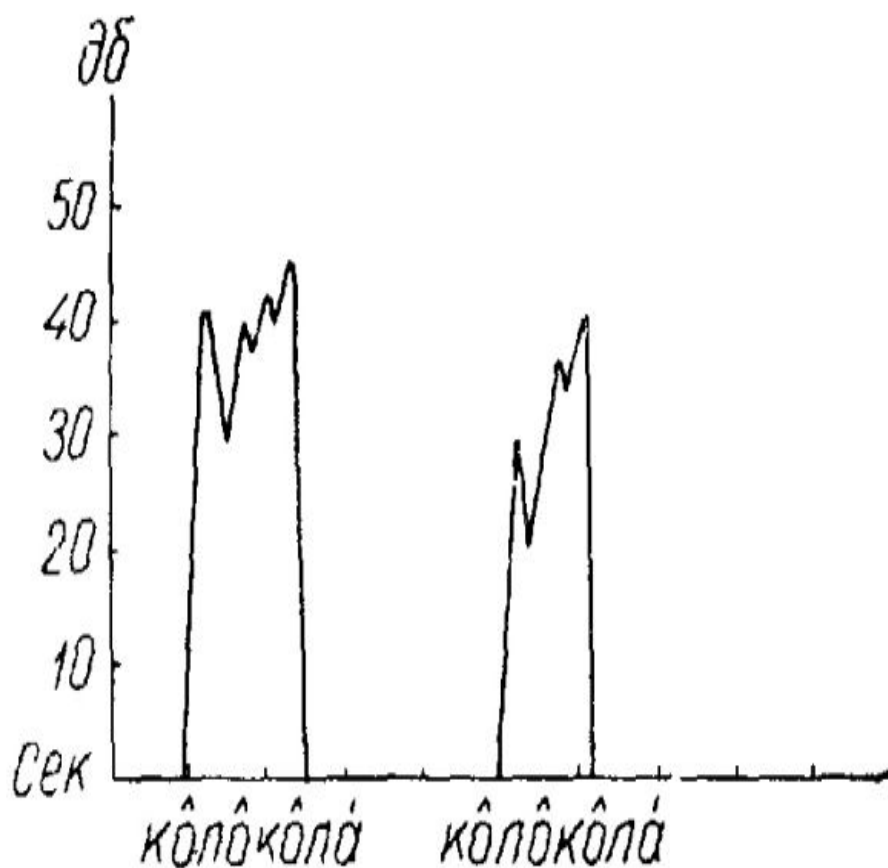


Рис. 21. Запись интонации шести актеров.
Ситуация 7

Механизм всего этого процесса состоит в слоговом усилении и редуцирующем ослаблении динамики. Диапазон колебаний при опускании и подъеме вершин разных степеней охватывает от 20 дб до 0,5 дб и даже, возможно, меньше, т. е. образует минимум 40 градаций. Отставку слова или тем более слога в отдельную большую

вершину следует рассматривать как максимальное выделение, возрастающее вместе с увеличением паузы.

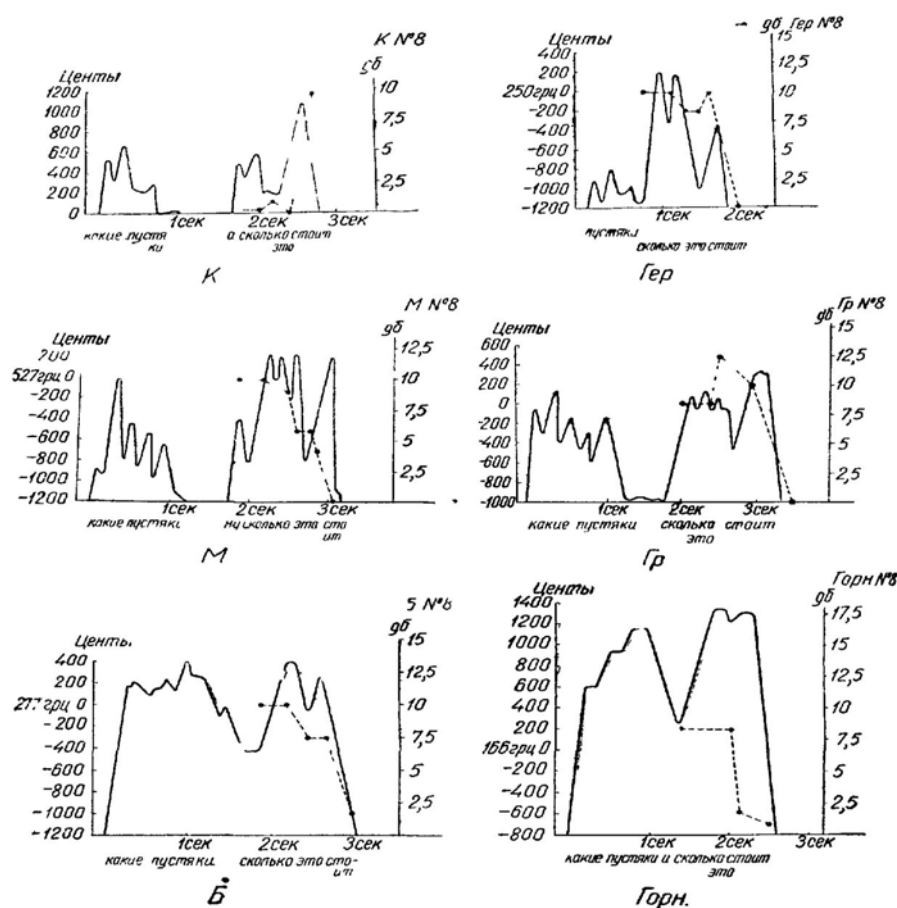


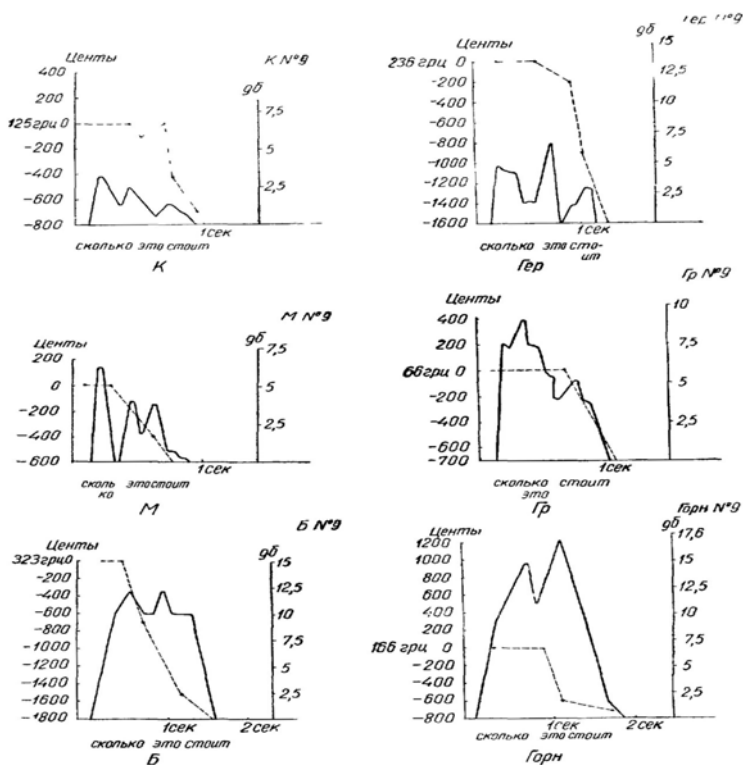
Рис. 22. Запись интонации шести актеров.
Ситуация 8

Ход по малым ступеням надо понимать как наибольшее ослабление фразовой интонационной позиции. Наибольшее ослабление возникает на отрицательной ступени слога деления, т. е. при пропуске слогов.

Несомненно, каждое данное произнесение чем-нибудь отличается от другого. Это видно из графиков, этого следовало ожидать и независимо

от акустических записей динамики. Наиболее интересный вопрос состоит в том, чтобы найти общие, постоянные черты в разных произнесениях. Только найдя такие постоянные, можно признать, что фразовые слоговые перестройки действительно несут на себе определенные, всегда тождественные, хотя может быть и очень разнообразные, сигнальные коммуникативные значения.

Рассмотрим наши графики по номерам ситуаций. График К. (сит. 1) и Гер. (сит. 1) по общему характеру почти совершенно одинаковы.



Моск23. Запись интонации шести актеров.
Ситуация 9

Слово как в обоих случаях отставлено от

последующей группы вершин на 1,35 сек. Эта последняя группа разделена на две вершины, из которых первая в свою очередь делится на две, хотя соотношение этих вершин несколько разное. Основной тон в обоих случаях вначале поднимается, потом опускается.

Слово *как* в обоих случаях отставлено от последующей группы вершин на 1,35 сек. Эта последняя группа разделена на две вершины, из которых первая в свою очередь делится на две, хотя соотношение этих вершин несколько разное. Основной тон в обоих случаях вначале поднимается, потом опускается.

В другой ситуации, у тех же актеров К. и Гер. (сит. 2) картина иная, чем в ситуации 1. У обоих исполнителей слово *как* сблизилось с последующей группой слов вдвое по сравнению с ситуацией 1. Время отставки этого слова занимает только 0,6 сек. Звуковысотное движение остается в основном одинаковым у этих исполнителей в обеих ситуациях.

Такие же явления наблюдаются и в других графиках, у других актеров. В графике Гр. (сит. 1) время отставки слова *как* 2 сек., в графике Гр. (сит. 2) отставка только 1,2 сек. В графике Б. (сит. 4) – 0,4 сек., в графике Б. (сит. 2) – 0 сек. Аналогичной в других графиках.

Таким образом, при наличии индивидуальных различий во всех графиках есть общий признак, состоящий в том, что в ситуации *дорого* слово *как* значительно отставляется от последующих слов, в ситуации же *дешево* то же слово близко примыкает к последующим. Эта тенденция обнаруживается у всех шести актеров, работающих в трех разных театрах. Надо думать, что разбираемое явление определяется не индивидуальными особенностями людей или различиями школ, а особенностями понимания и оценки самих ситуаций.

Если сравнить ситуации 1 и 2, с одной стороны, с ситуацией 5, с с другой стороны, то увидим еще большее сходство в пределах каждой ситуации. Ситуация 5, так же как и ситуация 1, может быть обозначена словом *дорого*, однако в ситуации 5 степень преувеличения *дорого* значительно возрастает. В связи с этим эмфатическим различием в степени, в графиках К., Гер., Гр. и М. (сит. 5) фраза *Сколько это стоит* раздробилась на 4 или 5 вершинок. Иначе говоря, произошло более скандированное, чеканное произнесение слова и слоговое деление. Кроме того, во всех этих четырех случаях основной тон падает ниже нуля, т. е. ниже исходного, первоначального уровня. Основной

тон с самого начала завышается, а в итоге опускается иногда больше чем на октаву. В графиках же ситуации 1 и 2 нигде не было дробного деления на слоговые вершинки фразы *Сколько это стоит*, а падение тона ниже нуля встречается только в графике К. (сит. 2). У исполнителей Горн, и Б. (сит. 5) деления на малые вершинки не происходит, что, вероятно, следует объяснить тем, что эта пара совместно работающих актеров выразила другое отношение к ситуации 5, что видно по сходству этих графиков между собой. Однако в графике Б. (сит. 5) основной тон все-таки падает ниже нуля на 500 центов.

Распадение рельефа графика на малые вершинки слов и слогов бросается в глаза в ситуации 3. Здесь в 5 случаях, кроме К. (сит. 3), рельеф прорезан маленькими вершинками, а основной тон многократно колеблется в подъемах и опусканиях кривой. В графике К. (сит. 3) тоже есть разделительность, но она выражена другими средствами. Здесь слова *а сколько* выделены в отношении к другим словам по динамическому уровню, а слово *стоит* выделено повышением основного тона на 700 центов. Так, слово *это* почти пропало и в динамике и по интервалу основного тона, в то время как слова *сколько* и

стоит резко разграничиваются и противопоставляются. Кроме того, они, хотя и входят в общую вершину, но значительно разделены друг от друга.

Всеми этими средствами достигается тот же эффект разделительности, который характерен для ситуации 3. В другой ситуации (сит. 4) тот же исполнитель К. выделил слово *сколько* звуковысатным движением и динамикой, слово *это* пропало, так жр как и у того же К. (сит. 3), а слово *стоит* ослаблено как динамически, так и падением тона. В результате получилось особое выделение первого слова за счет слогового сглаживания и ослабления двух других. Как видно из графиков, и для ситуации 4 характерно разделение рельефа динамики на малые вершинки.

Особенно сходны графики в ситуации 6. Во всех случаях отчетливо видно значительное усиление динамики по абсолютному уровню. Размахи пера пишущего прибора очень велики, даже в графиках К. и Гер., у которых они в других ситуациях незначительны. Во всех графиках ситуации 6 кривая основного тона падает ниже нуля в значительных конечных интервалах. Большие вершины изрезаны зубцами малых вершинок. Исключением является только Б. (сит.

6), но и здесь слово *это* выделено особо путем падения тона на 200 центов и его выдержкой. В графике Горн. (сит. 6) записался как особая отдельность звук *с* в слове *сколько* и, кроме того, разделены все три слова основной фразы.

Очень сходны графики ситуации 7. Здесь везде основной тон падает ниже нуля. Наиболее же характерным для этой ситуации является то, что слова *Сколько это стоит* не только ясно обозначены, но и резко разделены крутыми падениями кривой. Это относится к графикам К-, Гр. и М. (сит. 7) В графике Гер. (сит. 7) резко отделены только два слова; слово *это* отметилось, но вошло в состав первой большой вершины. У исполнителей Горн, и Б., которые обычно записываются на графиках более слитно, чем другие, в данной ситуации 7 отчетливо видны три вершины, соответствующие трем экспериментальным словам, кроме того записался звук *с* в слове *сколько*.

Для ситуации 8 характерно разделение фразы на две синтагмы: *Сколько это* и *стоит*. В четырех графиках, кроме этого, расчленены и слова в первой синтагме, на двух графиках сохраняется лишь отчетливое расчленение на синтагмы, но нет деления по словам первой вершины.

Таким образом, слоговые перестройки во фразе приобретают характерную и закономерную форму, в зависимости от ситуации общения. Если снять все слоговые перестройки и сохранить только постоянные словоразличители (т. е. дать просто текст в буквенных обозначениях), то все слова будут различаться и речь будет вполне разборчивой. И без замены звуков буквами может быть создано монотонное слогораздельное произнесение текста. Такое сообщение будет также принято. Имея это в виду, можно было бы сказать, что слоговые перестройки составляют избыточность речи. Если один элемент системы достаточно устойчиво связан с другим или другими элементами, то при появлении первого элемента можно с определенной степенью вероятности ожидать появления другого. Сказав *вчера*, можно с достаточной уверенностью решить, что последним элементом будет *а*. Казалось бы, что, получив все звуки слов, слушатель уже получил весь полный объем сообщения. Какие бы ни происходили слоговые перестройки, если сохранены постоянные словоразличители, то и сохранено постоянство словесных значений. Если переданы все слова, то и передано все сообщение. Ведь при помощи слов сообщается не только содержание отражаемой действительности, но и

отношение к ней. Отбор лексических элементов с большой вероятностью влечет за собой появление новых элементов, а именно – экспрессивных синонимических значений. Для обозначения одних и тех же предметных отношений могут быть подобраны разные слова и обороты – в одном случае, например, деликатные, в другом – грубые. Выражения: *Куда прешь?*; *Скотина!*; *Врешо!* и т. п. – могут быть заменены другими: *Сюда не следует идти*; *Вы сделали аморальный поступок*; *Вы ошибаетесь* и т. п.

Однако в действительности сообщение не ограничивается составом слов. Передача слов не составляет еще полного сообщения. Один и тот же отбор слов может приобрести столько слоговых перестроек, сколько есть экспрессивных значений. Это значит, что нет никакого определенного порядка, по которому от лексических элементов можно было бы перейти к элементам экспрессивных значений. Здесь действует полная неопределенность и вероятность случайного явления. Слоговые перестройки определяются не составом слов, а ситуацией, т. е. отношением человека к данным явлениям. Поэтому в состав сообщения, кроме слов, должны войти элементы, определяющие ситуацию. Слушающий не осведомлен о том, в какую ситуацию попал

говорящий. Так как отбор слов не восполняет этих сведений, необходимы другие, новые сигналы; они и появляются в виде интонационных слоговых перестроек. Это то, что раньше иногда называлось языком чувств и про что Н. В. Гоголь сказал: "Звуки души и сердца, выраженные словами, во много фаз разнообразнее музыкальных звуков".

Вышеприведенные лексические замены типа *Врешь! Вы ошибаетесь* обычно называют изменением "тона" речи. Предлагая собеседнику переменить "тон", очень часто имеют в виду отбор слов. Это значит, что существует закономерный переход не от слов к экспрессивным значениям, а, наоборот, от этих значений к отбору слов. Ситуация влияет и на слоговые перестройки, и на отбор слогов. Но если переход от ситуации к отбору слогов закономерен, то переход от отбора слогов к ситуации остается неопределенным. На этом законе держится сценическая речь. Если актер не усвоил ситуацию, т. е. предлагаемые обстоятельства, то никакой отбор слов не будет достаточен для обнаружения этой ситуации. В определенных условиях взаимоотношений людей слово *свинья* или *поросенок*, сказанное с определенной интонацией, может и не быть грубым или ругательным.

Однако по закону замены слов интонационные перестройки могут быть заменены словами. В этом состоит расшифровка или декодирование подтекста. Иронически сказанное *Он умен* обозначает: *Он глуп* или *Он не умен*. Возможность таких замен показывает, что интонационные перестройки обладают смыслом. Но так как всякий смысл может быть выражен словами, то и интонационный может быть также переведен в лексику. Если бы такой перевод всегда происходил в процессе речевого общения, тогда избыточность сообщения возросла бы неимоверно. Говорящий, освободившись от интонации, должен был бы находить специальные слова для выражения того, что обозначала интонация. В действительности интонация увеличивает объем сообщения, приходящийся на один лексический элемент, так как при этом сообщается не только то, что содержится в тексте, но и в подтексте. Но вместе с тем существует определенная длина текста, достаточная для установления ситуации разговора. Как только находится эта ситуация, находится и интонация прочтения данного куска текста. Следовательно, все же есть совершенно определенный и закономерный переход от текста к интонационным перестройкам слов в составе

этого текста, Такой переход осуществляется через звено усвоения ситуации. Не отдельные слова, а их совокупность в составе текста выясняет ситуацию, и только после этого находится правило для определения интонационного ряда.

Таким образом, оценка ситуации и интонация коррелятивны. По интонации может быть восстановлена ситуация, а по ситуации найдена интонация. Это положение вытекает из описанных выше наблюдений. Мы видели, что один и тот же лексический состав приобретает определенные закономерные слоговые перестройки у разных лиц при наличии данной ситуации. Следовательно, существуют экспрессивно интонационные постоянные, которые можно назвать интонемами¹¹⁸, подобно тому как существуют постоянные звуков речи – фонемы, постоянные формы слова – морфемы и постоянные конструкции предложения – синтагмы. Зная правило перехода от ситуации к интонации, возможно по списку ситуаций составить искусственными акустическими средствами выразительную интонацию живого разговора, подобно тому как теперь синтезируются искусственные речевые звуки и слова, обладающие качеством разборчивости.

Конечно, весь интерес и психологическая

сущность поставленной проблемы об интонационных постоянных заключается не в том, чтобы научиться синтезировать искусственную интонацию естественной речи – это лишь один из возможных путей решения более важной задачи. Здесь возникает одна из центральных проблем психологии общения – вопрос о речевом действии. Если человек один раз удивляется, узнав высокую стоимость интересующей его книги, другой раз удивляется ее малой цене, а третий раз возмущается, подозревая неуместную шутку со стороны лица, называющего смехотворно малую цену той же книги, то во всех этих случаях производятся разные речевые действия или, можно сказать, разные речевые поступки. Один и тот же лексический и грамматический состав высказывания приобретает совершенно разный смысл и образует разные формы речевого общения. В одних и тех же словах передаются два совершенно разных вида сообщения. В одном из них сообщается о некоторых явлениях и фактах действительности, в другом – об оценке этих фактов и явлений со стороны говорящего. Вероятно, в каждой речи всегда наличны оба эти компонента в разнообразно меняющихся соотношениях. Вследствие принципиального различия этих видов сообщения, несущие их

сигналы также различны. В одном случае это статические форманты (как бы они ни заменялись), как постоянные словоразличения, в другом случае – это постоянные в ступенях динамики слогового квантования. Следует признать, что и управление для воспроизводства этих видов сигналов и соответственно определение постоянных будет различным. Всякий грамотный человек, имея перед глазами текст, может прочесть записанные слова и понять описанную в них ситуацию, но не всякий может воспроизвести те интонационные слоговые перестройки, которые вытекают из этой ситуации и определяются ею. Вместе с тем любой человек, сам попав в аналогичную ситуацию, легко воспроизведет адекватную ей интонационную перестройку. Читая текст, человек совершает одно речевое действие, а вступая в живое речевое общение и применяя при этом те же слова, он производит совершенно другое речевое действие. Это различие и позволяет говорить о разных видах управления речевыми движениями. Так как речедвижения эквивалентны акустическому эффекту, можно параллельно акустическим формантам говорить об артикуляционных кинемах, а параллельно слоговым перестройкам – об интонационных кинемах. Ответ на вопрос о

том, при каких условиях один речевой поступок может быть заменен другим, т. е. например, чтецкая интонация – живой, разговорной интонацией, будет получен в том случае, когда будут найдены способы управления кинемами одного и другого вида. После исследования системы управления речевыми органами в этой работе будет выдвинута гипотеза об управлении произвольно не управляемой системой речедвижений, что и соответствует проблемам замены интонаций, замены речевых поступков или маскировки одного речевого поступка другим. Этот вопрос будет рассмотрен ниже в главе XII, § 39.

Глава десятая

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ЗВУКОВ В РЕЧЕДВИГАТЕЛЬНОМ АНАЛИЗАТОРЕ

§ 24. *Образование различий акустической мощности гласных*

Анатомия речевых органов сложилась у человека в процессе формирования языка и применения речи. Эволюция состояла не просто в том, что органы, входящие в пищеварительную и дыхательную системы (рот, глотка, носоглотка, трахеобронхиальное дерево), приспособились к выполнению новой функции, но главным образом в том, что произошли значительные изменения во взаимном расположении некоторых анатомических элементов, что и обеспечило постепенное овладение речевой фонацией. Такое переустройство органов фонации и резонанса, конечно, не могло быть местным процессом, распространяющимся только на периферию. В связи с переходом от стадной жизни к общественно-трудовой и одновременно с этим к прямохождению изменился мозг человека, о чем убедительно говорил Ф. Энгельс. В этот период и

формировался речедвигательный анализатор как в своей периферической, так и в центральной части. Если "чрезвычайная прибавка" в виде речи (по терминологии И. П. Павлова) резко бросается в глаза при сравнении человека с животным, то на изменения в органах фонации обычно обращают мало внимания. Однако эти переустройства в такой же мере могут быть названы чрезвычайной прибавкой, как и образование речевых зон в коре большого мозга, так как это один и тот же процесс.

На рисунке 24 показано расположение глоточно-ротовых полостей у павиана и человека¹¹⁹. У павиана надгортанник поднят высоко вверх и почти смыкается с нёбной занавеской, полость рта и глотки соединены лишь очень узким проходом, воздух по глотке может поступать легче в носоглотку, чем в рот. У человека гортань и надгортанник опустились значительно вниз. Вследствие этого полость рта и полости средней и нижней глотки образовали одну общую надставную трубку. Можно сказать, что у животного две трубки – одна дыхательная, другая – пищеварительная. У человека обе трубки слились в одну, образовав резонаторную систему, необходимую для речи и пения.

Крики высших млекопитающих, образуемые в

гортани, конечно, приобретают резонанс при раскрытии рта и в связи с этим меняются по тембру, но модуляции этих тембров крайне ограничены. В особенности бросается в глаза то обстоятельство, что в модуляциях крика животных нет сжатия динамического диапазона, которое так характерно для речи. Оглушительный рев сменяется едва слышимыми гортанными шумами, резкий визг возникает мгновенно и также мгновенно пропадает. Нет и устойчивой сетки для перехода к разным длительностям одного и того же звука. У человекообразных обезьян насчитывается больше 30 звуковых комплексов, имеющих определенное сигнальное значение, но сами эти комплексы не расчленены на отдельные речевые звуки. Хотя некоторые исследователи пытаются обозначить буквами те звуки, которые входят в состав комплексов, но делается это на основе субъективного слухового анализа; спектральный состав криков обезьян не определен. Кроме того, сами звуковые комплексы входят в общий нерасчлененный эмоционально-двигательный состав и с трудом поддаются условнорефлекторному выделению из этого состава. Нет никакого сомнения в том, что у обезьян отдельный звук не может быть отделен от всего звукового комплекса. Это и значит, что у

них нет того материала, из которого, как из элементов, могли бы составляться слова, т. е. отсутствует первый, элементарный отдел речевого механизма. Так как здесь нет отдельного звука, который мог бы меняться, входя в разные звукоряды, то нельзя говорить о постоянных звукоразличителях и о рядах акустической мощности разных звуков.

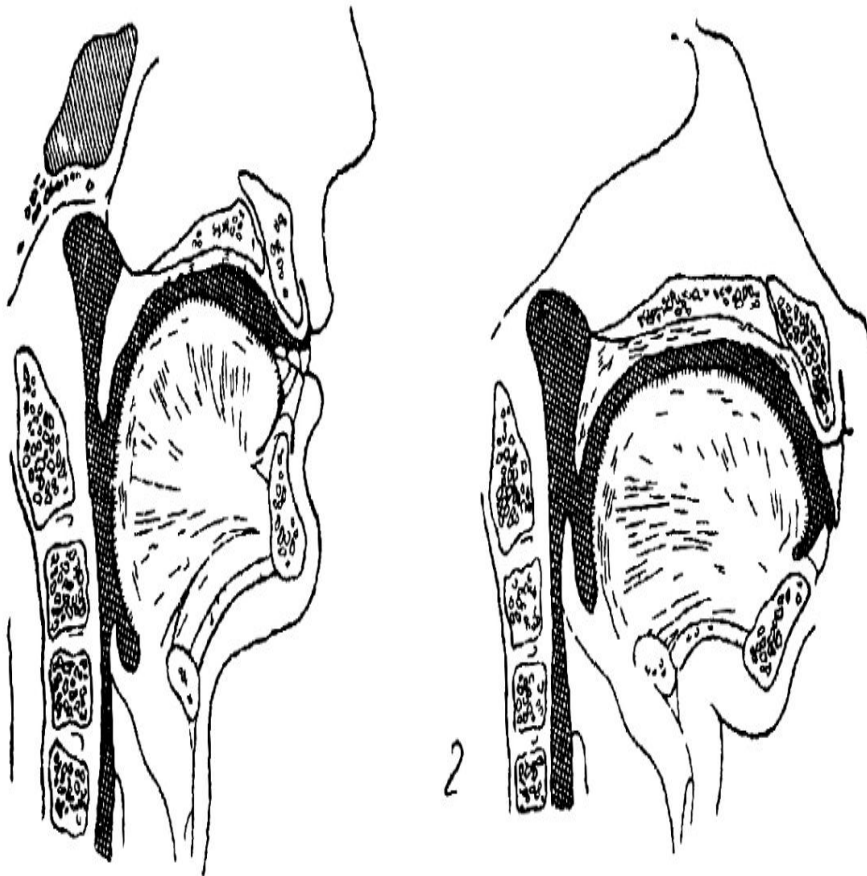


Рис. 24. Расположение ротоглоточных полостей у человека (1) и павиана (2)

Не расчлененные на отдельные элементы звукокомплексы обезьян резонируют в специальных резонаторных образованиях. У

ревунов, мартышек, гиббонов и особенно орангутангов резонансное усиление достигает значительной силы, вследствие чего обезьяны этих видов могут перекликаться на очень отдаленном расстоянии. Но так как резонаторные образования расположены у них особняком от глотки и рта, то тонкие модуляции звуковых спектров артикуляционного типа получиться не могут. В этом отношении интересна роль морганиевых желудочков, которые располагаются между истинными и ложными голосовыми связками. У человека морганиевы желудочки входят в глоточный резонатор и при различных звуках речи то в большей, то в меньшей степени наполняются воздухом, что видно на боковых и фронтальных рентгенограммах. Эти желудочки, очень малого размера у человека, разрастаются у орангутанга в громадные мешки, раздувающиеся при крике во всю ширину груди. Они как бы выпадают из полости глотки и, создавая значительное усиление звука выходят из системы ротоглоточных модуляций.

В процессе дифференциации органов фонации образовался двойной резонатор – ротоглоточный, который и обеспечивает как статику, так и динамику речи. Надставная трубка является собственно человеческим органом, как

вырабатывающим речевые спектры, так и квантуящим их по определенной сетке уровней. Так как речь входит в состав всякой человеческой деятельности и участвует в формировании всей личности, то управление речевыми органами зависит не только от специальных кортикальных областей, а от всего мозга в целом, в том числе от подкорки как ближайшей, так и отдаленной. В авторегулировку дыхательной системы, без которой не может осуществиться речь, входит мощный компонент в виде афферентных и центробежных импульсов от таламических и подбугровых областей, а также дыхательного центра, расположенного в продолговатом мозгу. Вся эта сложная система управления, обеспечивающая членораздельную, выразительную речь, в конечном счете прилагается к небольшой надставной трубке, которая должна произвести на выходе все тончайшие звуковые модуляции, необходимые для взаимного понимания и воздействия людей друг на друга. Вот почему изучение этой трубки, эквивалентной по своему значению всей "чрезвычайной прибавке", представляет не только большой научный интерес, но и удобство, так как исследование ее функций доступно прямому наблюдению¹²⁰.

На рисунке 25 даны схемы рентгенограмм надставной трубки при произнесении простых слогов: а, о, э, у, и, ы. Область средней и нижней глотки заштрихована для того, чтобы проекции объемов резонаторов были видны более отчетливо. Эти рентгенограммы, изучаемые по отдельности и измеряемые со всей тщательностью, не представляют того интереса, который тотчас же возникает, как только их расположить в определенный ряд убывающей акустической разномощности речевых звуков.

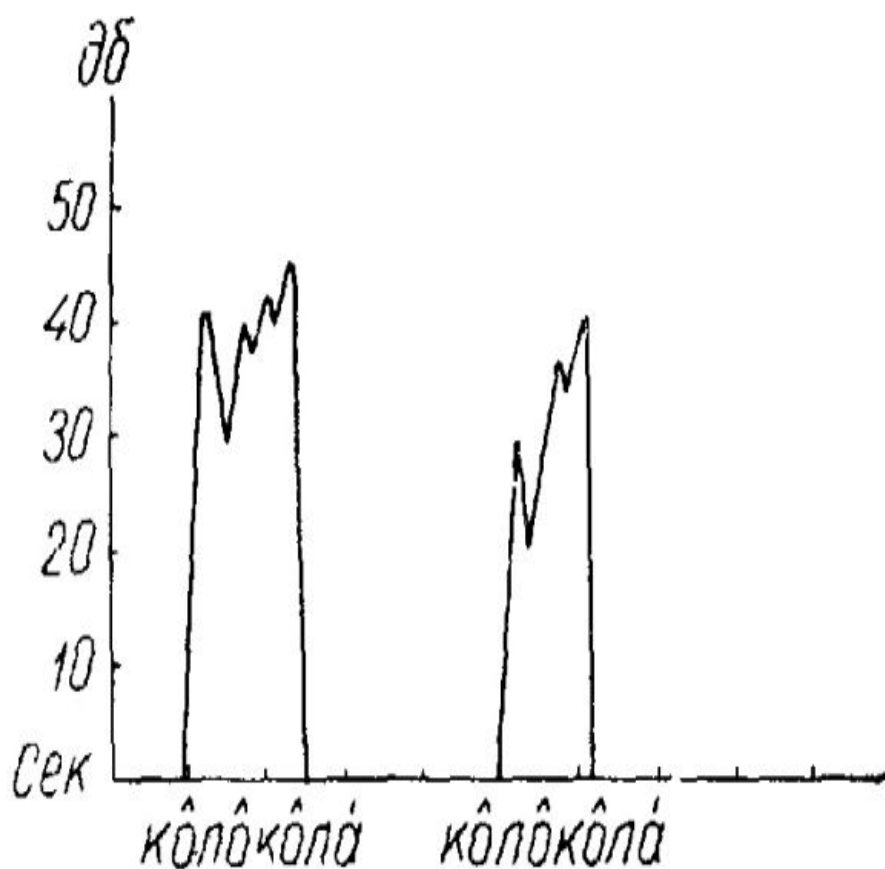


Рис. 25. Рентгеносхемы надставной трубки при произнесении гласных

При произнесении *а* ротовой резонатор велик. При произнесении этого звука рот становится мощным звуковым излучателем. Глоточная трубка сокращается до минимального объема, надгортанник отходит *назад*, и почти прижимается к задней стенке глотки. Звуковой луч, проходя это узкое пространство между лепестком надгортанника и задней стенкой глотки, прямо подается в широко раскрытый ротовой излучатель.

При произнесении *о* соотношение объемов обоих резонаторов меняется на одну ступень реципрочно, т. е. в обратном направлении. В то время как ротовой резонатор уменьшается в объеме путем среднего подъема задней части спинки языка и уменьшения выходного отверстия (лабиализация), глоточная трубка несколько расширяется, сжиматели глотки расслабляются и надгортанник отходит *вперед*.

При произнесении *э* объемы обоих резонаторов выравниваются. Ротовой резонатор уменьшается еще больше на одну ступень, а глоточный на одну ступень расширяется. В результате оба резонатора принимают среднее по объему положение.

При произнесении *у* процесс продолжается в тех же реципрочных отношениях. Ротовой

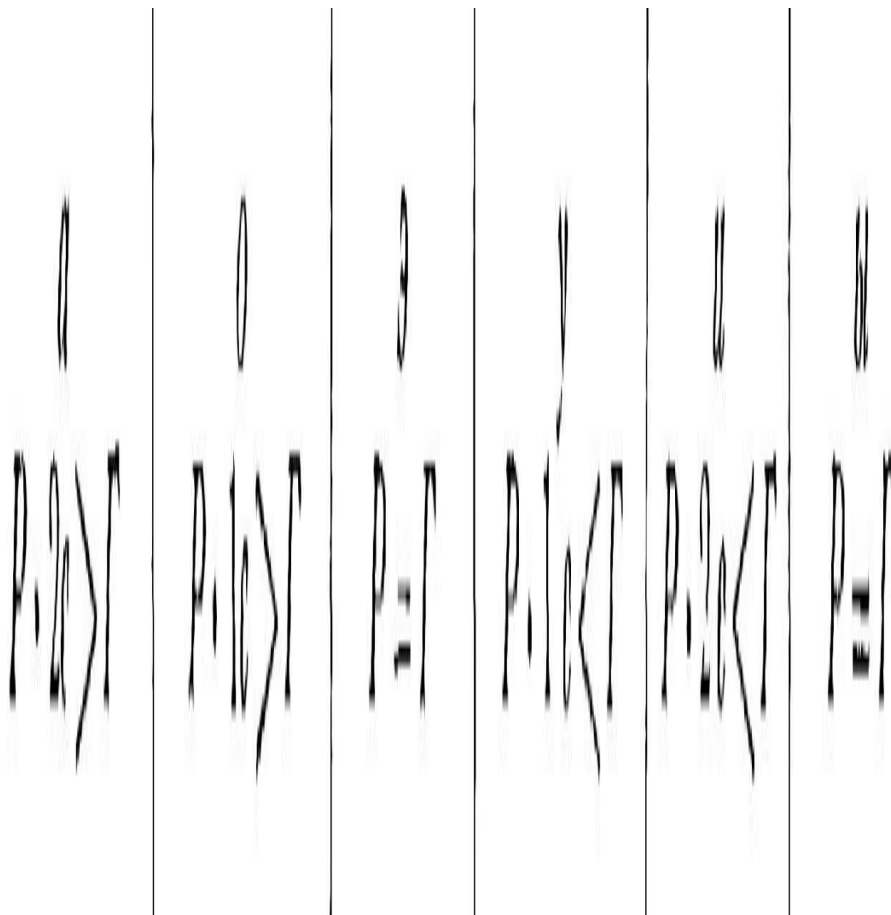
резонатор сужается еще больше за счет подъема языка и сужения губ в трубку, глоточный же резонатор значительно расширяется. Надгортанник еще больше отходит кпереди, вследствие чего образуется широкое предротовое пространство.

При произнесении *и* ротовой резонатор уменьшается еще на одну ступень. Передняя стенка языка близко подходит к твердому нёбу, образуя узкую щель, губы убираются как при улыбке, а глоточный резонатор, наоборот, значительно раздается вширь. Объем его максимально увеличивается, надгортанник отходит далеко кпереди, значительно увеличивается валлекула (на рентгенограмме – пространство между надгортанником и корнем языка).

При произнесении *ы* резкого отличия от *и* не наблюдается. Однако формы резонаторов на этих звуках все же различны. При произнесении *ы* ротовой резонатор несколько расширяется в задней части, по сравнению с положением при произнесении *и*. Изменяется и форма глоточного резонатора. При произнесении *и* надгортанник приподнят более высоко, чем при *ы*. Кроме того, различно положение корня языка. При *и* тень корня языка, т. е. передний край валлекулы, идет

прямо вниз, в то время как при *ы* тень корня языка на рентгенограмме идет наклонно, образуя с конгуром надгортанника валлекулу округлой формы. Наибольшие различия при произнесении этих звуков наблюдаются в нижней части глоточной трубки. При произнесении *и* нижний поперечник измерения меньше. Таким образом, при произнесении *ы* объемы ротового и глоточного резонаторов как бы уравниваются.

Если ротовой резонатор обозначить буквой *Р*, глоточный – буквой *Г*, а степень уменьшения объема резонаторов – 1 с; 2 с, то получится следующий ряд:



В случаях равенства ($P=\Gamma$) можно говорить лишь об относительном приравнении, так как при произнесении *ы* глоточный резонатор значительно больше, чем при произнесении *з*. В дальнейшем целесообразно говорить о ряде гласных от *а* до *и*, так как в русском языке *ы* – это своеобразный вариант *и*. В этом ряде от *а* до *и* видно постепенное уменьшение объема ротового резонатора и такое же постепенное увеличение объема глоточного резонатора. Самым существенным является то, что ряд изменения объемов ротоглоточного резонатора, полученный на рентгенограммах независимо от акустических измерений, в полной мере совпадает с рядом акустической раз но мощности (или разногромкости) речевых звуков, установленных нами и целым рядом других исследователей и рассмотренных в § 16 предшествующей главы. Совпадение этих рядов дает возможность понять, каким образом создается разномощность звуков речи, являющаяся основой динамического квантования.

Выходя на сетку квантования, речевой звук не должен терять своего качества. Но вместе с тем он квантуется в той же резонаторной системе, в которой и образуется. Поэтому для каждого звука должна быть своя особая область образования и

такая же особая область квантования. Это и обнаруживается в представленных рентгенограммах. Речевой звук образуется в ротовом резонаторе при разных положениях (+; –) языка и губ, что было показано в схеме кодирования речевых звуков (§ 16), а квантуется он в глоточной трубке. При этом, как видно, глоточная трубка разделена на отсеки, разные по объему для каждого речевого звука. Эти наблюдения прямо доказывают наличие особых шкал квантования для каждого звука речи, что совпадает с ранее приведенными акустическими измерениями и объясняет их. Каждый из звуков речи по своей акустической мощности колеблется в определенной зоне, определяемой объемом глоточной трубки, который изменяется в соответствии со способом образования данного звука. Чем меньше объем глоточной трубки, тем больше возрастает мощность звука. Это объясняется целым рядом причин.

В акустике известно соотношение, применяемое для плоской звуковой волны и выражаемое формулой $\frac{P}{v} = \rho c$, где P – звуковое давление на единицу площади, т. е. величина, пропорционально связанная с силой звука в единицу времени; v – акустическая скорость, т. е. скорость колебания частиц воздуха в звуковой

волне. Величина ρ – акустическое сопротивление, где ρ – плотность воздуха и c – скорость звука в нем.

При сжатии глоточной трубки в момент произнесения a произойдет уплотнение воздуха, вследствие чего, как вытекает из приведенной формулы, звуковое давление увеличится. При расширении глоточной трубки произойдет ослабление звукового давления. Этот процесс является двойным, так как, во-первых, каждый звук речи, в отличие от другого, будет обладать разной звуковой мощностью, резонируя в разных объемах, во-вторых, в пределах каждого отдельного звука при сжатии и расширении глоточной трубки возникнет нарастание и падение силы звука. В этот момент и будет образовываться слоговой квант. Однако все эти явления остаются только в пределах чисто спектральных изменений, так как процесс происходит в резонаторной, а не генераторной системе. В момент смены объема трубки на данном звуке произойдет лишь сдвиг спектров, т. е. формантная модуляция, сила же звука будет меняться от изменения подачи энергии на звуковой генератор (в случае гласных – на голосовые связки).

Вопрос о том, в чем конкретно выражается формантная модуляция при слоговых переменах

объема глоточной трубки, будет рассмотрен в дальнейшем особо. Сейчас следует только заметить, что любая спектрограмма, снятая в микроинтервалах времени, показывает нарастание амплитуд составляющих частот спектра от начала звучания гласного до середины и падение амплитуд к концу звучания.

Мощность звука представляет собой поток энергии, имеющий определенное направление, совпадающее с направлением движения звуковой волны. Как видно из рентгенографических схем, при произнесении *а* направление звукового луча идет прямо по узкой глоточной трубке в широкий ротовой излучатель. При произнесении же *и* звук поглощается стенками в расширенной глоточной трубке и задерживается на многих неровностях в области ниже корня языка и валлекулах, которые при этом расширены. Эти обстоятельства являются второй существенной причиной, влияющей на разномощность звуков речи на выходе изо рта.

Глоточная трубка снабжена только сжимателями, расширяется она вследствие тонического расслабления, поэтому стенки глотки являются более плотными и напряженными при произнесении *а*, чем при произнесении *и*. Замечание Л. В. Щербы о том, что напряженность

звука зависит от степени твердости или мягкости стенок надставной трубки, вполне подтверждаемая и приобретает реальный смысл. Так как мышцы глоточной трубки не имеют антагонистов, то мера сужения трубки определяет меру напряженности, и наоборот, расслабление-соответствует расширению трубки и переходу к менее плотной поверхности ее. Указанные раньше данные наблюдений Рессела о роли поверхности резонаторов также вполне основательны. Следует только добавить, что изменение поверхности глоточной трубки является прямым следствием изменения ее объема и формы.

При изменении объема и формы глоточной трубки происходят изменения также в аэродинамических условиях фонации. Напомним, что турбулентность воздушного потока определяется числом Рейнольдса, $R = \frac{va}{\nu}$, где u – скорость потока, a – радиус трубы и ν – кинематическая вязкость среды. При произнесении звука a радиус глоточной трубки мал, скорость течения воздуха, как увидим дальше, значительно снижена, поэтому поток остается ламинарным. При произнесении же u радиус глоточной трубки увеличивается, увеличивается и скорость подачи воздуха, что

видно хотя бы из того, что за тот же промежуток времени должен быть заполнен воздухом относительно больший объем трубки. Вследствие этого при произнесении *и* нарастает турбулентность. Однако турбулентность не переходит того критического предела, при котором она может стать источником звука, как при образованиях согласных. Но возникшие турбулентные завихрения забирают часть звуковой энергии и передают ее на мягкие стенки глоточной трубки, которая не только отражает энергию звука, но и принимает ее, передавая дальше по мышечной и костной проводимости.

Величина энергии отраженной волны зависит от того, как сильно разнятся между собой акустические сопротивления двух сред, на границу которых попадают звуковые волны. В то время как плотная стенка суженной при произнесении *а* глоточной трубки отразит большую часть энергии, расслабленные стенки расширившейся при произнесении *и* глоточной трубки заберут значительно большую долю звуковой энергии и передадут ее дальше по костно-мышечной проводимости. В результате звуковая энергия при произнесении *а* в большей мере будет сохранена на выходе изо рта, в то время как при произнесении *и* значительная доля звуковой

энергии будет рассеяна внутри тела.

Это положение подтверждается прямыми наблюдениями. При помощи электромагнитного рекордера была проведена на кимографе запись интенсивности (в линейном масштабе) *а* и *и*. Диктор произносил перед микрофоном слова *ма́ки* – *мй́ка*; *пи́ла* – *пила́*. Во всех случаях, кроме одного (*мй́ка*), как и следовало ожидать, *и* в ударном и неударном положениях записалось с меньшей интенсивностью, чем *а*. В слове *мака* амплитуды равны. Запись производилась через микрофон, имеющий плотный резиновый раструб. От краев раструба до мембраны микрофона 2 см. При прижимании раструба к поверхности какого-либо плоского предмета, например стола, микрофон изолируется от звуковых волн в свободном поле. Представленная ниже запись производилась на расстоянии 40 см ото рта диктора, т. е. регистрировалась интенсивность на выходе изо рта в свободное поле.

На рисунке 27 представлена запись тех же слов, тем же диктором, на том же микрофоне и тотчас же после первой записи, но условия опыта были другие. Раструб микрофона плотно прижимался к шее диктора

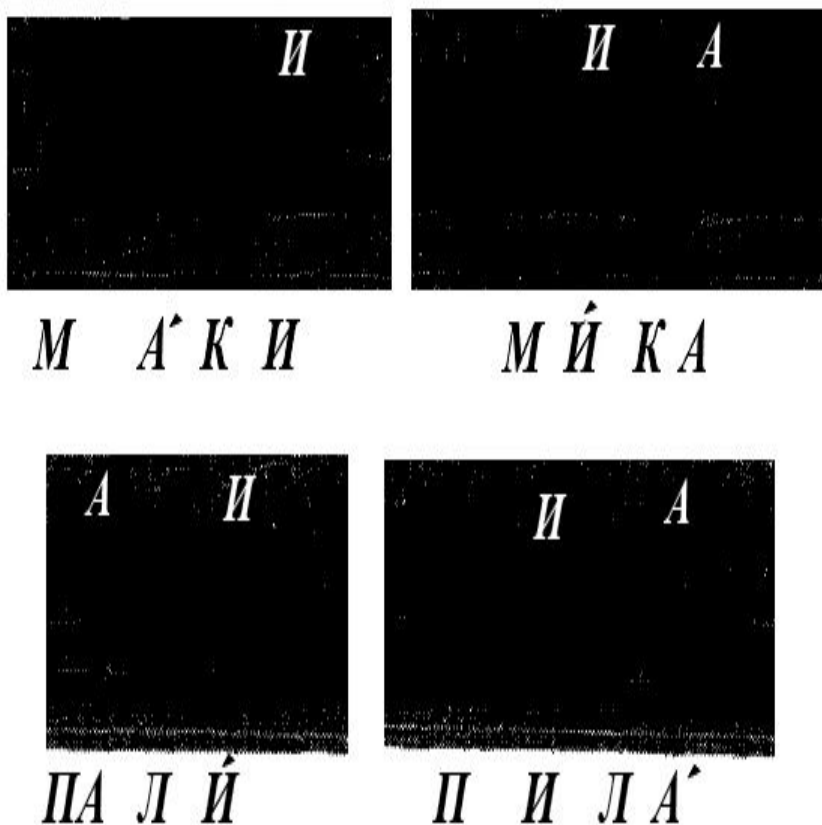


Рис. 26. Прием через микрофон в свободном поле

в области глотки и близко к гортани. В микрофон звуки могли попадать только через тканевую проводимость. Из записей видно, что мощность *а* во всех случаях стала значительно меньшей, чем мощность *и*. В этом: опыте пришлось уменьшить выходное напряжение усилителя. Если при записи в свободном поле при расстоянии 40 см ото рта усиление было 1, то при записи в области глотки оно было уменьшено до 0,4.



Рис. 27. Прием через микрофон у глоточной трубки

На следующих записях, производившихся непосредственно вслед за первыми, усиление было восстановлено до 1 и прием звуков производился: а) со слухового отростка височной кости; б) с мышц затылка; в) с ушной раковины. В последнем случае раструб микрофона плотно прижимался к ушной раковине и таким образом проникал в микрофон через мышечно-костную проводимость и через слой воздуха в раковине уха. Как видно, и в этих записях во всех случаях мощность *и* значительно превышает мощность *а*.

Аналогичные результаты получились при записи изолированных: звуков. Кроме того,

производилась запись тех же слов при положении раструба микрофона в области поясницы и на теменной кости черепа. Оказалось, что и с этих, значительно отдаленных от гортани, глотки и рта областей звук передается с обратным соотношением мощностей, т. е. *и* записывается с большей амплитудой, чем *а*.

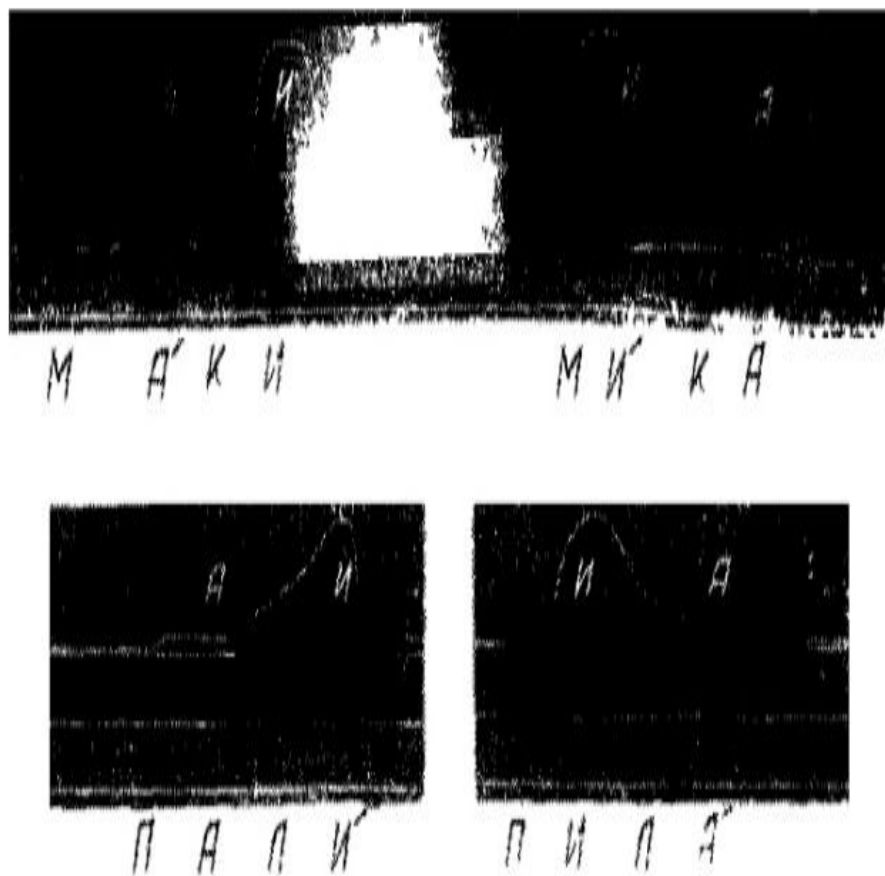


Рис. 28. Прием через микрофон со слухового отростка височной кости

Из этих наблюдений прежде всего вытекает, что акустическая мощность, измеряемая на выходе звука изо рта, иная, чем мощность звука в процессе его образования. Несоответствие

возникает вследствие разницы в поглощении энергии звуков разных способов образования. Полная энергия гласного приобретается при колебании голосовых связок. Она тотчас же начинает расходоваться. В зависимости от артикуляционных позиций, т. е. больших или меньших перекрытий в надставной трубке, будет то возрастать, то падать коэффициент полезной выходной мощности звука. Очевидно, что расположение ряда звуков в их полной энергии будет обратным приведенному выше ряду спадания акустической мощности на выходе: *э, у, э, о, а*.

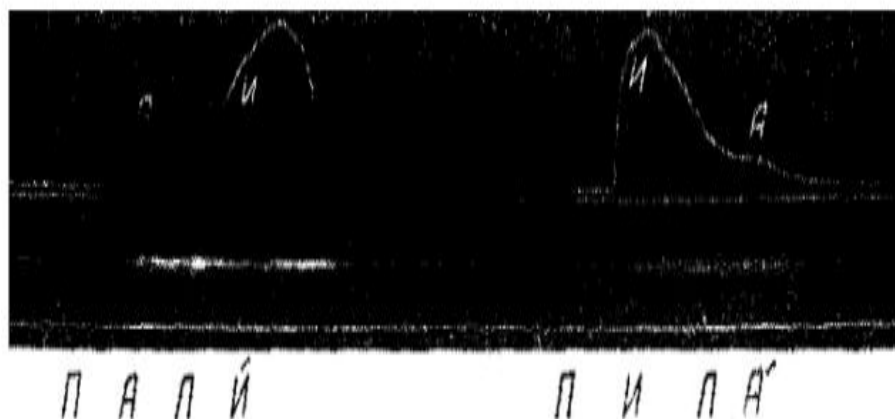


Рис. 29. Прием через микрофон с мышц затылка

В дальнейшем мы увидим, что этот новый теоретический ряд подтверждается фактически. Если бы начальная энергия произнесения *а* и *и* была одинаковой, то возможны два случая: 1) звук *а* слышится нормально, тогда звук *и* не слышится, так как вся его энергия поглощается тканями; 2) звук *и* слышится нормально, тогда звук *а* превращается в крик и маскирует *и*. Этого в действительности не происходит, так как существует механизм сжатия динамического диапазона речи. Подача энергии ослабляется на звуках с большой акустической мощностью на выходе изо рта и усиливается на звуках с малой мощностью.

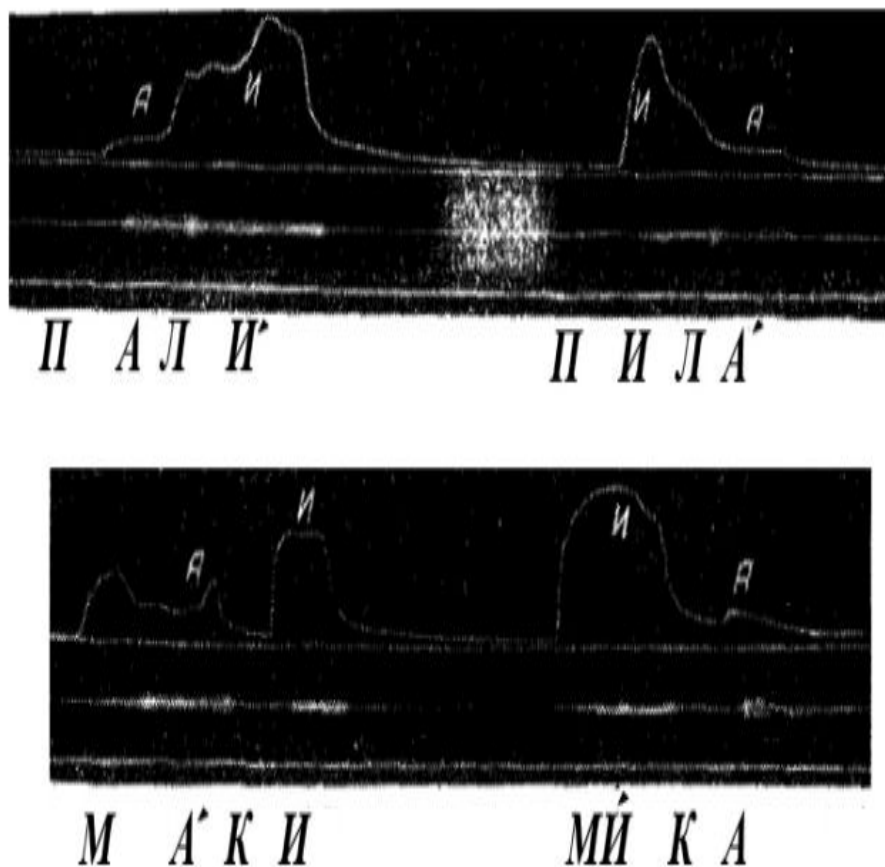


Рис. 30. Прием через микрофон с ушной раковины

Самым замечательным и удивительным в устройстве этого механизма сжатия динамического диапазона является то, что оба противоположных ряда образуются одним и тем же органом – глоточной трубкой. Именно потому, что глоточная трубка при произнесении *а* сужается до предела, потери энергии минимальны. Но в результате того же сужения отмеряется как раз та порция воздуха, которая необходима для поддержания

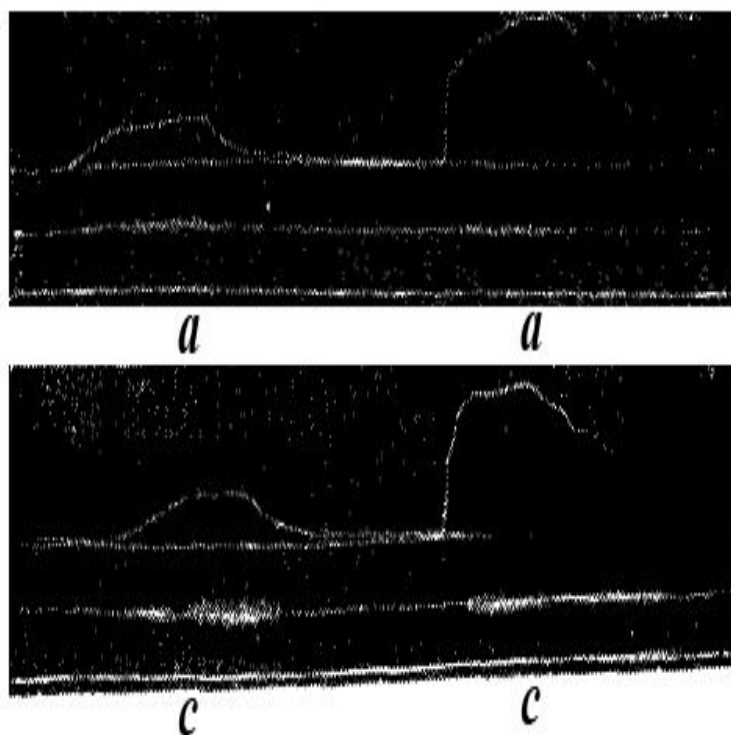


Рис. 30. Прием через микрофон с ушной раковины

аэродинамических условий нормальной фонации. При этом особенно важно подчеркнуть, что модуляции глоточной трубки являются распределителями энергии не только отдельных звуков, но и динамических нарастаний в пределах данного звука. Через модуляции глоточной трубки происходит учет той работы, которую надо затратить для того, чтобы получить в данный момент времени звук определенной силы, контролируемый слухом.

Из того факта, что произносимый звук может быть принят через микрофон, приложенный к пояснице, спине и к разным местам головы, также вытекают некоторые выводы. Как-видно, большая часть энергии произносимого звука принимается слухом говорящего не из свободного поля а по костно-мышечной проводимости. В этом и состоит различие контрольных функций своего и чужого уха. Широко известно, что голосовой тембр речи, записанной на магнитофоне, хуже узнается самим говорящим, чем посторонним слушателем. Так как конечным контролером управления речедвижениями является чужое ухо, а действительным контролером всегда остается только свое ухо, то должны быть установлены как соответствие, так и разница, возникающие в этих двух разных каналах приема речи. Это особенно

относится к обучению произношению на иностранном языке и к оценке тонких вариаций интонации сценической речи.

Современная техника предоставляет широкие возможности для отчуждения своей речи, да и само разбираемое явление достаточно известно, однако практически вся эта проблема недооценивается. Недостаточно раз или два прослушать звукозапись собственной речи на иностранном языке. В определенный период обучения необходимо путем систематического прослушивания произвести учет тех ошибок, которые могут иметь коммуникативное значение. Такого рода работа является одним из способов воспитания речевого слуха. Наконец, в дополнение следует заметить, что факт приема микрофоном звуков с разных мест черепа свидетельствует о том, что колебания звуковой частоты проходят через вещество мозга, однако корковая часть анализатора не может принять этой частоты без посредства слухового рецептора. Глухонемой услышит звук по костно-мышечной проводимости лишь в меру сохранности слухового рецептора. Это значит, что два разных канала распространенных звуков сходятся в слуховом рецепторе в один, в котором звуковые частоты закодированы на нервные импульсы, идущие на

других-частотах.

§ 25. Динамические условия образования согласных

Обычно при изучении механизма образования согласных обращают внимание только на положение активных органов речи, т. е. определяется статика. Динамические условия образования совершенно выпадали из поля наблюдения. Кинорентгено съемка открывает возможности для восполнения этого существенного пробела. В дальнейшем мы будем ссылаться на специальный альбом кинорентгено съемки, приложенный к этой работе. В этом альбоме на первых восьми таблицах отобраны кадры, регистрирующие произнесение согласных. При обзоре этого материала целесообразно согласные разбить на ступени по их податливости динамическим модуляциям. В альбоме цифрами под фото обозначены номера кадров от начала всего пятисекундного куса съемки. Время от одного номера кадра до непосредственно следующего за ним составляет 0,04 сек. Знаком *N* – (норма) обозначено исходное положение, т. е. отсутствие звука. Термин "норма" принят условно, так как глоточная трубка при отсутствии произнесения не принимает

постоянной и определенной формы. В промежутке между произнесениями она на некоторое время сохраняет несколько видоизмененную форму, соответствующую произнесению предшествующего звука. Под фото, кроме номера порядка кадра, подписана буква, соответствующая произносимому звуку.

Первый общий просмотр всего материала по согласным, представленного на восьми первых таблицах альбома, убеждает в том, что форма и объем глоточного резонатора вполне определены и специфичны для каждого согласного. Так, при произнесении *п* глоточная трубка значительно меньше по объему, чем при произнесении *м* или *н* (табл. 1). При произнесении *с* она меньше, чем при произнесении *д*. Больше всего она расширяется при *ц* и *ч*, но ни в одном случае она не принимает такого малого объема, как при произнесении *а* или *о* вместе с тем в некоторых случаях (*г*, *к*) ее объем меньше, чем при гласном *и*. На гоморганных звуках (*п* – *б*; *т* – *д* *к* – *г*) форма глотки сходна, но ее объемы различны.

Таким образом, можно установить общее положение: форма ротового и глоточного резонаторов различна для разных звуков речи, как гласных, так и согласных. Это значит, что характеристический резонанс, определяющий как

прерывистый, так и сплошной спектр речевых звуков, возникает во всей надставной трубке, составляющей единое целое. Как видно из представленного материала, губные звуки, образующиеся у, самого выхода рта, не составляют исключения. Рассмотренная выше концепция Мейера-Эплера об отсутствии резонанса у некоторых шумных согласных, казалось бы логическая и правдоподобная, не соответствует фактам. Если форма глоточной трубки различна при n и ϕ , то звук, образовавшийся в любом месте этой трубки, будет резонировать по-разному, - в зависимости от изменившегося объема резонатора. К тому же скорость звука больше, чем скорость турбулентного потока воздуха,

На первой ступени динамической податливости находятся взрывные звуки. При образовании n (табл. 1, кадры 9, 17, 18) в момент смычки губ (кадр 17) глотка несколько сузилась за счет верхних ежимателей. На короткий миг суженная глоточная трубка сдерживает сильное давление воздушного столба, поступившего из трахеобронхиального дерева. Давление сдерживается именно глоткой, так как щеки не надуты и губной взрыв возникает не потому, что образовалась избыточность внутриротового

воздушного давления, что очевидно. В момент взрыва глоточная трубка несколько расширяется в области верхнего сжимателя, т. е. расслабляется (меняется контур передней стенки глотки), и сдерживаемое ею раньше воздушное давление переходит на смычку губ.

Такая же картина наблюдается и при произнесении те (табл. 2, кадры 1–12). Еще до смычки глоточная трубка начинает постепенно приобретать определенную форму, отличную от формы при произнесении л. Передняя стенка глотки у корня языка делается вогнутой наружу. Одновременно со взрывом (кадр 11) глоточная трубка, так же как на л, несколько расширяется. В этом случае сжатие воздуха происходит между смычкой языка и глоточным сужением. Все эти динамические изменения при образовании шумных взрывных очень тонки. Их удастся обнаружить при тщательном измерении отдельных кадров в статике в сопоставлении с просмотром всей ленты на экране. Тонкость изменений объясняется тем, что взрывные звуки, особенно шумные, находятся на самой первой ступени динамической модуляции.

При произнесении звонких (б – г) глоточная трубка по форме сходна со случаями произнесения я, к. При б, как и при л, верхнее измерение

глоточной трубки меньше, чем среднее (у подъязычной кости), а при *к* и *г* в верхней части трубки образуется дуга. Однако при произнесении звонких объем глоточной трубки больше, чем при произнесении глухих звуков. Это явление видно также и на *т* (табл. 3, кадры 31, 32, 33) и *д* (кадры 28, 33, 34, 35). Расширение глоточной трубки на звонких следует понимать как выравнивание акустической мощности этих разногромных звуков, т. е. как сжатие динамического диапазона. При звонких звуках включаются голосовые связки, поэтому звук приобретает большую мощность, чем при глухих. Для ослабления мощности вводится расширение глоточной трубки, которая, как демпфер, несколько приглушает мощность звонкого. Одновременно с этим снижается и воздушное давление.

Как видно, на взрывных звуках того и другого типа глоточные модуляции происходят только для образования характерной формы и объема трубки, что соответствует резонансному качеству этих звуков. Модуляции же для изменения самих этих звуков в процессе их произнесения отсутствуют. На этих звуках не происходит постепенного нарастания и падения дуги громкости. При усилении их громкость возникает мгновенно. Такие звуки не могут быть слоговыми, они не

квантуются. Это пернишшая ступень слоговой динамики, так сказать динамический слоговой нуль.

На второй, более высокой ступени динамических модуляций находятся аффрикаты. В таблице 4 альбома (кадры 57, 51) представлено произнесение *ц*, в кадрах 66, 69, 70 произнесение *ч*. В обоих случаях за время произнесения происходят, хотя и очень незначительные, изменения в объеме глоточной трубки. В начале произнесения *ц* (кадр 57) верхнее измерение трубки очень велико, в кадре 59 в этом месте трубки началось сужение, которое делается более заметным в кадре 61. Аналогичная картина наблюдается при произнесении *ч*. В кадре 66 самая верхняя часть трубки более широка, чем в кадрах 69, 70.

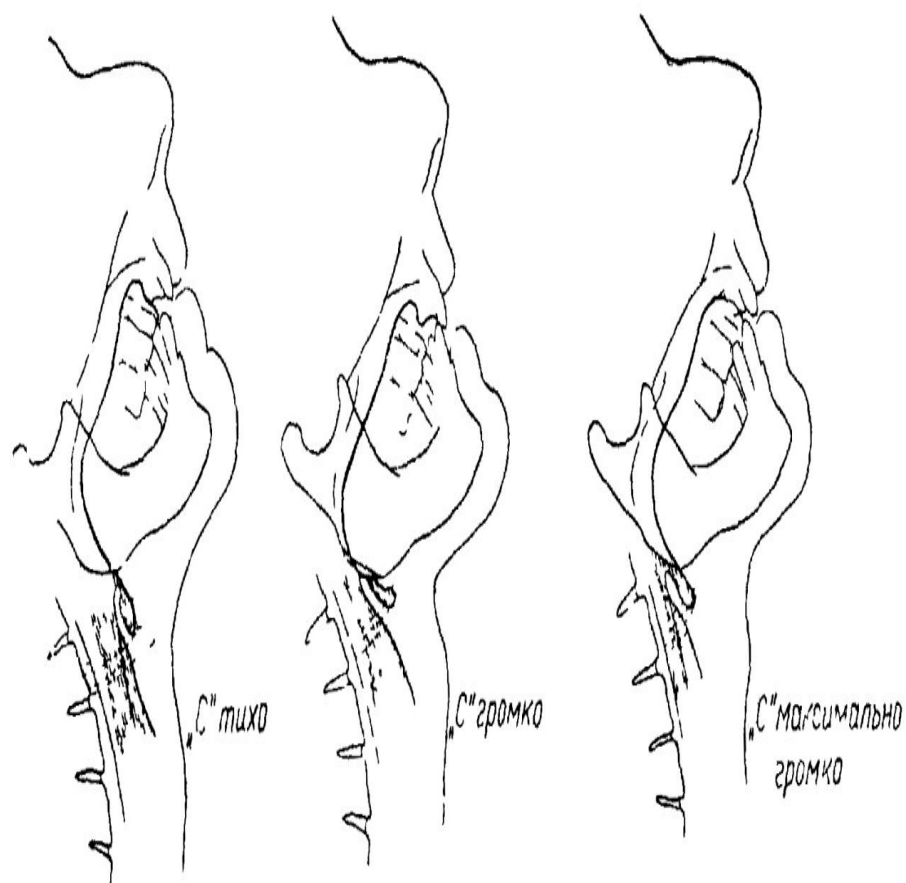


Рис. 32 Модуляции глоточной трубки при произнесении с

Из этих сравнений видно, что в глоточном резонаторе дублируется тот же процесс, который происходит при ротовой артикуляции. Известно, что аффрикаты образуются в две фазы – одна смычная, другая щелевая. Каждая из этих фаз требует своей динамики и разной подачи воздушных давлений. Глоточная трубка и выполняет эту функцию распределения динамических сил. Моменту щелевой фазы соответствует сужение верхней части трубки. Вследствие сходства динамических условий образования *ц* и *ч* форма и объем глоточного резонатора при произнесении их также сходны. Во второй, щелевой фазе сужение может быть большим или меньшим, поэтому при значительном увеличении энергии возможно появление минимальной дуги громкости, или первой ступени квантования.

Глоточная трубка модулирует в большей степени при произнесении длительных согласных разного места образования. В таблице 4 альбома представлено произнесение *с*. Заметно сужение глоточной трубки в начале произнесения от кадра 41 к кадру 45 *Е* некоторое ее расширение (спад) к концу произнесения (кадр 47).

Для выяснения возможностей максимального сжимания глоточной трубки при произнесении *с*

была произведена статическая рентгенография в момент произнесения этого звука с максимальным усилением, что показано на рентгеносхемах (рис. 32). Одна из рентгенограмм была получена в двойной экспозиции (рис. 33). Не меняя положения головы, на одной пленке было снято одно тихое, другое громкое произнесение с. Из этих схем видно, что при очень большом усилении с образуются довольно значительные смещения в глоточной трубке – сужение ее и подъем надгортанника. Однако в обычных, не форсированных произнесениях глоточные модуляции на с бывают гораздо более тонкими.

Другие длительные согласные модулируют по динамике аналогично с. На таблице 5 альбома зафиксировано произнесение *ф*. В кадре 60 звука еще не было. С началом артикуляции *ф* (верхние резцы прижимаются к нижней губе) (кадр 61) наступает некоторое сужение трубки, продолжающееся на кадрах 64, 65. Интересно обратить внимание на инертность глотки. В кадре 66 верхние резцы уже отошли от нижней губы, следовательно, звучание *ф* прекратилось, однако трубка еще продолжает сохранять ранее принятую форму. Она расширяется, и то не намного, лишь на кадре 80 (в альбоме не представлен). Это явление удержания импульса, представляющее

интерес в общем механизме речи, будет обсуждаться в дальнейшем.

Аналогичная глоточная модуляция наблюдается и при произнесении *ш*. На таблице 5 альбома в кадре 10 видно укорочение и некоторое сжатие трубки по сравнению с начальным положением (кадр 4). К кадрам 15 и 17 снова возникает расширение и удлинение глоточной трубки. Аналогично и при произнесении *ж* (табл. 6 альбома) происходит уменьшение объема на кадре 22 и последовательное увеличение на кадрах 28, 29, 31. Такая же картина наблюдается при произнесении *ж* другим испытуемым (табл. 7 альбома). Несколько иначе разворачивается аналогичный процесс при произнесении *х* (табл. 6). Здесь глоточная трубка модулирует только в поперечном измерении по средней линии надгортанника. В Москва 82, 85 надгортанник и подъязычная кость поднялись вверх; в кадре 82 надгортанник образует дугу, загибаясь кпереди. У выпуклости этой дуги и возникает сужение прохода трубки. В кадре 95 надгортанник и подъязычная кость опускаются.

Как (видно, способ и место модуляции глоточной трубки при образовании разных длящихся согласных разные, общие же тенденции одинаковы. Аэродинамические условия

образования взрывных и: длительных согласных разные, поэтому различны формы, объемы глоточной трубки и мера динамического квантования.



„С“ тихо и громко

Рис. 33. Модуляции глоточной трубки при произнесении с тихо и с громко в двух экспозициях на одной пленке

По нашим наблюдениям, модуляция глоточной трубки при произнесении сонорных согласных *м* и *п* незначительна. Это связано с тем, что основной резонанс при образовании этих звуков возникает в полостях носа, которые не могут меняться в объеме. Однако форма глоточной трубки и здесь очень характерна и соответствует акустическому эффекту. Так как оба

звука сонорны и очень громки, то трубка (как видно на табл. 1 альбома – кадры 59, 69) принимает очень большой объем. Этим достигается, с одной стороны, ослабление силы голоса, с другой стороны, усиление шумовой части спектра путем пропускания значительной массы воздуха через носовые полости. Здесь, так же как и в других случаях, при общем сходстве обнаруживаются различия в форме и объеме глотки при произнесении *мин*. При образовании *н* объем трубки значительно больше, так как часть ротовой полости перекрыта языком, сомкнувшимся с альвеолами и верхними зубами, в то время как при *м* все ротовое пространство заполнено воздухом (кадр 59), задержанным смычкой губ. Таким образом, при одинаковом воздушном давлении размещение масс воздуха различно. Так как артикуляция языка при произнесении *м* сходна с артикуляцией при произнесении *б*, то и формы глоточной трубки в обоих случаях сходны (табл. 1, кадры 59, 29), но различны в объеме. Так как артикуляция языка при произнесении *я* сходна с артикуляцией при произнесении *д*, то и здесь формы глоточной трубки сходны (табл. 1 альбома, кадр 69 и табл. 3, кадры – 33–35).

Эти наблюдения интересны в том смысле, что

все дифференциальные и противопоставительные признаки, которые находят в звуках речи и па которым происходит различие слов, обнаруживаются с полной отчетливостью как эквивалентные в речедвижениях. Ранее допущенная нами теоретически эквивалентность этих рядов приобретает теперь достоверность доказанного факта.

На третьей, наиболее податливой для квантования ступени находятся плавные *рил*. Они образуются при наибольшей среди согласных своеобразной подвижности глоточной трубки. На таблице 8 альбома (кадры 33–41) показана модуляция трубки при произнесении *р*. В кадре 33 видно подготовительное состояние — надгортанник начал подниматься кверху. Эту эволюцию он совершает последовательно и одновременно с сокращением объема глоточного резонатора. В кадре 38 надгортанник, поднимаясь высоко вверх и отходя кзади, подходит к самому корню языка и выпрямляется по горизонтали. При спадении громкости, звука надгортанник проделывает обратное движение, опускаясь в исходное положение (кадр 41), при этом глоточная трубка расширяется. При просмотре киноленты на экране видно, как надгортанник, поднявшись сильно вверх и отходя назад, как бы

облизывает при опускании переднюю стенку глотки у корня языка. Поднимаясь, он скользит по диагонали, при этом глоточная трубка укорачивается и сужается. При ослаблении звука он опускается по тому же пути и отходит вперед.

Аналогичные движения совершаются и при произнесении *л* (табл. 8, кадры 44–52). Такое своеобразное поведение глоточной трубки и надгортанника вполне оправдывает данное греками название для *р* и *л* – плавные. Надгортанник действительно совершает свою сложную эволюцию "изящными" и плавными движениями. Здесь, как и в других случаях, при общем сходстве между *рил* есть различие в объеме глоточной трубки. Так как *р* является дрожащим и теряет при дрожании часть энергии, эта потеря компенсируется большим сужением глоточной трубки. При образовании же *л* струя воздуха равномерно продувается по бокам языка, поэтому необходимы большой запас воздуха и расширение трубки для ослабления сонорности при выравнивании динамического диапазона"

Из представленного в двух последних параграфах материала об образовании в резонаторной системе гласных и согласных можно сделать общие выводы, оправдывающие предложенную выше схему кодирования речевых

звуков. Рентгенографическое изучение резонаторной системы вводит нас как бы в мастерскую по изготовлению речевых звуков. В этой мастерской два отдела: в одном заготавливается статический набор-признаков звука – спектры, в другом получившийся набор модулируется по непрерывным градациям силы звука. В дальнейшем мы увидим, что во втором отделе, кроме этого, происходит сцепление звуковых наборов и разбивка их на слоговые кванты. Оставляя пока в стороне две последние функции, рассмотрим самую основу, на которой возникает статика и динамика речи.

До сих пор еще нет общепризнанного мнения о количестве речевых резонаторов. Не лишено основания такое, например, понимание этого вопроса. Существует 4 резонатора: 1) передпередний резонатор – от зубов до конца вытянутых губ (при произнесении у, о); 2) передний ротовой резонатор – от губ до подъема языка; 3) заднеротовой резонатор – область кзади от подъема языка до глотки (зев); 4) глоточный резонатор¹²¹. Смысл такого деления состоит в том, что здесь в общей форме учитывается прибавление и убавление резонирующей полости. Однако эти указания слишком общи. Для того чтобы определить резонанс данного звука,

придется точно описать местоположение тех активных органов, которые меняют объем резонатора. Но тогда окажется, что существует только один резонатор, так как резонанс будет зависеть исключительно от мест ограничения его полного объема. В этой концепции четырех или одного резонатора остается совершенно непонятной функция глоточных модуляций. Они дублируют ротовую артикуляцию. Спрашивается, в чем функция такого дублирования, если ограничение объема резонатора может быть достигнуто только ротовой артикуляцией?

И действительно, для объяснения речевого резонанса достаточно признать наличие только одного ротового резонатора. Ограничение по месту объема ротовой полости в полной мере определяет спектр данного речевого звука. Вот почему перемена мест активных органов в полости рта и составляет основу кодирования речевых звуков, т. е. перешифровку речедвижений на речевые спектры. Здесь, в ротовой полости образуется статика речи. Однако изменяющиеся объемы ротового резонатора, в результате чего создаются разные наборы признаков звука, будут требовать и разных аэродинамических условий. Энергия звуков речи создается пневматическим, дыхательным прибором. Каждый спектр

потребуется своей особой порции энергии. Такой распределитель энергетических порций должен быть включен в самую резонаторную систему, так как при этом условии наилучшим способом будет обеспечено соответствие между объемом ротовой полости и энергией, необходимой для генерации и резонанса звука. Теперь получает объяснение тот факт, что модуляции глотки, регулирующие у самого входа в ротовую полость аэродинамические условия, дублируют и как бы "рабски" подчиняются ротовой артикуляции. Для того чтобы регулировать аэродинамические условия, надо учитывать объем полости, в которую подается воздух. Но глоточная трубка, войдя в общую систему с ротовой полостью и так же меняясь в объеме, не может не резонировать. Однако функция этого резонанса иная, чем ротового.

Таким образом, мы приходим к выводу о наличии двух резонаторов – статического и динамического. В обоих отделах этой "резонаторной мастерской" совместно создаются разные сорта речевых звуков, состоящие как бы из разных звуковых материалов. Одни из них легкие, требующие мало энергии, другие более тяжелые и, наконец, третьи – самые тяжелые, почти не поддающиеся усилению.

В связи со сказанным следует обратить внимание на то, что анатомическое положение глоточной трубки и ее функция в речи своеобразны. Она занимает центральное, промежуточное положение среди других органов речи и входит как звено во все три речевые системы, связываясь с ними попарно. Только что было показано, что она входит в резонаторную систему, составляя парный резонатор. Вместе с тем модуляции глоточной трубки учитывают способ генерации звука. Представленный рентгенографический материал показывает, что трубка реагирует по-разному на звонкость и глухость при согласных и гласных, т. е. на включение или выключение голосового или шумового генераторов. Очевидно, что глоточная трубка входит также и в дыхательную систему. Таким образом, ее участие в резонаторной функции можно объяснить как синтезирующее объединение двух других систем или (генерация+глоточная модуляция) $\times$ (глоточная модуляция+дыхание). Если это выражение условно рассматривать как алгебраическое произведение двух сумм, то величина глоточной модуляции берется в квадрате. Обозначив генерацию как $г$, глоточную модуляцию как $ж$, и дыхание как $д$, получим: $(г + ж) \times (ж + д) = гж +$

$гд + м^2 + мд$. Глоточная модуляция входит, как один из множителей, в каждое слагаемое, кроме одного – $гд$. Этот последний случай не специфичен для речи, так как фонация, невозможная без дыхания, может быть и не речевой, а певческой.

Составленное условное выражение предназначено лишь для того, чтобы подчеркнуть, что глоточная модуляция входит как комплементарное звено во все три речевые системы. Появление $м^2$ можно также условно понимать как слияние звуков в слоге, как образование модулируемой мощности одного или нескольких звуков. В слоге действительно автоматически объединяются генераторная, резонаторная и дыхательная системы. Поэтому он и является произносительной единицей. Как происходит этот процесс, будет видно из материала следующего параграфа. Центральное положение звена глоточной модуляции резко отличает системы фонационных эффекторов человека и обезьяны и обнаруживает приспособленность их у человека к анализу и синтезу речевых звуков на эффекторном выходе.

§ 26. Концепция глоточного образования слога

Из материалов статической рентгенографии надставной трубки вытекает, что глоточный резонатор принимает определенную форму при произнесении определенного звука речи, как гласного, так и согласного. Но статическая рентгенография не может наглядно и убедительно документировать модуляции глотки при изменениях каждого отдельного звука в процессе произнесения и решить вопрос о способе образования слоговой дуги громкости. Вот почему в лучших исследованиях заграничных авторов, таких, как работы Хлумского, Хольбрука, Тарно, даются или просто фотографии и схемы надставной трубки, или общая описательная классификация форм полостей рта и глотки. По статическим рентгенограммам можно лишь догадываться о роли глоточной трубки в слогаооб-разовании. Но стоит только получить материал кинорентгено съемки, как тотчас же весь этот процесс предстает с такой наглядной убедительностью, что не требует ни особых объяснений, ни построения дополнительных гипотез.

На таблице 9 альбома кинорентгено съемки

надставной трубки показано на кадровых вырезках образование простого, слога *a* и сложного слога *ja* (*я*). Картина, возникающая при произнесении простого слога *a*, вначале может показаться неожиданной. Из представленных в § 24 статических рентгеносхем произнесения *a* мы знаем, что при раскрытии рта глоточная трубка сильно сужается. Здесь же (в кадре 15) видно, что при открытии рта глоточная трубка остается расширенной. Это значит, во-первых, что фонация *a* в этом кадре еще не началась, и, во-вторых, что модуляции глоточной трубки возникают не механически в зависимости от раскрытия рта или какой-либо ротовой артикуляции, а по специальному и независимому, хотя и согласованному с данной ротовой артикуляцией нервному импульсу. Переход трубки в узкое положение происходит постепенно, от кадра к кадру. К концу слога (в кадре 26) рот еще не успел закрыться, а глоточная трубка уже снова расширяется. Наибольшее сужение трубки наблюдается в кадрах 17 и 24. В середине слога, в кадре 19, трубка несколько шире, чем в кадре 24. Это значит, что громкость произнесения *a* колебалась, звук то усиливался, то ослаблялся.

В этих кадрах документировано образование слогового кванта, регистрируемого в акустических

записях как дуга громкости. Здесь видно, что слоговая дуга громкости образуется в результате модуляций глоточной трубки. При ее постепенном сужении возникает нарастание громкости, в момент максимального сужения дуга образует вершину, при постепенном расширении трубки появляется ветвь падения громкости. Этот до удивительности простой факт является основой для общей теории слога и ключом для понимания более сложных случаев слогообразования.

В кадрах 33–40 документировано произнесение сложного слога *ja*. В кадре 29 (в альбоме не представлен) язык еще не занял положения, необходимого для произнесения, и звука еще нет, но глоточная трубка уже расширяется и принимает соответствующую произнесению форму. Этот факт не может не вызвать удивления. Выше отмечалось, что глоточная трубка инертна; по окончании фонации она не сразу приходит в среднее состояние, а еще долго сохраняет ранее принятую форму. Кроме того, и по способу иннервации ее от глоточного вегетативного сплетения следует ожидать более инерционных движений глотки, чем языка. В кадре 29 зафиксировано обратное – глоточная трубка уже до начала звука вполне готова к его формированию. Она в такой же мере

чувствительна, как и инертна. Это явление представляет большой интерес в общей проблеме механизма речи. В кадре 29 зарегистрирован результат импульса обратной связи и упреждения при образовании слога. Из центра посылается предварительный пробный импульс и сигнал готовности к произнесению. На это глоточная трубка отвечает изменением формы и принимает требуемое положение, тем самым посылая обратный сигнал готовности. Здесь обнаруживается упреждающая чувствительность глотки.

В кадре же 34 вступает в силу ее качество запаздывающей инертности. В этом кадре зафиксировано синтезирующее слияние звуков в слоге. Звук уже кончился, начало звучать *а*, но глоточная трубка еще продолжает сохранять большой объем. В этот момент глоточный резонатор плавно перевел сплошной спектр согласного в прерывистый спектр гласного и к 36 кадру стал максимально узким, образовав вершину слоговой дуги громкости. К концу слога, на 40-м кадре, еще при открытом рте, расширение глоточной трубки заглушает звук и вызывает ниспадающую дугу громкости.

В таблице 10 альбома (в кадрах 48–54) показано произнесение слога *jo*. Картина в целом

та же самая, что и при произнесении *ja*. Различие состоит лишь в том, что глоточная трубка на вершине слога сужается при *o* в меньшей степени, чем при *a*. Это значит, что у каждого слогового звука (гласного) есть свои особые отсеки, в пределах которых происходит слоговая модуляция и тем самым своя особая шкала квантования.

При произнесении слога *э* глоточная трубка модулирует в еще более широком объеме, чем при произнесении *jo*, при этом объемы трубки на *o* и *э* не могут сдвинуться при модуляции в соседние отсеки. Трубка при *o* не может быть такой же узкой, как при *a*, при *э* такой, как при *o*.

Так как объем трубки определяет характер данного звука, то каждый из отсеков может быть назван формантным отсеком. По мере расширения формантного отсека амплитуда модуляции глоточной трубки уменьшается. Мы только что видели, с какого большого объема трубка начинает модулировать *a* и до какого значительного сужения доходит трубка на апогее слога. Так как *o* и *э* не могут перейти своего предела, то амплитуда модуляции на этих звуках последовательно уменьшается. Эти градации соответствуют степени слоговой способности. Чем больше модуляция, тем легче данный звук способен образовать слог. По мере расширения

формантного отсека способность к слогообразованию уменьшается. Спрашивается, каким образом может вообще произойти слоговая модуляция на гласных *у* и *щ* при произнесении которых формантные отсеки наиболее широки? Это осуществляется путем включения разных мышечных групп глоточной трубки. Уже на *э* модуляция идет не за счет сужения Трубки по диаметру, а за счет укорочения ее, вследствие сжимания продольных мышц, что видно из кадра 67. То же происходит и при произнесении *ју* – кадр 81 на таблице 11. Так как продольные мышцы глотки более слабы, чем поперечные сжиматели, то модуляции на *у* мало вариативны, что и соответствует малой акустической изменчивости этого звука и малой способности к редукциям.

При произнесении слога *ју* (табл. 11) модуляции ослабляются максимальной степени. Звуки *и* образуются в очень сходных формах глоточной трубки. Однако переход от кадра 93 к 94 все же заметен по небольшому сужению трубки на *и* в верхнем измерении. Модуляция на самом *и* в этой съемке не зафиксирована, так как рентгеновская трубка выключилась автоматически (после 5-и секундной экспозиции), а фонация еще продолжалась. Слоговая модуляция на *и*

происходит таким же способом, как и на у, т. е. путем укорочения трубки. Это видно из кадров, фиксирующих произнесение слога *чи*, представленных в таблице 12 альбома. Здесь, начиная с кадра 38, звучит *и*. К кадру 42 заметно укорочение глоточной трубки.

Таким образом, на *а* и *о* происходят максимальные слоговые модуляции, при этом глоточная трубка не только сужается, но и укорачивается. На *э* модуляции ослабляются и происходят так же, как на *у* и *и*, преимущественно в результате укорочения трубки.

Более детальное изучение кадров кинорентгено съемки дает возможность проследить, как происходит последовательное формирование слога и приспособление друг к другу разных звуковых материалов. Несмотря на ряд различий, здесь действует один общий закон – упреждение предстоящей двигательной позиции и удержание предшествующей.

На таблице 13 альбома показано произнесение слога *ча*. Фонация началась только на 21 кадре, но уже, начиная с кадра 17, т. е. за 0,16 секунды до начала произнесения, глоточная трубка постепенно принимает форму, соответствующую позиции *ч*. Это случай затянувшегося упреждающего импульса или фаза внутреннего

произнесения. Еще более длительный период упреждения (в течение 0,52 сек.) встретился при произнесении слога *фа*, на котором глоточная трубка периодически модулирует по объему (в таблице не представлено).

Первоначально при разборе материала на эти явления не было обращено внимания, но когда в дальнейшем удалось зафиксировать речедвижения, происходящие во внутренней речи (о чем будет сказано с другой связки), ега но ясным, что все случаи затяжного упреждения есть не что иное, как подготовительная фаза внутреннего проговаривания. Следует допустить, что испытуемый перед произнесением слога *фа*, до команды экспериментатора "Начали", проговаривал про себя те шесть слогов, которые в соответствующем порядке должны были им произноситься, что и отразилось на глоточной модуляции. Перед произнесением же слогов, начиная с *ча*, у испытуемого на кинокадрах зарегистрирована затянувшаяся подготовка только для первого слога. Предварительное проговаривание является не чем иным, как укреплением запоминания предстоящего к произнесению ряда звуков и тем самым улучшением удержания системы посылаемых из центра импульсов. Собственно слоговое

упреждение и удержание являются значительно более краткими.

Возвратившись к таблице 13 альбома, увидим, что в кадре 24, когда языковая артикуляция *ч* закончилась и вступила фонация *а*, глоточная трубка удерживает старую форму для *ч*, постепенно переходя к форме для *а*. Однако еще в кадре 23, когда продолжает звучать *ч* и язык выполняет соответствующую этому звуку артикуляцию, глоточная трубка уже начинает сужаться по сравнению с ее объемом в кадре 21. Это значит, что в разгар фонации *ч* вступило упреждение на сжатие, необходимое для произнесения последующего *а*. Таким образом, оба импульса – Удерживающий и упреждающий, – как бы идя навстречу, образуют слоговой синтез. Это явление было частично известно по акустическим измерениям. На стыке двух гласных или сонорного согласного и гласного в осциллографической записи наблюдается переходный процесс от одного звука к другому. (Запись шумных согласных на осциллографе не показательна.) Кинорентгенография дает возможность выяснить природу и объяснить этот взаимопроникающий, переходный процесс слияния звуков в слоге.

Вполне понятно, что при разных

встречающихся в слоге звуках конечный результат удержания и упреждения будет тоже разным. Этим объясняются индивидуальные особенности каждого из звуков, входящих: в данный слог, или взаимовлияние звуков. Самый факт изменения, например, гласного под влиянием предшествующего согласного, хорошо-известен по слуховым наблюдениям, но механизм этого явления обнаруживается лишь на материале кинорентгено съемки. При этом оказывается, что наиболее существенным фактором звуковых изменений являются динамические модуляции глоточной трубки. Это явление можно проследить на сопоставлении произнесений мягких и твердых слогов. Выше было показано, что на мягких согласных глоточная трубка шире, чем на твердых. Она удерживает больший объем и на последующем гласном в мягком слоге по сравнению с твердым, если их сравнивать в, аналогичный момент времени. На таблице 14 альбома дано произнесение слога с твердым *к* (*ка*) (кадры 13–20) и с мягким – *к'*а (кадры 22–30). Если сравнить кадры 16 и 25, непосредственно следующие за взрывами *к* и *к'* в момент начала фонации *а*, то видно, что в кадре 25 глоточная трубка шире, чем в кадре 16, а язык еще не успел опуститься и прикрывает звуковое излучение. В

этот момент происходит оглушение начальной фазы *а*. На акустических записях то же явление было показано на стр. 183, при сравнении динамики произнесения слов *рада* и *ряда*.

На таблице 15 альбома дана серия кадров, фиксирующих произнесение слогов *та*, *т'а*. И здесь в мягком слоге глоточная трубка шире (кадр 44), чем в твердом (кадр 35), положение же языка при этом сходно, что свидетельствует о том, что основную роль в слоговом изменении гласного под влиянием предшествующего согласного выполняет глоточная модуляция. Та же закономерность обнаруживается на слогах *па-п'а*, *са-с'а*, *фа-ф'а*, произнесение которых показано "а таблице 16 альбома, если сравнить кадры 52–62, 72–81, 91–100.

Так как глоточная трубка при переходе к следующему звуку удерживает в некоторой мере объем, принятый на предшествующем звуке, то один и тот же согласный будет сильнее после сильных слоговых звуков (*я*, *о*), чем перед ними. Это видно из кадров на таблице 17 альбома – произнесение слога *сас*. Трубка при произнесении начального *с* (кадр 100) шире, чем при произнесении конечного *с* (кадр 106). То же самое (табл. 17 альбома) при произнесении *там* (кадры 65–68) и *дад* (кадры 73–76). По той же причине

конечный согласный закрытого слога сильнее, чем начальный открытого. Так, на таблице 18 альбома в кадре 25 глоточная трубка на с непосредственно перед а более широка (со), чем в кадре 48 непосредственно после а (ас). То же самое при произнесении слогов за (кадр 36) и аз (кадр 66).

Из всех этих наблюдений с отчетливостью вытекает, что слоговая дуга громкости возникает именно в модуляциях глоточной трубки. В предшествующей главе на акустических записях было установлено наличие самой слоговой дуги громкости, теперь получено объяснение процесса ее образования.

Всякий, подобно Л. В. Щербе, теоретически признавая существование дуги громкости, должен был прийти к выводу о том, что согласный, входя в дугу, усиливается в той части, где он ближе к гласному. На рентгенограммах в соответствии с этим получается такая же дуга в смене объемов глоточной трубки. Это видно, если произнесение, например слога сас (табл. 17), рассмотреть в целом. В начале звучания с трубка несколько шире, чем к концу с. Здесь началась восходящая дуга громкости. После этого идет собственно образование слога, т. е. сужение трубки на а и подъем дуги громкости. Затем наступает падение

дуги, при этом конечное с сильнее вначале, чем к концу. Отчетливо те же явления видны на 13 и 20 таблицах альбома. При произнесении открытого слога *на* глоточная трубка на *ч* (табл. 13 альбома, кадр 21) значительно шире, чем на *ч* в закрытом слоге *ач* (кадр 54, табл. 19). При произнесении же слога *чач* (табл. 20) видна волна постепенного сужения и расширения трубки от 70 до 77 кадра.

Удержание и упреждение объема глоточной трубки распространяется не только в пределах данного слога, но является средством сцепления слогов, при этом распределение силы начала и конца согласных изменяется. На таблице 21 альбома представлено произнесение двух слогов *ца-ца*. Видно постепенное сужение глоточной трубки от кадра 70 (*ц*) к кадру 74 (*а*), при этом трубка на ударном *а* меньше по объему, чем в слоге без ударения (кадры 79–80). В первом слоге с кадра 75 начинается падение дуги громкости, т. е. расширение трубки на второй фазе *а*. Но так как при *а* даже в ниспадающей ветви глоточная трубка узка, то под влиянием этого *ц* последующего слога сильнее, чем *ц* первого, что видно из сравнения кадров 70, 76. В этот момент и происходит приспособление одного слога к другому. Согласно общему правилу следовало бы ожидать, что начало *ц* во втором слоге, как и

начала всех начальных согласных, будут слабее, чем конец *ц*, однако в данном случае глоточная трубка в кадре 78 шире, чем в кадре 76. Это и значит, что начало *ц* второго слога испытало влияние предшествующего *а* в предшествующем слоге и тем самым произошло сцепление слогов. Вследствие этого *ц* второго слога сильнее, чем *ц* первого слога (кадры 70, 78), но *а* первого слога сильнее, чем *а* второго слога (кадры 73, 74, 79, 80).

До сих пор нами наблюдались случаи, в которых при образовании слогов глоточная трубка переходит из более широкого положения в положение более узкое и после этого опять в широкое. Однако это правило применимо лишь в тех слогах, в которых слогообразующим является сильный или средний по величине глоточной модуляции гласный (*а*, – *о*, *э*). Это и понятно, так как глоточная трубка на любом из согласных шире, чем на гласных *а*, *о*, *э*.

Иное соотношение возникает в том случае, когда слогообразующим является гласный с меньшими глоточными модуляциями, резонирующий в большем, чем некоторые согласные, объеме глоточной трубки. Такими гласными являются *у* и *и*. На таблице 69 альбома в верхней серии кадров представлено произнесение

слога *ту* в слове *стула*. В кадрах 40 и 41 глоточная трубка как и на всех взрывных, приобретает сравнительно небольшой объем. На *у* она должна была бы расшириться, так как при отдельном произнесении *у* ее объем больше, чем при произнесении *т*. Однако, вступив в слог после *т*, звук *у* образуется в трубке, не отличающейся по объему от предшествующего *т* (кадр 42). К следующему кадру она несколько расширяется и в кадре 45 (табл. 70) укорачивается.

Несмотря на заметное отличие в ходе модуляций глоточной трубки от случаев со слогами, имеющими гласные *а*, *о*, сущность механизма образования слога остается той же самой. Так как на *у* трубка должна расшириться, то сохранение прежнего объема, близкого к объему при образовании *г*, равносильно ее слоговому сужению. Она сузилась и укоротилась относительно своего собственного объема при отдельном произнесении. В этот момент и образовалась слоговая дуга громкости в условиях данной позиции, перед *п* к этому следует добавить, что в относительно малый объем трубки поступил звук, генерируемый голосовыми связками, так как от *т* к *у*. произошла смена генераторов. При образовании слога, конечно, принимают участие все три эффекторные речевые

системы. При смене генераторов дуга громкости нарастает в меньшей мере на согласном, чем на гласном. Кульминация слога достигается увеличением экспираторной энергии. Однако собственно слоговая модуляция, координирующая оба эти фактора, происходит в результате изменений в резонаторной системе и именно в глоточной трубке, которая при образовании слога плавно меняется в объеме.

Модуляция в слоге с *и* происходит несколько иначе, чем в слоге с *у*.

Наличие перед согласным *и* вызывает упреждение, в результате которого согласный уподобляется *и* и смягчается. Это видно во всех случаях произнесения мягких слогов. Глоточная трубка резко расширяется. Таким образом, выдерживается все тот же, ранее указанный принцип образования слога -г- глоточная трубка переходит из большего объема в меньший. Так как при *и* объем трубки максимален, то предварительно происходит еще большее упреждающее увеличение объема трубки на предшествующем согласном, и только после этого спадение объема при модуляции *и*. Это явление зафиксировано на кадрах киносъемки во всех случаях произнесения мягких слогов. Рассмотрим только один случай. На таблице 22 альбома

показано произнесение *фа-фи*. В кадрах 32, 36 на мягком *ф'* глоточная трубка значительно больше по объему, чем в кадрах 15, 16 – твердое *ф*. Расширение трубки является следствием последующего *и*. От этого очень большого объема, который теперь превосходит объем при произнесении *и*, глоточная трубка переходит к меньшему объему путем укорочения в продольном направлении (кадр 37). В следующих за этим кадрах 39–40 снова происходит расширение трубки на ниспадающей слоговой дуге громкости. (Слоговые модуляции *у и и* хорошо видны на таблице 73 в слове *ушиблась*.)

Этим не исчерпываются особенности модуляции глоточной трубки при слогообразовании в разных звуковых сочетаниях. Известно, что *ц* в русском языке во всех случаях является твердым, тогда как *ч* во всех случаях мягким, что и видно по рентгенограммам, так как при *ч* глоточная трубка шире, чем при *ц*. Спрашивается, что произойдет при сочетании *ци*. Согласно защищаемой здесь концепции, в слоге всегда должны быть удерживающий и упреждающий импульсы. Однако при упреждении *и* должно смягчиться *ц*, что несвойственно русскому языку. В действительности наблюдается процесс, зарегистрированный на таблице 23

альбома, при произнесении *цицй*. Из сравнения кадров 70 (*ц* в *иа*) таблицы 21 и кадра 83 (*ц* в *ци*) таблицы 23 видно, что глоточная трубка в кадре 83 скорее меньше по объему, чем в кадре 70. Иначе говоря, смягчения *ц*, конечно, не происходит. Однако в кадре 86, в котором по положению языка можно определить продолжение звучания *ц*, глоточная трубка все же несколько расширяется. Это и есть слоговое упреждение, не переходящее в смягчение *ц*. В дальнейшем процесс разворачивается так, что глоточная трубка переходит из относительно меньшего объема к более широкому (на *и*). Слоговая модуляция выражена преимущественно сменой генерации звука. Однако в кадре 88 форма глоточной трубки изменилась по сравнению с кадром 87. Верхнее измерение трубки в кадре 88 – 16 мм, в кадре 87 – 13 мм. Нижнее измерение одинаково – 9 мм. Таким образом, отношение – изменилось: верх у у.

Это значит, что апогей неударного слога находится в кадре 87. В следующем слоге *ц* сохраняет упреждение *и*, так как в кадрах 89 и 92 трубка шире, чем в кадре 83. Ударение и апогей ударного слога находятся в кадре 96 и определяются укорочением трубки.

Таким образом, и в разбираемом случае

образование слога произошло за счет модуляции глоточной трубки. При изучении рентгенограмм всегда необходимо учитывать, какую роль играет изменение объема глоточной трубки. С одной стороны, объем определяет характер данного звука, с другой стороны, он модулирует в словообразовательном процессе. В последнем случае сужение глоточной трубки всегда вызывает подъем дуги громкости. Слоговая модуляция, так же как и ударение и упреждение импульса на объем трубки, относится к явлениям слоговой стереотипии и свойственна всем языкам, тогда как объем глоточной трубки при формировании данного звука будет меняться от языка к языку. Физиологически вполне возможно смягчить, произнеся вместо *цырк* и *цынк* – *цирк* и *цинк*. Однако слуховая контрольная норма русского языка предписывает только первый вариант произнесения, вследствие чего у говорящего на русском языке перестройка на второй вариант чрезвычайно трудна.

Иная картина разворачивается в том случае, когда мы говорим о процессе слогообразования и слогоделения. Следует предварительно заметить, что если явление слогообразования в полной мере выясняется на материале рентгенограмм, фиксирующих модуляции надставной трубки, то

для решения вопроса о слогоделении необходимо обратиться к наблюдениям за движением диафрагмы, так как при слогоделении основную роль играет перепад подаваемой экспираторной энергии. Однако частично слогоделение обнаруживается и в смене объемов глоточной трубки. На основе изложенного материала этот вопрос может быть затронут здесь лишь в общей форме и частично.

Несмотря на разногласия разных исследователей по сложному вопросу о слогоделении, все сходятся на том мнении, что, например, при стечении нескольких согласных, если первым из них будет (*u*), то он всегда в полном стиле произношения отойдет к предшествующему слогу¹²²: *пој'ом* (*пойдем*)-, *бо-къ* (*бойко*); *стру-къ* (*струйка*). При звуке глоточная трубка принимает максимальный объем. Это объясняется тем, что он является максимально сонорным из всех согласных, и поэтому для выравнивания динамического диапазона нуждается в максимальном оглушении. Как и всякий согласный, если и модулирует по громкости, то очень незначительно. Иначе говоря, объем глоточной трубки на этом звуке может изменяться очень мало. В слоговом сочетании, например со звуком *к* (*бойко*, *стойко*), получился

бы резкий Переход от максимального объема глоточной трубки к очень малому (на *к*). Поэтому труднее произнесли *бо-йко*, чем *бой-ко*. Когда же отходит к предшествующему слогу и является естественным концом его ниспадающей дуги, тогда, после перепада экспираторной энергии, новый слог может с большей плавностью перейти на звук, образующийся в меньшем объеме глоточной трубки. По наблюдениям Р. И. Аванесова такой же отход к предшествующему слогу происходит и в случаях других сонорных (*ам-бар кар-та; кон-ца*). Из представленного выше материала рентгенограмм мы знаем, то на сонорных согласных глоточный резонатор достаточно широк, поэтому сказанное относится и к другим сонорным.

Таким образом, при исследовании проблемы слогоделения следует учитывать переходы в объемах глоточной трубки, хотя достаточно объективный, более полный ответ на этот вопрос может быть получен лишь при изучении речевого дыхания.

Изложенный материал позволяет выдвинуть глоточную концепцию образования слога. Уже акустические данные, как указывалось, дают возможность предположить, что существует специальный орган для образования слога.

Кинорентгено съемка на основании прямых наблюдений показывает, что таким органом является глоточная трубка. В этом отношении особенно убедительным является просмотр заснятого куса киноленты на экране. При изучении отдельных кадров пропадает динамика глоточных модуляций, которая бросается в глаза при просмотре на экране. Видно, что модуляции происходят не только в мускулатуре глотки, но и надгортанник совершает очень тонкие и сложные движения. То он несколько приподнимается кверху, то опускается. Его край, видимый сбоку, то стоит вертикально, то наклоняется к задней стенке глотки. Подвижна и верхняя часть надгортанника. Его лепесток то загибается вперед крючком, то расширяется. Конечно, все это влияет на перемены резонанса и на аэродинамические условия фонации.

Простой механизм словообразования осложняется тем, что на очень разнообразных по акустической мощности звуках должны быть созданы точно размеренные по силовым позициям слоговые вершины. Модуляция слога на однородном звуке до чрезвычайности проста. Усилить, ослабить и прервать громкость можно, например, способом, о котором в свое время говорил Сивере, – стоит только при произнесении

а или другого гласного закрывать и открывать ладонью рот. Однако при таком приеме получатся колебания громкости лишь на простом слоге. Включение в слог согласных разной акустической мощности, необходимость их слияния с гласным, равно как и разномощность самих гласных, в значительной мере усложняет весь этот механизм. Совершенно очевидно, что перемены ротовой артикуляции не могут обеспечить образования слоговой дуги громкости, так как артикуляционные позиции различны от звука к звуку, а слоговая дуга однообразна – это подъем и падение, подъем и падение. Артикуляционные позиции скорее являются заданными условиями, усложняющими процесс слогообразования.

Учет перемен экспираторной энергии также недостаточен для объяснения слогообразования. Конечно, без перемен энергии слог образоваться не может, но наличие только этих перемен не объясняет слияния и приспособления звуков в составе слога и слова, так как для этого нужны, перемены внутри резонирующей системы. Глотка не производит фонации, не создает артикуляции и не является источником энергии звука, но она: может производить перемены в двух степенях свободы – увеличиваться и уменьшаться в объеме, именно это и нужно для квантования слога. Входя

в резонаторную систему и принимая упреждающие и удерживающие импульсы из центра, она обеспечивает синтез звуков в слоге и слогов в слове. Эти синтетические функции она может выполнять с совершенством, так как расположена в центре речевых органов и входит одновременно как в дыхательную, так и резонаторную системы. Таким образом, вывод, к которому мы приходим в этом параграфе, состоит в том, что глоточная, трубка является специальным органом, через посредство которого происходит синтез слогов на выходе речевых эффекторов. Глоточная концепция слогаобразования не исчерпывается приведенными до сих пор фактами, которые лишь подводят к узлу сложных проблем механизма речи. Надо учесть роль глоточных модуляций в резонаторной системе, их отношение к речевому дыханию и пути управления этими модуляциями. Постановка этих вопросов и их решение в значительной степени облегчается тем, что найден специальный орган синтеза произносительной единицы речи.

§ 27. Статическая и динамическая форманты

Со времени Гельмгольца сложилось убеждение в том, что ротовой и глоточный резонаторы образуют две особые форманты речевого звука. Это было подтверждено в дальнейшем более точным спектральным анализом, например в работах Крендала. Трудность при решении этого вопроса заключается в самом способе оценки и выводов из акустических измерений спектра. Спектр – это ряд частот, обладающих разной амплитудой. Частоты с наибольшими амплитудами признаются формантами. При таком способе учета неясно, какую из амплитуд следует отнести к одной резонаторной полости и какую амплитуду – к другой полости. Так как иногда в спектре встречаются частоты с тремя и четырьмя большими амплитудами, можно допустить существование трех и четырех областей резонанса. Однако акустическое понятие "область резонанса" и анатомическое понятие "полость резонанса" не совпадают. Можно предположить, что в полости рта будут две или больше областей резонанса, а в полости глотки ни одной, имеющей формантное значение для речевого звука, так как глоточный резонанс может давать частоты с малым ж

амплитудами.

Для решения вопроса необходимо дополнить акустический анализ фактами, существенными для работы всего механизма речи, а именно наблюдениями из области производства формант и их приема слухом, т. е. узнавания. Из первой группы фактов наиболее убедительными, хотя и косвенными, являются данные, представленные Педжетом. Он построил из мастики модели двух спаренных резонаторов, сходных по форме со ртом и глоткой в момент произнесения определенных гласных. При возбуждении звука в одном из концов этих парных резонаторов при помощи пищика слышатся гласные: *а*, *у*, *и*. В зависимости от соотношения объемов этих резонаторов, меняется характер звука. Форма спаренных резонаторов, полученная Педжетом эмпирически путем подгонки их объемов, очень напоминает те рентгенограммы, которые были приведены нами выше (см. рис. 25 на стр. 206). Как в модели, так и в рентгенограммах при звучании *а* один из резонаторов велик по объему, другой узок. При звучании *и* соотношение объемов резонаторов меняется. Такое совпадение модели и моделируемого объекта, конечно, говорит об очень многом и заставляет с большой уверенностью признать, что глоточная трубка

вносит свою особую форманту и речевой звук.

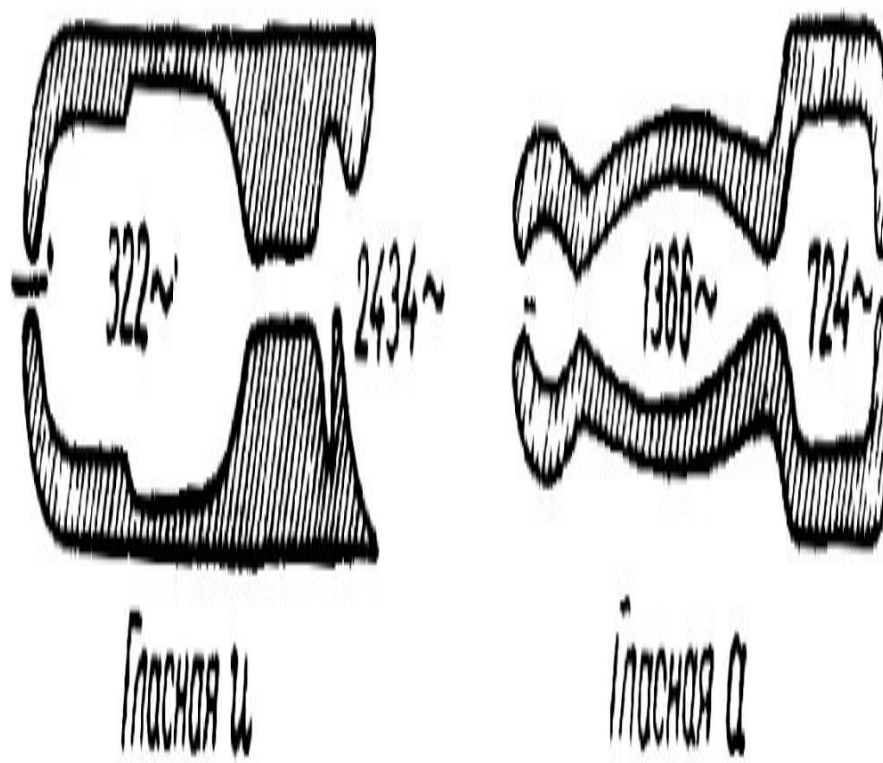


Рис. 34. Модели Педжета для *и* и *а*

Однако совпадение структур не всегда соответствует совпадению функций. Можно получить звуки, не пропуская их через какие-нибудь резонаторные трубки, и составить из них ряд частот с определенными амплитудами так, что образовавшийся спектр будет соответствовать определенному характеру резонанса. Это и делается при синтезе искусственных речевых звуков. Критерием для определения количества формант и места их в спектре будет узнаваемость данного звука. Этим

способом получается другая группа фактов. Вопрос ставится так: сколько и в какой полосе частот достаточно иметь гармоник для того, чтобы данный звук узнавался как Я, и, у и т. д. Оказывается, что получаемые таким способом результаты не соответствуют данным Педжета. В исследовании Л. А. Варшавского и И. М. Литвака¹²³, проведенном по методике синтеза звуков, оказалось, что для различения звуков а, о, у, и достаточно одной форманты, для звука э необходимо две форманты, а для звука ы не менее двух, а возможно и три форманты.

В конечном счете ведь и Педжет на своих моделях получал синтезированный, искусственный звук. Надо выяснить, в какой мере его модели соответствовали действительности. Возможно, то в двух резонирующих полостях модели получаются две форманты, а в двух полостях реального ротоглоточного резонатора могут получиться одна, две или три форманты. Кроме того, надо учесть не весь спектр в целом, а только те его элементы, которые опознаются как характерные для данного звука. Таким образом, следует поставить два вопроса: а) в чем отличие модели из мастики от реальной надставной трубки и б) возможно ли при наличии нескольких составляющих узнать звук только по одной из

них.

Модель из мастики отличается от моделируемого ротоглоточного резонатора тем, что первый обладает твердыми неизменными оттенками, а второй мягкими, постоянно меняющимися. Вполне возможно, что глоточная трубка как раз в момент изменения объема будет вносить в спектр не только постоянную и всегда неизменную резонансную частоту, но и будет изменять соотношение формант, образуемых в ротовом резонаторе. При узнавании звука оба явления должны различаться, так как в первом (случае образуется элемент слога, а во втором случае – слог в целом.

Рассмотрим первый случай – образование постоянной глоточной форманты. Следует признать, что всякая трубка, через которую проходит звук, будет резонировать. В том случае, когда к ней присоединяется новая резонирующая полость, звук будет узнаваться как комплекс входящих в него элементов. В этом и состоит природа различения тембров. Тембр узнается как целое, без выделения его составляющих. При этом для узнавания достаточно наличия одного или нескольких элементов узнаваемой системы, а не обязательно всех. Во всяком восприятии устраняется избыточность наличных

воспринимаемых элементов. Так, увидев характерную часть предмета, например ножку стула, мы узнаем весь стул. Нами проводились опыты с записью на магнитофоне длительно произнесенных звуков речи. Оказалось, что звук, записанный на куске из середины ленты, не узнается как а, о, и, э, если же прослушивается весь кусок записи в целом, то он узнается на всем протяжении звучания. Это значит, что хотя формантный состав звука в некоторых местах ленты был ослаблен, сам звук в целом узнавался по некоторым хорошо сохранившимся в других местах характерным признакам.

Та же закономерность применима по отношению к ротовой и глоточной формантам. В § 20 было показано соотношение полостей ротоглоточного резонатора при произнесении гласных. Установлено, что при произнесении а и о ротовая полость значительно больше, чем глоточная – $P > Г$. При произнесении же и и у, наоборот, – $P < Г$. Различие объемов ротового и глоточного резонаторов в обоих случаях настолько резко и характерно, что, закрыв на рентгенограмме ротовую или глоточную полость, можно определить по внешнему виду, произносится ли а, о или у, и. Вообще, как указывалось выше, глоточная трубка дублирует

по-своему то, что производит ротовой резонатор при артикуляции звуков речи. Здесь налицо явная избыточность. Для узнавания получающегося резонанса достаточно одного из опознавательных признаков. Другой восстанавливается, так как он во всех случаях неизменно сопутствует первому. Следовательно, вполне правомерно допустить, что реально в спаренном ротоглоточном резонаторе возникают две форманты, однако, если при искусственном синтезе звуков подана лишь одна из них, то этого вполне достаточно для того, чтобы опознать звук. Имея в виду, что глоточная трубка может лишь сжиматься и разжиматься и только этим отвечает на разнообразные артикуляционные позиции в ротовом резонаторе, следует признать, что опознавательной формантой будет та, которая образуется в ротовом резонаторе. Это вполне очевидно, так как, например, без лабиализации (огубления) звук *о* получиться не может.

Иная картина наблюдается в том случае, когда произносится звук *э*. Из рентгенограмм видно, что ротовой и глоточный резонаторы уравниваются в объемах – $P = Г$. В форме ротового резонатора нет такого резко характерного признака, по которому возникший резонанс мог бы быть сразу узнан. Вот почему можно допустить, что при образовании *э*

уже нет избыточности, – наличия одного из элементов недостаточно для узнавания всего целого. В русском языке звук *э* по подъему языка является средним Л. В. Щерба¹²⁴ правильно заметил, что подъем языка может образовать целую гамму звуков, различающихся по степени открытости ротового резонатора, что и происходит в некоторых языках, имеющих большее количество гласных, чем русский. В русском языке степень подъема языка при произнесении *э* не имеет фонематического значения. Вследствие недифференцированности этого звука по степени подъема языка, узнавание возникающего резонанса нуждается в поддержке второй форманты, образуемой в глотке.

Аналогичное явление происходит и при произнесении *ы*. Здесь также объемы ротового и глоточного резонаторов выравниваются. Спинка языка поднята значительно меньше, чем при произнесении *и* и *у*, вследствие этого ротовой резонатор не перегораживается на две части и вся полость приобретает довольно сложную форму. В результате для узнавания характера резонанса необходимы дополнительные гармоника, подчеркивающие его особенности в разных признаках. Поэтому для узнавания искусственного, синтетического *ы* необходимы по

меньшей мере две форманты – ротовая и глоточная, а возможно, и третья (вследствие сложной формы ротовой полости).

Таким образом, резонанс, возникающий в глоточной трубке, входит в состав опознавательных признаков речевого звука лишь в тех некоторых случаях, когда резонанс в ротовой полости недостаточно определен и узнавание целого по части невозможно. Это значит, что функции ротовой и глоточной формант различны, одна из них (ротовая) выполняет аналитическую, различительную функцию, другая (глоточная) синтетическую функцию связи и слоговой модуляции звуков в процессе квантования динамических ступеней. Ротовой резонатор обладает твердыми стенками и не модулирует в процессе фонации, принимая всякий раз точно определенную и неизменную форму.... Здесь образуется статическая форманта. Глоточный резонатор обладает мягкими стенками, модулирует в процессе фонации путем перемены объемов и формы, здесь образуется динамическая форманта.

Для того чтобы выяснить функцию динамической форманты, следует установить те сдвиги в спектре звука, которые получаются при глоточных модуляциях в пределах формантного

отсека для данного гласного. Решение этого вопроса осуществлялось следующим образом. В русском языке, для каждого гласного может быть найдено два варианта – более открытый и более закрытый. Это различие не имеет фонематического значения, но узнается по перемене тембра. В одном случае воспринимается более глухой тембр, в другом – более ясный и сонорный. Эта различия соответствуют величине модуляции глоточной трубки в пределах формантного отсека. При идентичном положении головы испытуемого через полуминутный интервал снимались две рентгенограммы надставной трубки: а) при открытом произнесении данного звука и б) при закрытом произнесении. Одновременно производилась запись произнесения на магнитофоне, которая в дальнейшем анализировалась на спектрографе.

На рисунке 35 дано по два произнесения открытого и закрытого варианта звука а. Сравнение схем показывает, что объем глоточного резонатора, в пределах возможных модуляций, для а больше в закрытом варианте, чем в открытом. Раскрытие рта, как видно, не играет роли. При одном произнесении (схема 2) рот раскрыт больше в закрытом варианте, чем в открытом (схема 1), в другом произнесении

(схемы 3 и 4) соотношение другое. Положение языка тоже не определяет различия вариантов. В схемах 1, 2, 3 положение языка почти совершенно одинаково. В схеме 4 язык в закрытом варианте больше отодвинут назад, чем в открытом. Таким образом, расширение глоточной трубки является характерным для закрытого варианта признаком. В связи с изменением объема глоточной трубки происходит перестройка спектров.

Для прочтения приводимых ниже спектров напомним, что за спектрометром включался осциллограф, который регистрировал составляющие спектр частоты. На киношюнке через 16 м/сек отмечался кадр, на которого фиксировались импульсы от каждого из сработавших за этот период фильтров. На рисунке 36 даны четыре спектра звука а, взятые в разные моменты одного произнесения. Цифрами обозначены номера фильтров (соответствующие им полосы частот даны в таблице, помещенной в главе о методике, стр. 163), низкие частоты расположены налево, высокие — направо. Амплитуды даны в условных, единицах длины. Номера кадров указывают момент периода, которому соответствует данный спектр: кадр 1 — начало произнесения, кадры 7 и 8 — середина произнесения и кадр 14 — шнец произнесения. Из

сравнения, спектров видно, что соседние средние кадры 7 и 8 сходны как по зонам частот, так и по соотношению амплитуд формант и отличаются только) по дополнительным гармоникам малой амплитуды.

Кадры же 1 и 14, взятые с начала и конца записи, значительно отличаются друг от друга и от средних кадров. Так как в процессе образования простого слога а глоточная трубка переходит последовательно от большого объема к минимальному и снова к большому, то различия в спектрах на указанных кадрах показывают, что во время Глоточной модуляции происходят сдвиги спектральных составляющих и амплитуд гармоник. В этом и состоит функция постоянно меняющейся динамической форманты.

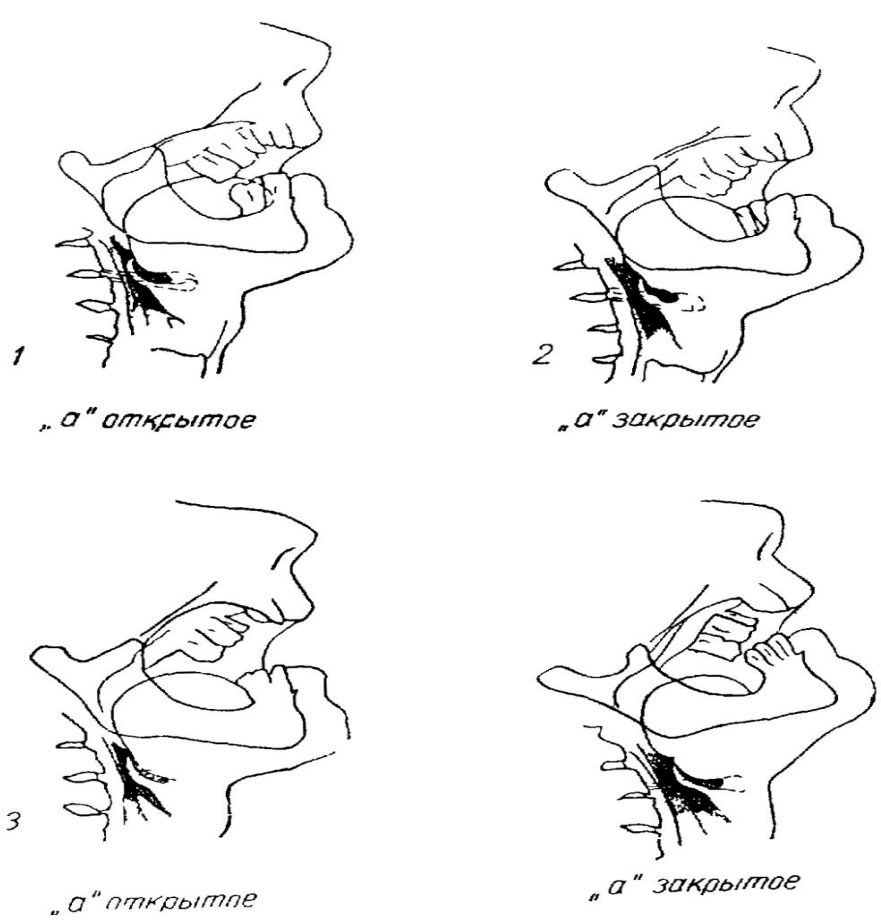


Рис. 35. Произнесение открытого и закрытого вариантов а

Для того чтобы учесть слышимое различие звуков на всем протяжении звучания в целом, вычислялся средний спектр.

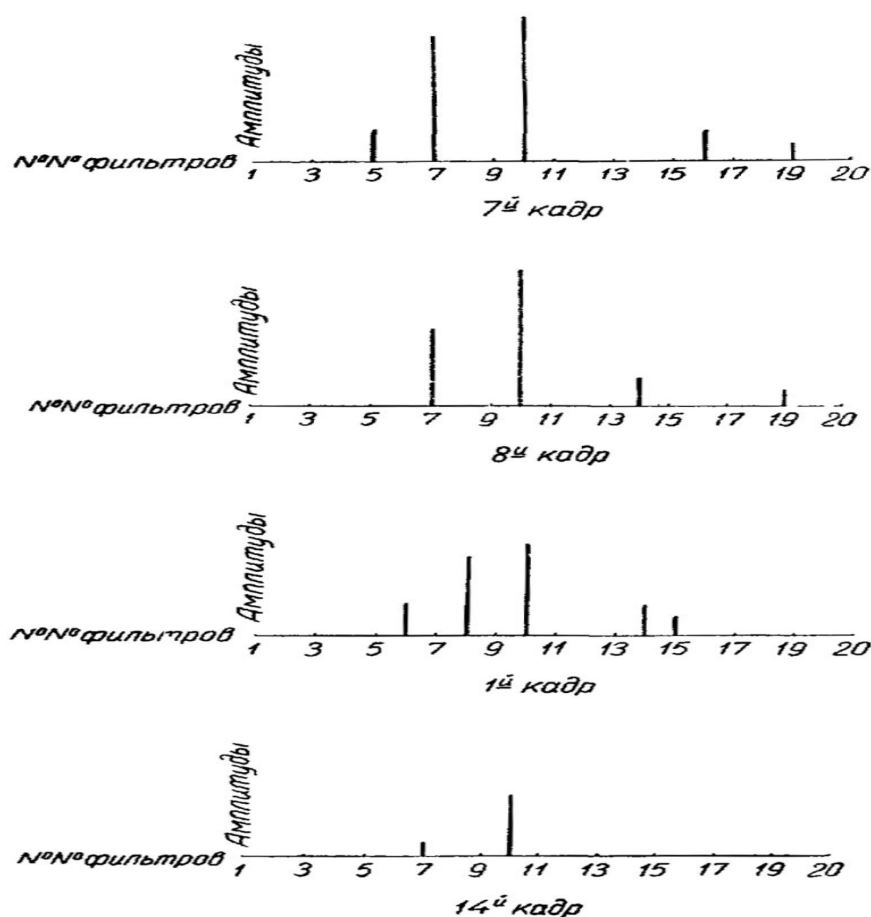


Рис. 36. Спектры а в разные моменты произнесения

Сравнение вариантов открытого и закрытого произнесения звука а по спектрам, соответствующим рентгенограммам, показывает следующее. Заметного и закономерного различия в частоте появления низких гармоник нет. У открытого варианта звука а они встречаются несколько чаще, чем у закрытого. Частоты с фильтров 6–7, с одной стороны, и 9–10, с другой –

только совместно можно признать как форманты, так как ни одна из них по отдельности не появляется в количестве 100 %. Однако в каждом кадре всегда будет одна из пары. Таким образом, при учете целесообразно фильтры 6–7. и 9–10 объединить полярно. Значительное различие вариантов обнаруживается в проценте появления высоких гармоник – у открытого а 95%, у закрытого – 3 %. Второе, еще более важное различие можно установить в отношении амплитуд формант. Хотя, как видно, в обоих вариантах более высокая форманта с фильтров 9–10 имеет большую амплитуду, чем с фильтров 6–7, но перевес или прирост амплитуды высокой форманты по сравнению с амплитудой низкой форманты больше у открытого а, о чем у закрытого. Это различие для открытого варианта составляет – 5,57 (точнее – 5,40), для открытого – 0,43. Если взять отношение амплитуд по фильтрам $9-10/6-7$, получим: для а открытого 1,31, для закрытого – 1,05. Кроме того, наблюдается снижение средней абсолютной (величины обеих формант в закрытом варианте.

Таким образом, при переходе от а открытого к закрытому, что соответствует увеличению объема глоточной трубки, уменьшается громкость звука, снижаются амплитуды формант, пропадают

высокие дополнительные гармоники и высокая форманта (в открытом варианте превышавшая по амплитуде низшую) уравнивается, по амплитуде с низкой. Следовательно, изменения в объеме глоточной трубки вызывают закономерные изменения в спектре речевого звука как в разные моменты образования слога, так и в разных видах слогов. На рисунке 37 представлены спектры обоих вариантов произнесений, составленные по разобранным выше таблицам. Оплошной линией показаны амплитуды при произнесении открытого а, пунктиром – закрытого. Соотношения числовых величин, таблицы видны здесь более наглядно.

Та же общая закономерность обнаруживается при произнесении вариантов. На рисунке 38 даны схемы рентгенограмм, из которых видно, что в пределах формантного отсека для о объем глоточной трубки больше у закрытого о, а надгортанник отошел кпереди. Раскрытие рта и положение языка одинаково в обоих вариантах.

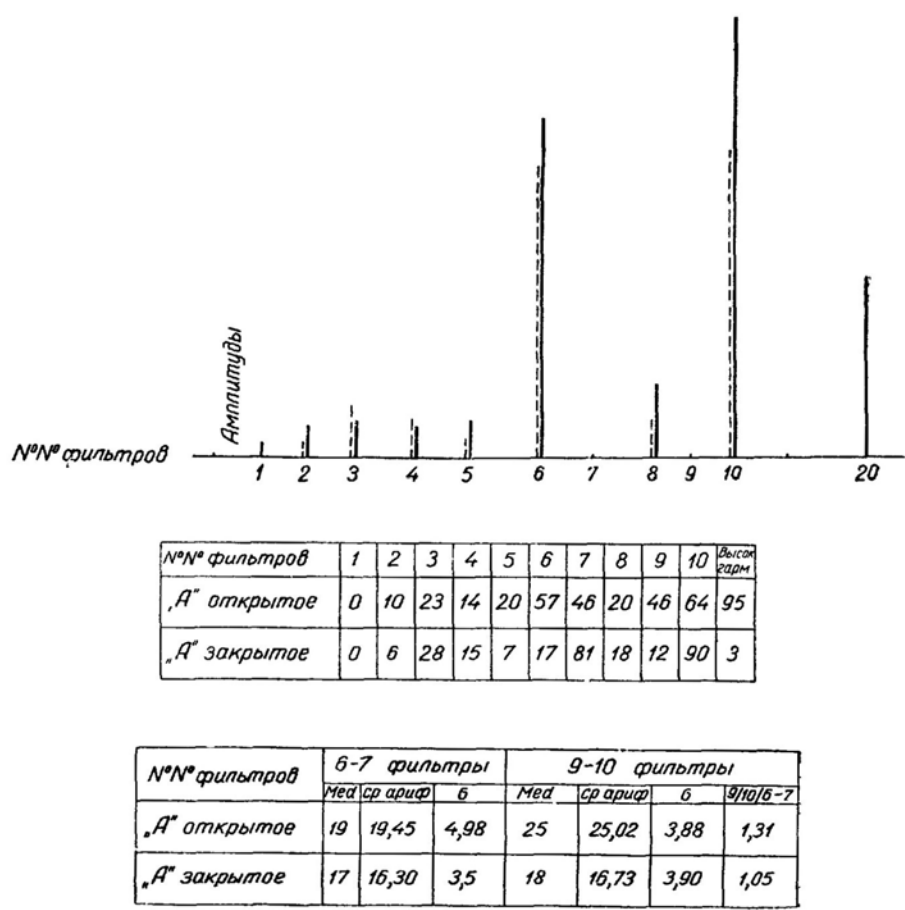


Рис. 37. Спектры вариантов открытого и закрытого произнесения а

На рисунке 39 и таблице к нему видно, что в закрытом варианте возросла амплитуда низкой гармоник из 3-го фильтра, хотя процент появления ее в обоих вариантах одинаков. Это характеризует "заглушение" тембра закрытого варианта. Отсутствие частот с фильтров 8 и 9 в закрытом варианте свидетельствует о том же "заглушении". При произнесении о соотношение амплитуд формант иное, чем при а. В обоих вариантах произнесения о преобладает амплитуда низкой форманты с фильтра 6 над амплитудой высокой с фильтра 10. Соотношение же амплитуд

формант в разных вариантах о меняется в том же направлении, как и в вариантах а. Перевес

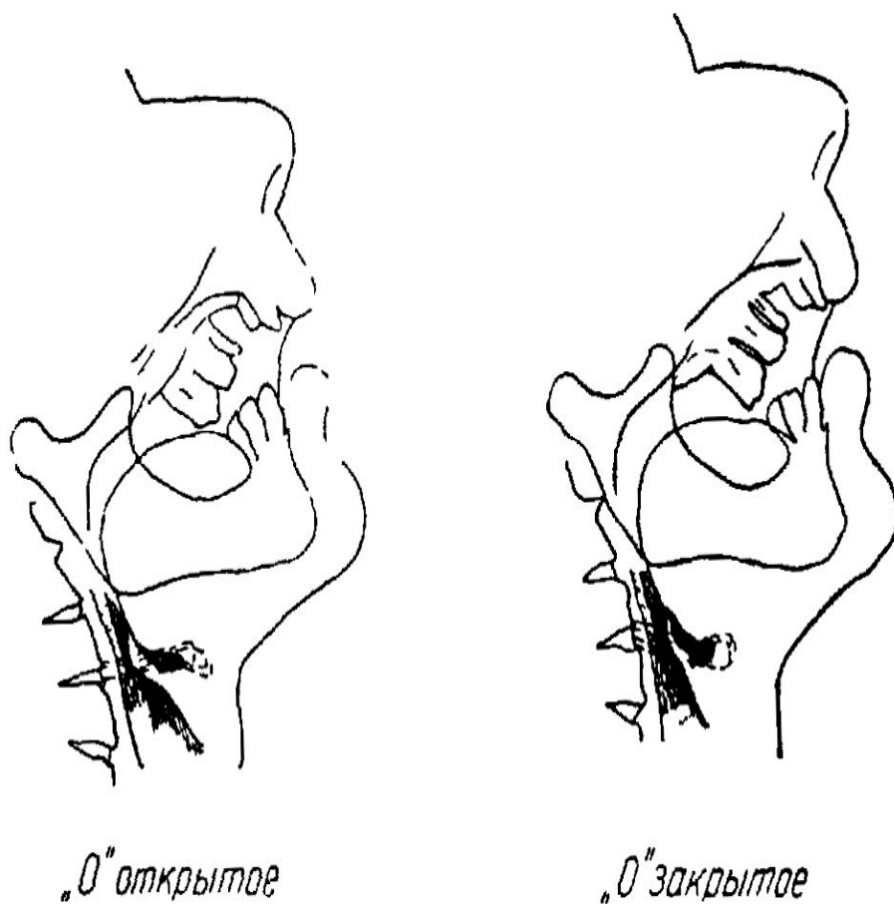


Рис. 38. Произнесение открытого и закрытого вариантов о

амплитуды частоты с фильтра 6 над. амплитудой частоты с фильтра 10 (по медианам) для о открытого – 15, для о закрытого – 20, или $\frac{6\text{ф.}}{10\text{ф.}}$ для открытого о – 2,36, для закрытого – 2,81.

Таким образом, при различиях в распределении частот по спектру и соотношениях амплитуд формант при произнесении а и о, процесс перехода от открытого варианта к закрытому сохраняет ту же закономерность.

Происходит сдвиг гармоник влево, т. е. увеличение амплитуд низких частот и потеря более высоких частот, соотношение амплитуд формант направлено в сторону преобладания низкой форманты.

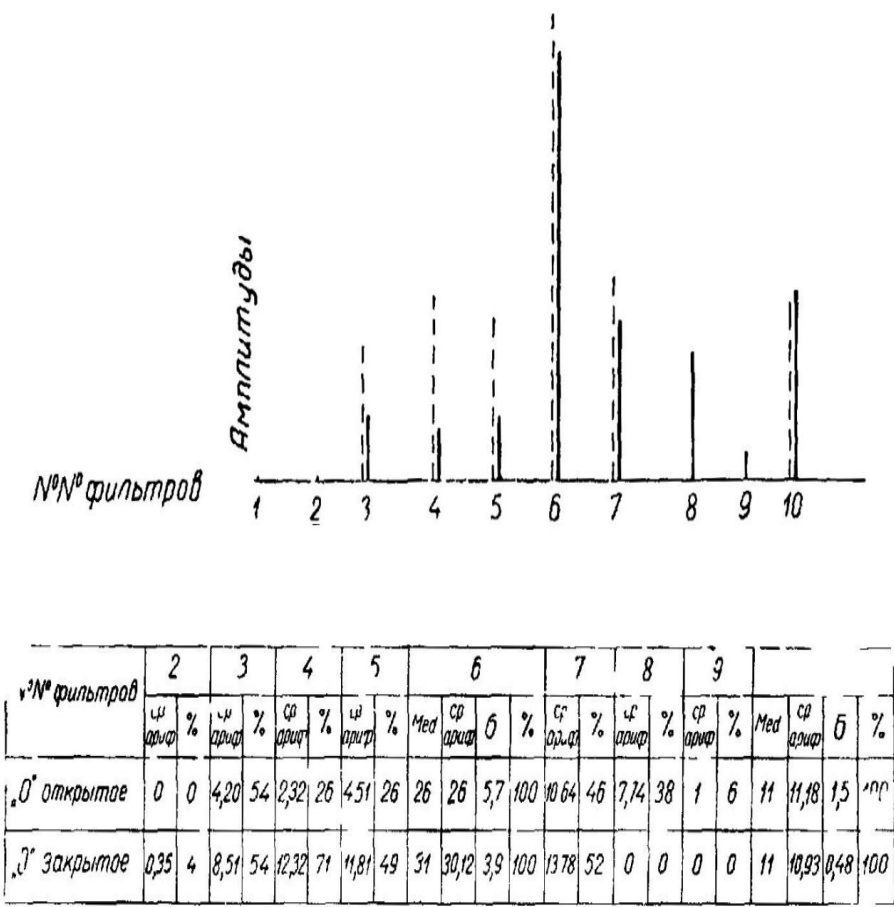


Рис. 39. Спектры произнесения о открытого (сплошная линия) и о закрытого (пунктирная линия)

Такая же картина наблюдается при произнесении закрытого и открытого вариантов э. На рисунке 40 даны схемы рентгенограмм, обнаруживающие различия в объеме глоточной трубки при полном сходстве в объемах ротового

резонатора. На рисунке 41 таблице к нему видно (по медианам), что в открытом варианте низкая частота из фильтра 5

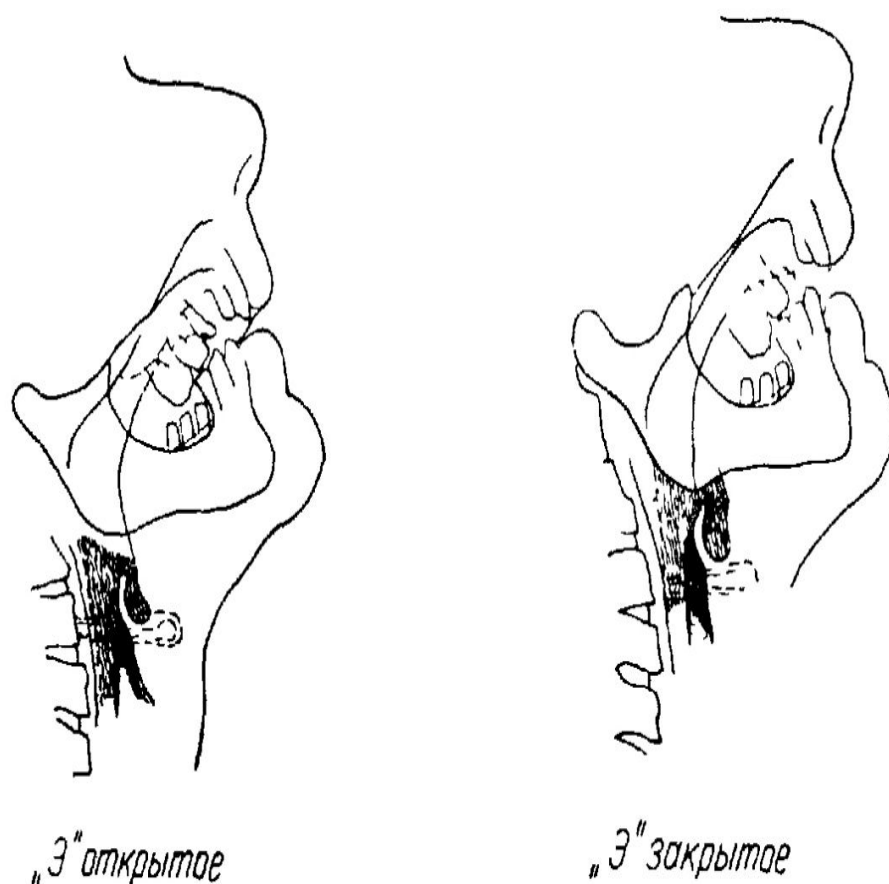
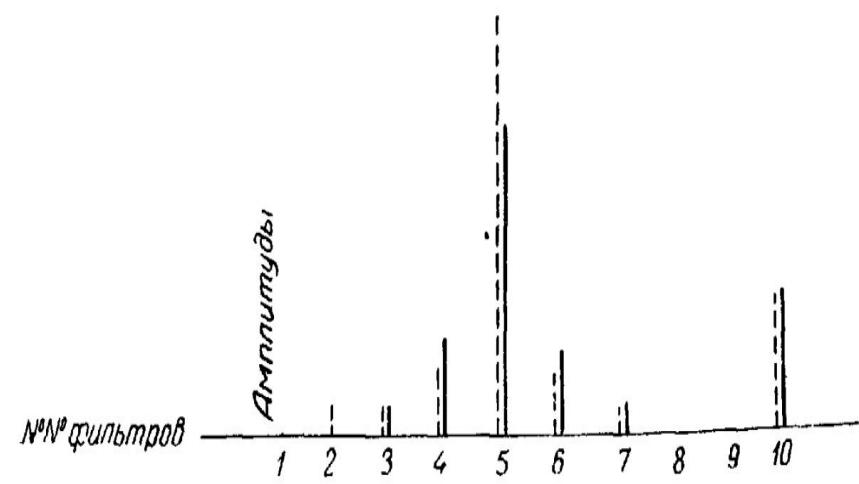


Рис. 40. Произнесение открытого и закрытого вариантов э

преобладает по амплитуде над высокой из фильтра 10 на 11 единиц. Соотношение $\frac{5\phi}{10\phi} = 2,37$. В закрытом варианте преобладание амплитуды той же частоты равно 20, а отношение $\frac{5\phi}{10\phi} = 3,50$.



№№ фильтров	2		3		4		5			6		7		8		9		10				
	ср ариф.	%	ср ариф.	%	ср ариф.	%	Med	ср ариф.	б	%	ср ариф.	%	ср ариф.	%	ср ариф.	%	ср ариф.	%	Med	ср ариф.	б	%
„Э“ открытое	0	0	1,66	35	4,93	36	19	18,54	3,75	100	4,5	42	0,4	6	0	0	0	0	8	8	1,07	100
„Э“ закрытое	0,5	7,5	1,52	15	6,1	41	28	26,35	4,3	100	3,52	28	0,14	2	0	0	0	0	8	8,21	1,6	100

Рис. 41. Спектры произнесения э открытого (сплошная линия) и э закрытого (пунктирная линия)

Сходная, хотя в деталях и несколько отличная картина наблюдается при произнесении вариантов у. Из рентгеносхем видно (рис. 42), что в закрытом варианте изменился объем как ротового, так и глоточного резонатора в сторону увеличения, что должно привести к снижению их общего тона. Таким образом, зарегистрированный случай менее показателен с точки зрения учета роли глоточной трубки, чем приведенные выше. Соответственно в спектрах произошли более радикальные изменения. В закрытом варианте

формантная частота переместилась с фильтра 10 на фильтр 9 (рис. 43). В связи с этим соотношение амплитуд формант

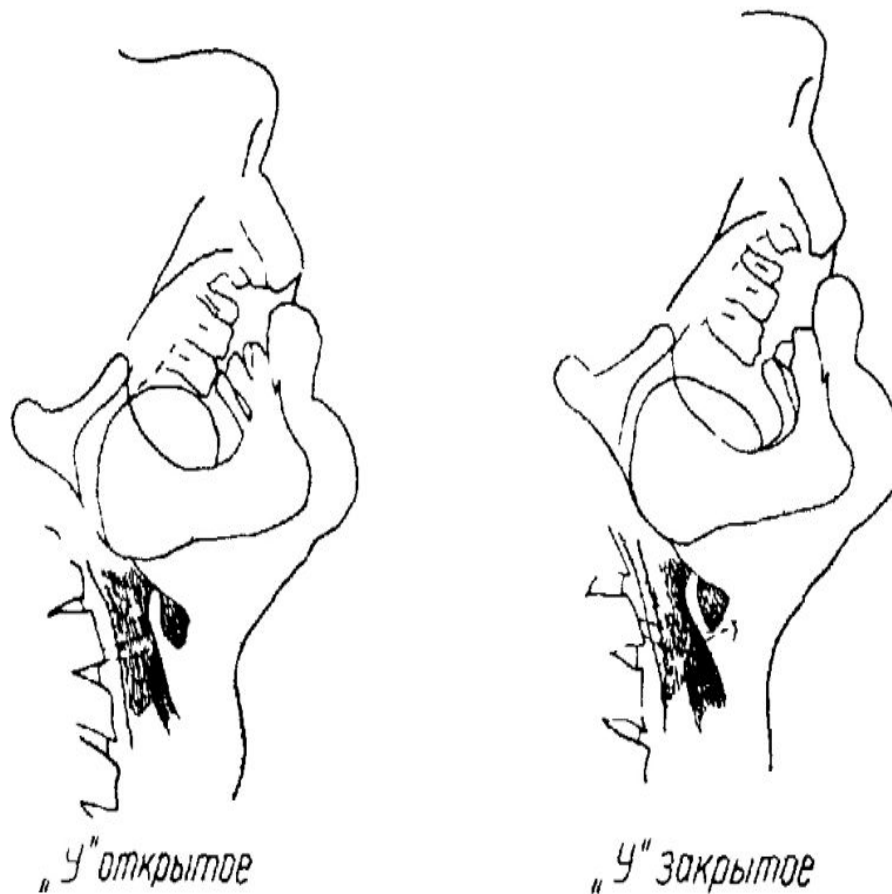
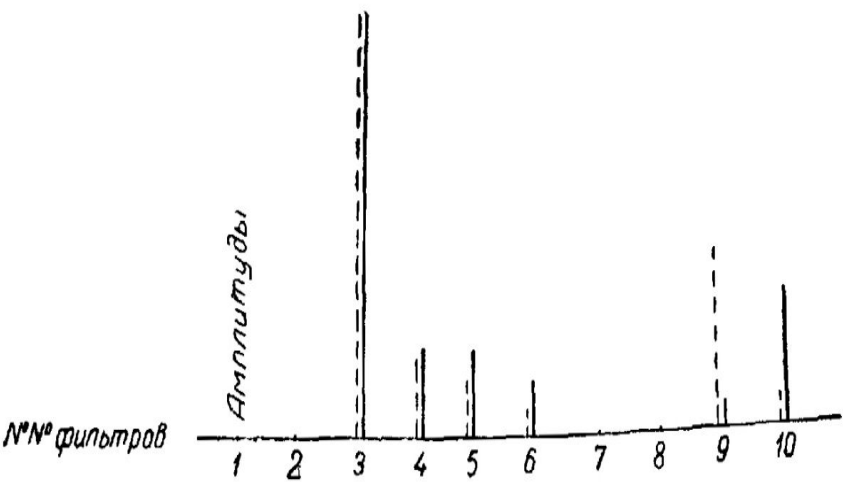


Рис. 42. Произнесение открытого и закрытого вариантов у

компенсировалось – открытый вариант $\frac{3\phi}{10\phi} = 3,3$; закрытый вариант $\frac{3\phi}{9\phi} = 2,54$. В результате, как и в предшествующих случаях, произошло ослабление и сглаживание характерных качеств у.



№№ фильтров	3				4				5				6				7 8				9				10			
	Med	ср	б	%	ср	%	ср	%	ср	%	ср	%	Med	ср	б	%	Med	ср	б	%	Med	ср	б	%				
„У“ открытое	33	33,7	4,4	90	5,2	12	6,17	52	4,13	50	0	0	-	1,1	-	9	10	9,58	1,9	91								
„У“ закрытое	28	27,05	4,5	90	4,87	12	4,33	36	0,6	6	0	0	11	10,7	1,1	80	-	2,03	-	20								

Рис. 43. Спектры произнесения у открытого (сплошная линия) и у закрытого (пунктирная линия)

Более сложные процессы происходят при произнесении вариантов *i*. Этот звук речи обладает тем свойством, что его характерные гармоники разбросаны широко по спектру. Отфильтровывание гармоник попеременно с левой части, спектра или с правой все же

сохраняет характерные признаки *иу*. Обилие разных амплитуд, вероятно, связано с тем, что глоточная трубка при произнесении *и* очень расширяется и образует карманы разной формы. На рисунке 44 представлены рентгеносхемы, фиксирующие произнесение *и* в двух вариантах. В открытом варианте язык несколько ближе

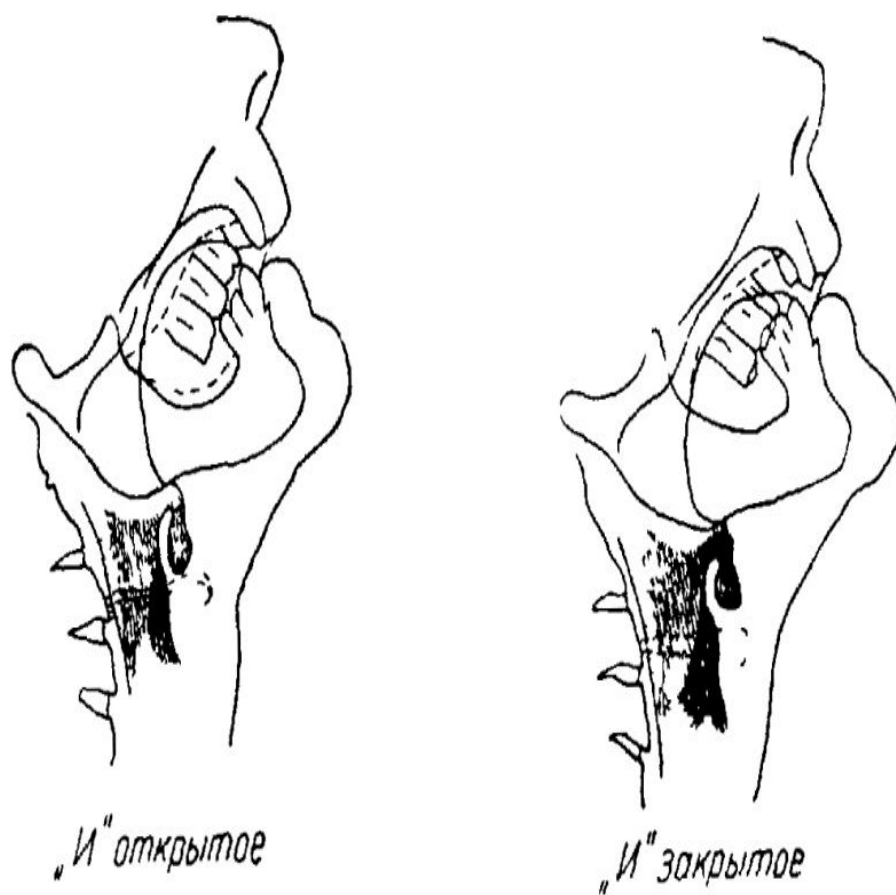


Рис. 44. Произнесение открытого и закрытого вариантов *и*

подошел к твердому нёбу, чем в закрытом, но сходство общей формы ротовой полости сохраняется. Заметно сильное расширение глоточной трубки в закрытом варианте.

На таблицах (рис. 45) дана подробная характеристика частот с каждого фильтра. Для средних величин введены две графы. В одной из них ("с нулями") дано среднее значение амплитуды с учетом всех "пустых", "нулевых" мест, т. е. кадров, где данная частота не встречалась; при этом средняя величина амплитуды, конечно, снижается, а сигма возрастает. В графе "без нулей" учтены только те кадры, в которых присутствует частота с данного фильтра. По этой графе можно узнать величину амплитуды данной частоты, независимо от того, как часто встречалась эта частота на протяжении всего звучания.

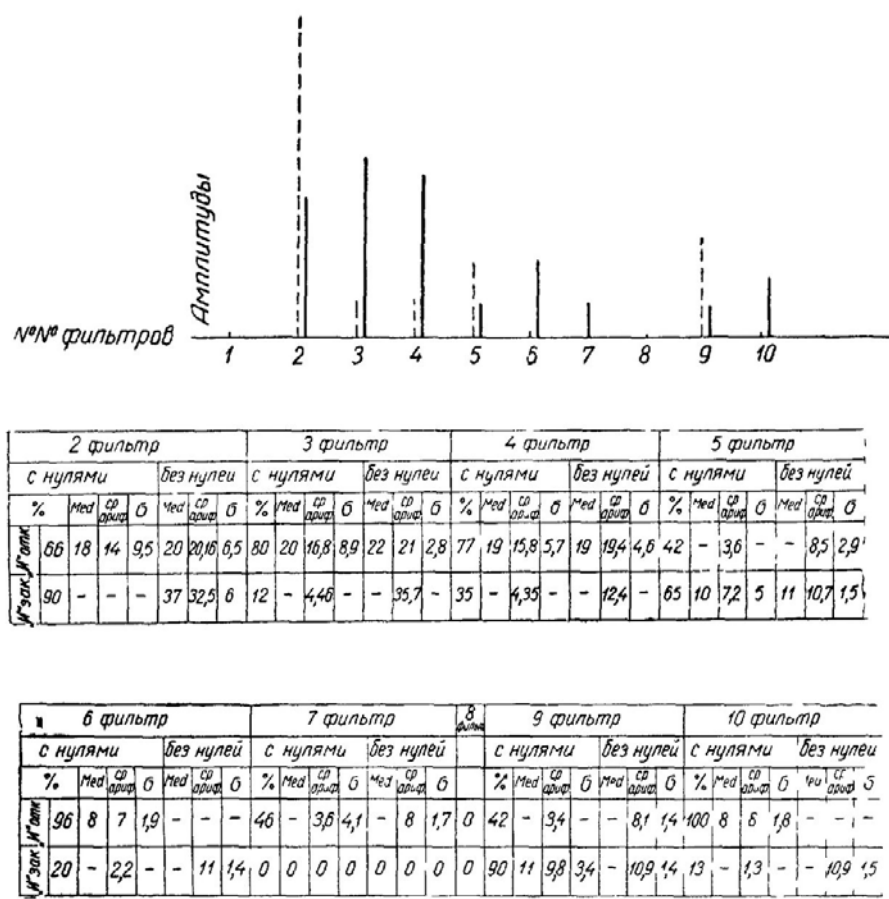


Рис. 45. Спектры произнесения а открытого (сплошная линия) и и закрытого. (пунктирная линия)

В графе "без нулей" видно, что во всех случаях, кроме частоты из 4-го фильтра, амплитуды у закрытого варианта больше, чем у открытого. Вместе с тем из таблиц и из спектров (рис. 45), составленных по графе "с нулями", видно, что удельный вес этих амплитуд в общем процессе звучания невелик, вследствие малой встречаемости соответствующих частот. Это значит, что в закрытом варианте и гармоники то возникают с большой амплитудой, то затухают, что, вероятно, следует объяснить возросшей

турбулентностью при расширении глоточной трубки и появившимися флуктуациями звука.

Судя по проценту встречаемости, можно признать, что формантными являются частоты из фильтров 3, 6 и 10 (для открытого варианта). В закрытом варианте произошли значительные изменения. Формантной стала частота не из 3-го, а из 2-го фильтра; частота из фильтра 6 перестала играть роль форманты (встречаемость только 20%); вместо частоты фильтра 10 формантной стала частота из фильтра 9. Таким образом, в закрытом варианте, во-первых, пропала одна форманта, во-вторых, оставшиеся две сдвинулись влево (в сторону более низких частот). Кроме того, пропала частота из фильтра 7. Такое же "оглушение" обнаруживается и в соотношении амплитуд формант. Для открытого варианта: $\frac{3ф.}{6ф.} = 2,5$ и $\frac{3ф.}{6ф.}$ для закрытого варианта: $\frac{2ф.}{9ф.} = 3,6$. Таким образом, общая закономерность в изменениях спектра при расширении глоточной трубки, наблюдавшаяся при произнесении других звуков, сохраняется и в случае *и*.

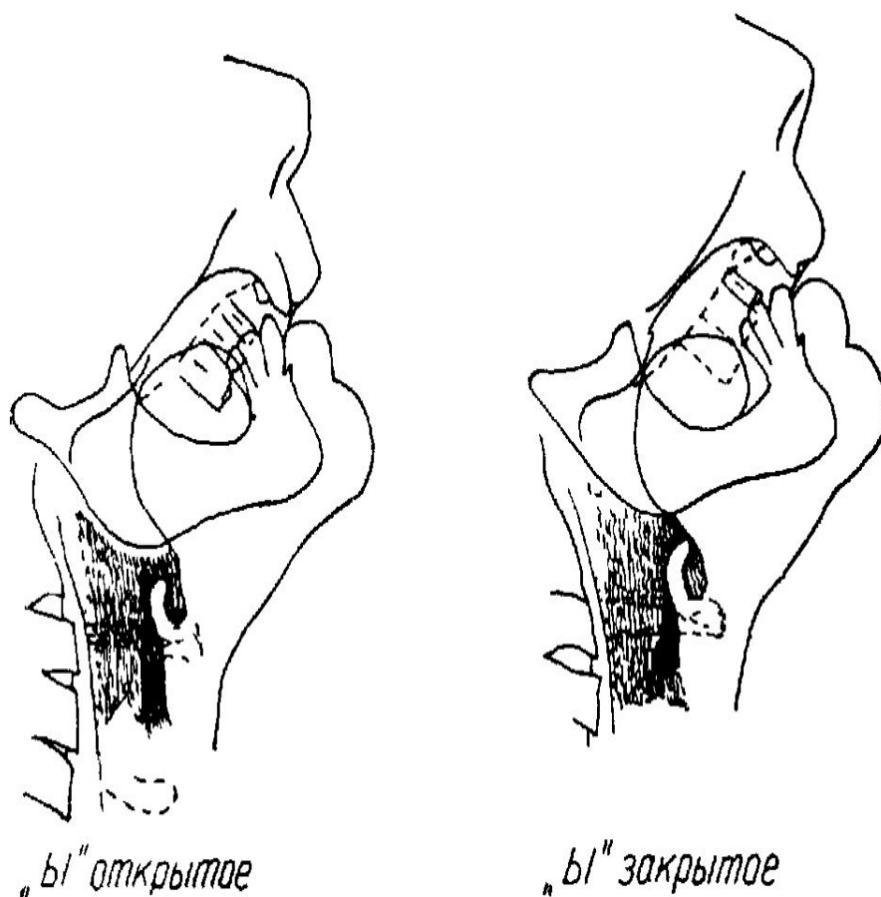


Рис. 46. Произнесение открытого и закрытого вариантов *Ы*

Для полноты картины приводим рентгеносхемы (рис. 46), спектры (рис. 47) и таблицу к ним для вариантов произнесения *Ы*. Видно, что и в этом случае отмеченная выше закономерность сохраняется.

Из изложенного в этом параграфе материала могут быть сделаны следующие выводы. При модуляции глоточной трубки в пределах определенного отсека происходит перестройка спектра речевого звука. При сужении трубки перестройка идет в направлении усиления характерных соотношении амплитуд частот; при

расширении трубки происходит ослабление этих характерных соотношений. Таким образом, можно сказать, что глоточная трубка работает как усилитель и как глушитель характерных признаков речевого звука. В первом случае она входит в систему артикуляции, снабжая речевой звук специфическим формантным признаком, который может быть назван глоточной формантой. Во втором случае в глоточной трубке (при ее расширении) происходит разрушение этих характерных признаков, и поэтому она может быть названа дезартикулятором. Объединяя обе функции в целом, можно сказать, что глоточная трубка образует динамическую форманту, которая дополняет статическую, ротовую форманту. Резонанс ротовой полости усиливается или ослабляется в модуляциях формы и объема глоточной трубки. Так как в резонаторе меньшего объема резонирует более высокий тон, а в резонаторе большего объема – низкий, то следует думать, что более высокочастотная форманта и образуется в глоточной трубке, а низкочастотная – в ротовой полости. При произнесении *и* – соотношение обратное. Значение формант для опознаваемости звуков может быть разным и вероятнее всего зависит от величины разницы объемов ротовой полости и глоточной трубки.

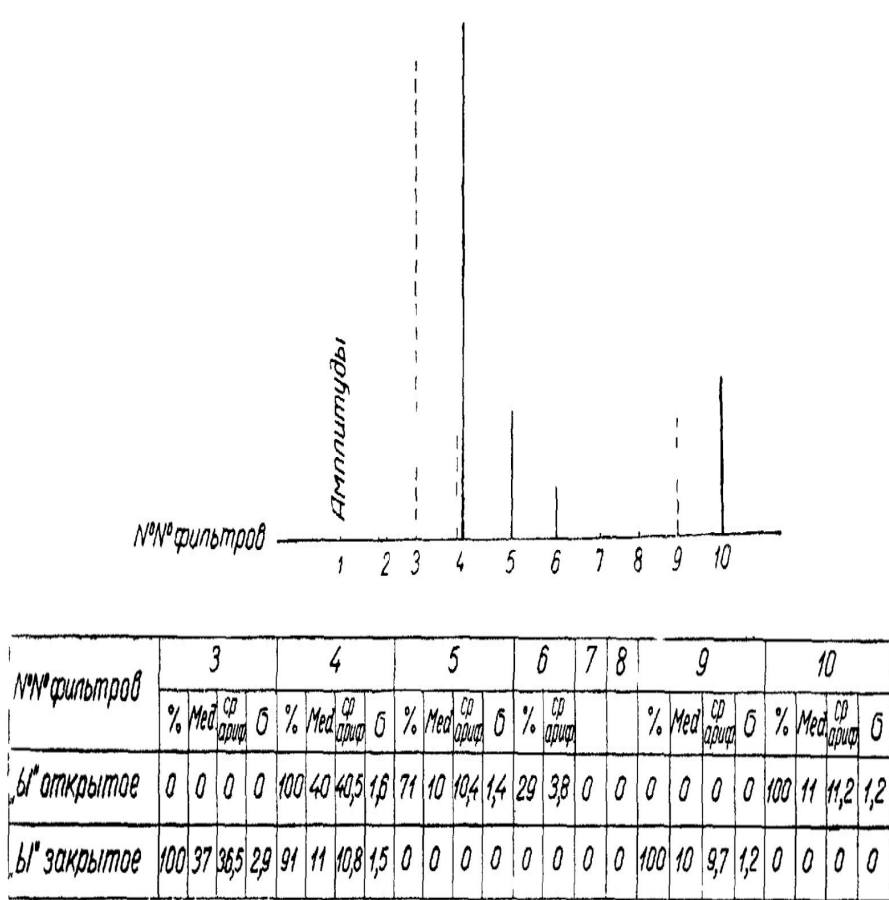


Рис. 47. Спектры произнесения и открытого (сплошная линия) и Ы закрытого (пунктирная линия)

Может быть сделано предварительное замечание об управлении ротовой артикуляцией и глоточными модуляциями. Во всех случаях обнаруживается полное совпадение ротовой артикуляции и модуляции объема глоточной трубки на отдельных звуках, что видно по образованию специальных для каждого звука формантных отсеков. Однако в пределах каждого из отсеков трубка модулирует независимо от артикуляции, а иногда вопреки ей. В тех случаях,

когда глоточная трубка по инерции сохраняет объем, принятый на предшествующем звуке, или вообще не дает слоговой модуляции, артикуляция в полости рта может происходить с полной отчетливостью. Этим объясняется возможность "пропажи" слогов при сохранности артикуляции.

Совпадение и расхождение глоточных модуляций с ротовой артикуляцией является одной из существенных особенностей механизма речи. В этот момент происходит переход элемента из одной системы в другую. Для образования речевого звука как отдельного элемента необходимо полное совпадение артикуляции с модуляциями глоточной трубки. Когда же этот звук входит в целую систему слога, возникает расхождение артикуляции и модуляции трубки. В этот момент звук принадлежит к двум системам – к системе постоянных звуков данного языка и к системе переменных слоговых позиций данного произнесения. Контроль и управление обеими системами должны быть различны. Сама возможность постановки опытов с записью вариантов открытого и закрытого произнесений гласных основана на том, что произносящий по слуху различает эти варианты и добивается нужного акустического эффекта в тот момент, когда при одинаковой артикуляции глоточная

трубка принимает разные объемы. Следовательно, как слуховой контроль, так и центральные управляющие импульсы на ротовую артикуляцию и глоточные модуляции – различны. Для образования постоянного элемента и для включения его в систему целого нужны разные, хотя и взаимосвязанные, управляющие механизмы.

§ 28. Слоговая стереотипия слова

В предшествующем параграфе ставился вопрос о чисто физических свойствах глоточной трубки. Выяснилось, что происходит со звуковым спектром при ее сужении и расширении.

Теперь необходимо войти глубже в самый механизм глоточных модуляций и ближе присмотреться к тому, как звуковые элементы включаются в систему слова, образуя слоговой стереотип. В акустических записях § 22 было показано, что в наборе из ограниченного числа элементов составляются звуковые оболочки слов, каждое из которых обладает особой слоговой структурой. Слоги не нанизываются один за другим и звуковое давление не падает до нуля после каждого слога, а вся слоговая система слова составляет целое. В речевом процессе отбираются слова, импульс задается целому слову, хотя внутри себя каждое из слов расчленено на звуковые элементы. Надо выяснить, как на каждом из элементов отражается синтезирующий импульс отобранного к произнесению слова.

Механизм этого объединения состоит в упреждении предстоящих к произнесению элементов. На рисунке 48 представлено

произнесение слогов *па* и *пу* двумя дикторами. Видно, что во всех случаях губы сомкнуты, следовательно, зафиксирован момент произнесения *п* перед фонацией гласного. Бросается в глаза значительно больший объем глоточной трубки при произнесении *п* перед *у*, чем перед *а*. Это значит, что еще до того, как наступила фонация последующего звука, глоточная трубка уже приспособляется для его произнесения. Импульсы при произнесении *п* и *а* или *у* перекрывают друг друга.

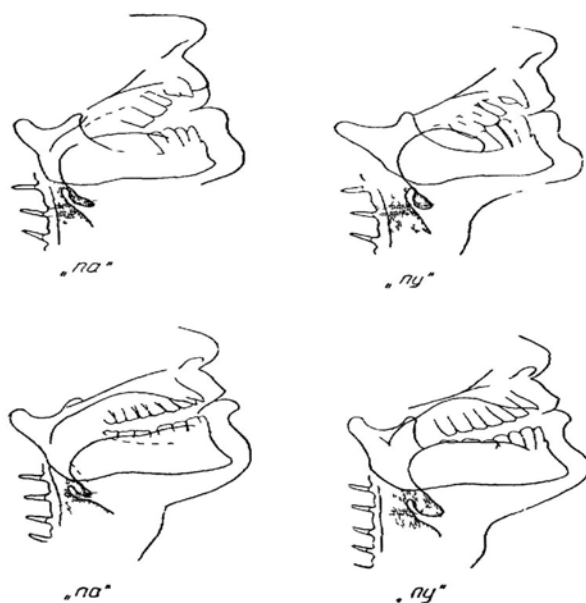


Рис. 48. Упреждение гласного при произнесении слогов *па* и *пу*

Такое упреждение может объединять не только соседние, но и более отдаленные элементы. На рисунке 49 показано произнесение *э* в словах *это* и *эти*. Во втором случае *э* закрытое, так как

за ним следует мягкое, которое в свою очередь смягчается последующим *и*. Положение и конфигурация языка в обоих вариантах сходная. Объем ротового резонатора различен. Измерение расстояния от верхнего клыка до края верхней губы показывает, что в мягком варианте (*эти*) указанное расстояние меньше, чем в твердом варианте. При произнесении *э* в слове *эти* губы были убраны, как при улыбке и как при произнесении *и*. Таким образом, на *э* вступило упреждение *и* через предшествующее *т*. Так как объем ротового резонатора уменьшился, следует ожидать в спектре этого варианта некоторого увеличения высоких составляющих. В глоточной трубке при произнесении *э* в закрытом варианте также произошло заметное упреждение *и*, что видно по расширению трубки. Соответственно этому в спектре следует ожидать усиления низких составляющих и перестройку амплитуд формант.

Ожидаемые явления действительно обнаруживаются и в спектрах (рис. 50, 51), и в таблицах к ним. Для более подробного анализа было составлено два спектра для *э* в слове *эти*. Общая длительность *э* составляла 0,5 секунды. Один спектр (рис. 50) был составлен для периода в 0,33 секунды, другой (рис. 51) для периода 0,14 секунды (конец звучания).

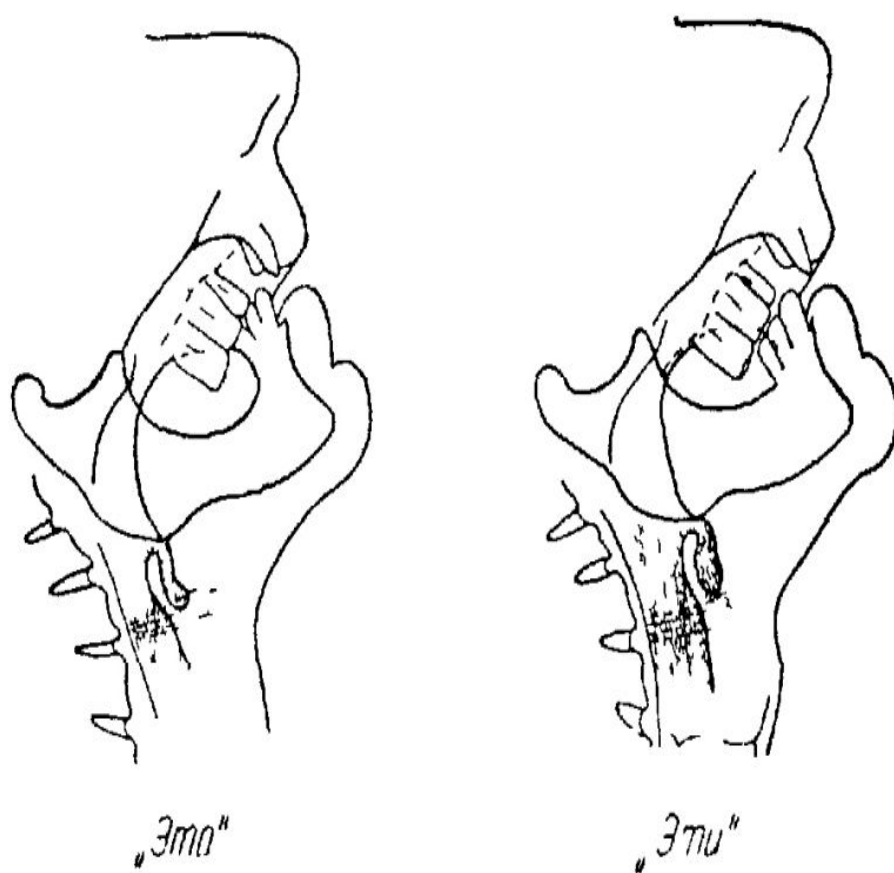


Рис. 49. Упреждение последнего звука при произнесении слов *это* и *эти*

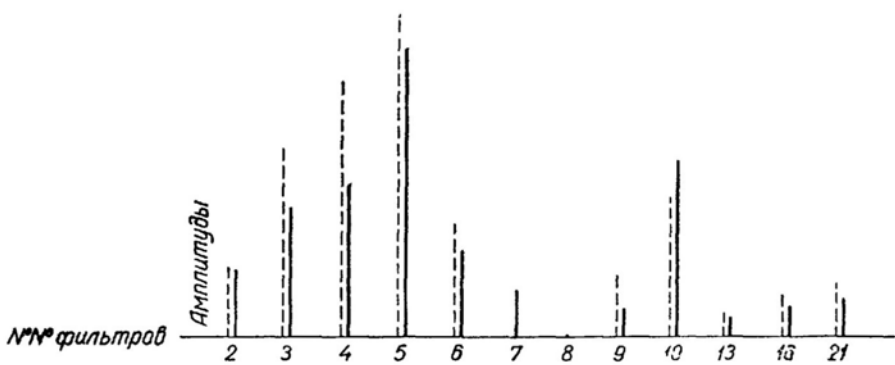
Рассмотрение спектра на рисунке 50 (начало звучания) показывает, что в закрытом варианте э несколько усилились высокие гармоники с фильтров 6, 9, 13, 16, 21, по сравнению с произнесением э в слове *это*. В том же закрытом варианте э (эти) усилились и низкие гармоники из фильтров 3, 4, 5. Произошла перестройка и амплитуд формант. Низкая форманта из фильтра 5 больше преобладает по амплитуде над высокой формантой из фильтра 10 в закрытом варианте произнесения, чем в открытом, что соответствует

ранее показанным сдвигам в спектрах при расширении глоточной трубки. К концу звучания *э* в слове *эти* за время 0,14 секунды (рис. 51) все высокие гармоники пропали, увеличились амплитуды низких гармоник, соотношение между амплитудами формант резко изменилось в сторону более низкой форманты.

На основании этих материалов последовательное развитие процесса произнесения *э* в слове *эти* может быть представлено так. В начале произнесения *э* вступило упреждение последнего звука и, что выразилось в уменьшении объема ротового резонатора и в увеличении объема глоточного. В спектре произошло: а) усиление некоторых высоких гармоник, б) усиление низких, в) перестройка амплитуд формант. К концу произнесения *э* на него стало оказывать влияние соседнее *г*, вследствие чего высокие гармоники затухли и усилились низкие. Так произошло взаимное перекрытие упреждающих и удерживающих импульсов.

Аналогичное явление можно проследить на рентгенограммах рисунка 52. Здесь показан конец произнесения *у* в словах *ум* и *умно*. Эти рентгенограммы интересны тем, что в них удалось захватить стык нескольких стадий произнесения. Видно, что произнесение *у* только что

закончилось, так как губы сомкнулись, но еще сохранили несколько вытянутую форму. Язык остался в положении для у.



„э“ в „это“					„э“ в „эти“				
№№ гармон	%	ср ориф	чист ампл	б	%	ср ориф	чист ампл	б	
2	72	4,1	5,6	1,5	100	4	4	2,3	
3	54	7,3	14	3,6	72	11,4	15,7	3,6	
4	46	9,2	20	4,3	72	15,3	21	5,4	
5	63	16,6	26	4	72	18,7	25	4,5	
6	27	5	18	3	36	6,5	18	6,6	
7	46	2,3	7,2	3,3	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	18	1,3	13	5	27	3,6	13	5	
10	100	10,3	10,3	1,5	72	8	11	1,7	
13	55	1,1	1,5	1,2	55	1,2	1,6	1,2	
16	64	1,9	3,6	1	72	2	4	1,2	
21	75	2,1	3,5	1,1	75	3,1	5	0	

Рис. 50. Спектры произнесения э в слове это (сплошная линия) за время звучания 0,22 сек. и в слове эти (пунктирная линия) за первые 0,36 сек звучания

В схеме 1 при произнесении слова ум губы смыкаются сильнее, чем при слове умно (пространство между зубами в схеме 1 меньше, чем в схеме 2), так как конечное м в слове ум сильнее, чем м в слове умно. На схеме 2 (при произнесении умно видно, что на глоточной трубке отразилось

упреждение последующего я, так как валлекула здесь немного больше, чем на схеме 1, и, кроме того, у превертебральной тени заметно просветление, что свидетельствует о большей плотности тканей трубки (и меньшем ее расширении) при произнесении *ум*. Раньше было показано, что на *н* трубка расширяется больше, чем на *м*. Следовательно, добавочное расширение трубки при произнесении слова *умно* следует отнести за счет подготовки к следующему *н*. При этом следует учесть, что *м* в слове *умно*, как отходящее к слогу *лшо*, ослаблено. Таким образом, на этих схемах зафиксировано: а) запаздывание в произнесении *у* б) начало произнесения *жив*) упреждение импульса для последующего *н*. Упреждение импульса для запуска предстоящего согласного видно также в схемах рисунка 53.

В русском языке при образовании структуры стереотипа звуковой оболочки слова, кроме взаимовлияния звуков и приспособления слогов друг к другу, главную роль играет ударение и соответственно редукция безударных слогов. Рассмотрим относящиеся сюда факты.

На рисунке 54 показано произнесение ударного *а* в слове *арка* и редуцированного в слове *аркан*. Из сравнения схем видно, что в

редуцированном варианте раскрытие рта меньше, чем в ударном, положение же языка одинаково. На рисунке 55 дано еще одно произнесение редуцированного а в том же слове *аркан*. Здесь раскрытие рта больше, чем в первом случае, но язык несколько оттянут назад, что ослабляет ротовой резонанс. В ударном варианте звуковой луч поступает прямо в ротовой излучатель из очень суженной глоточной трубки, тогда как при редукции он ослабляется при подъеме языка или прикрытием рта. Наибольшее различие рентгенограмм наблюдается в области глоточной трубки.

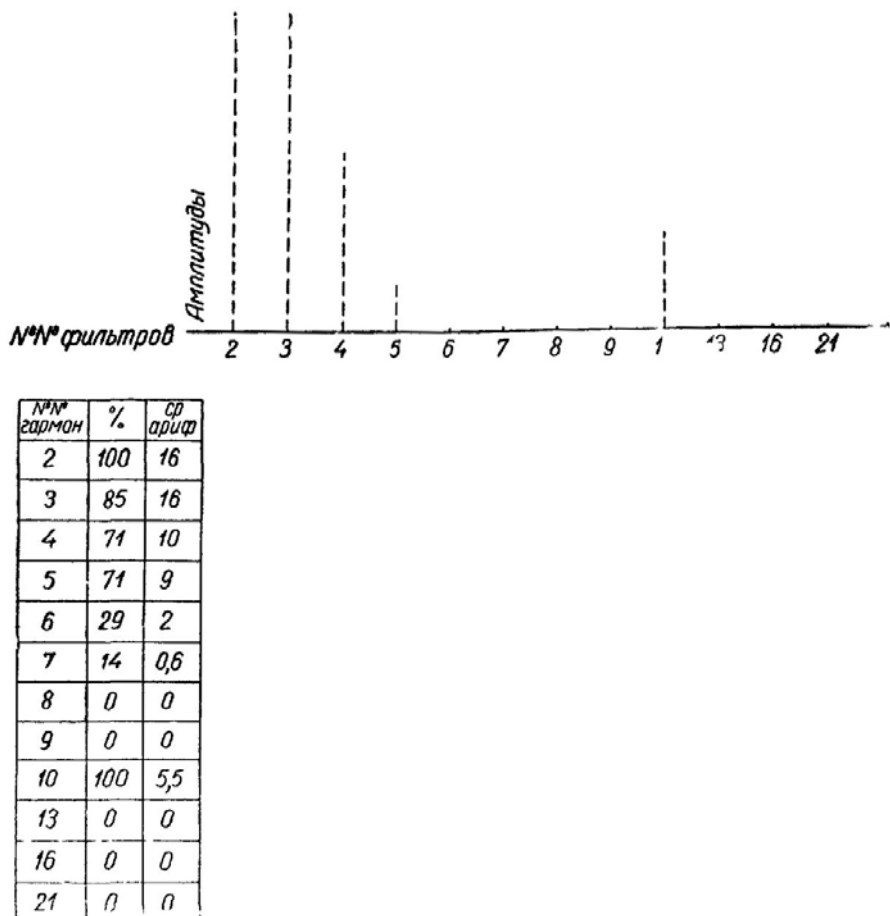


Рис. 51. Спектр произнесения э в слове эта за последние 0,14 сек. звучания

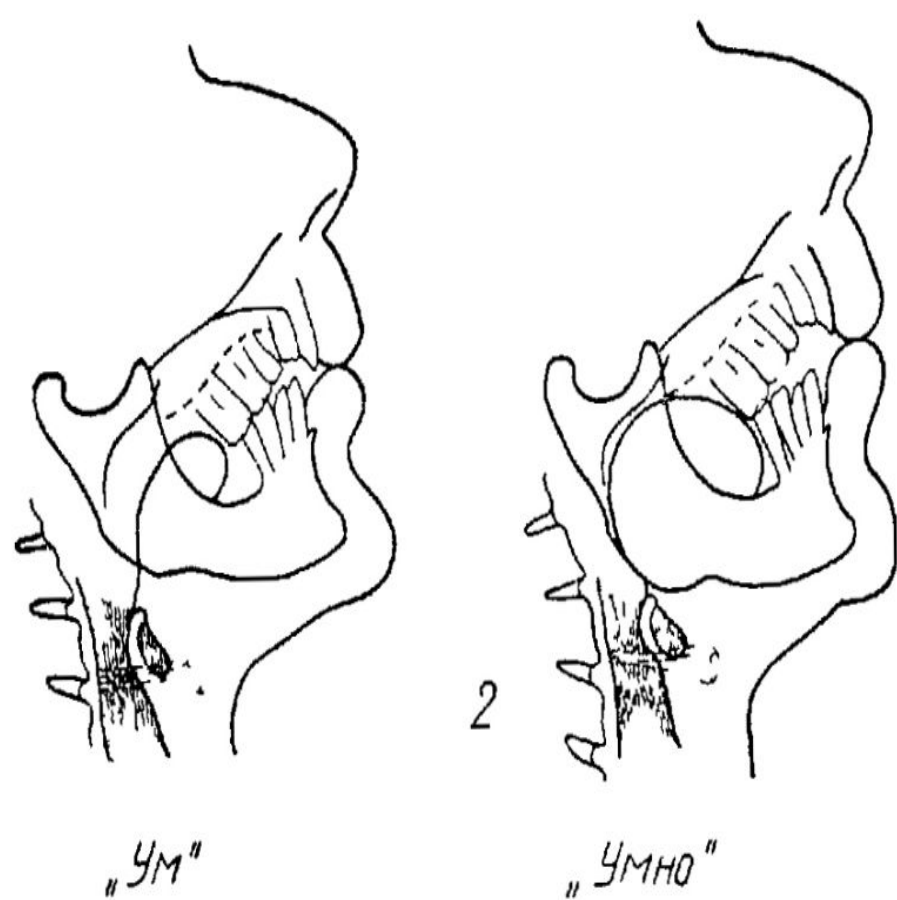


Рис. 52. Упреждение при произнесении слов ум и умно

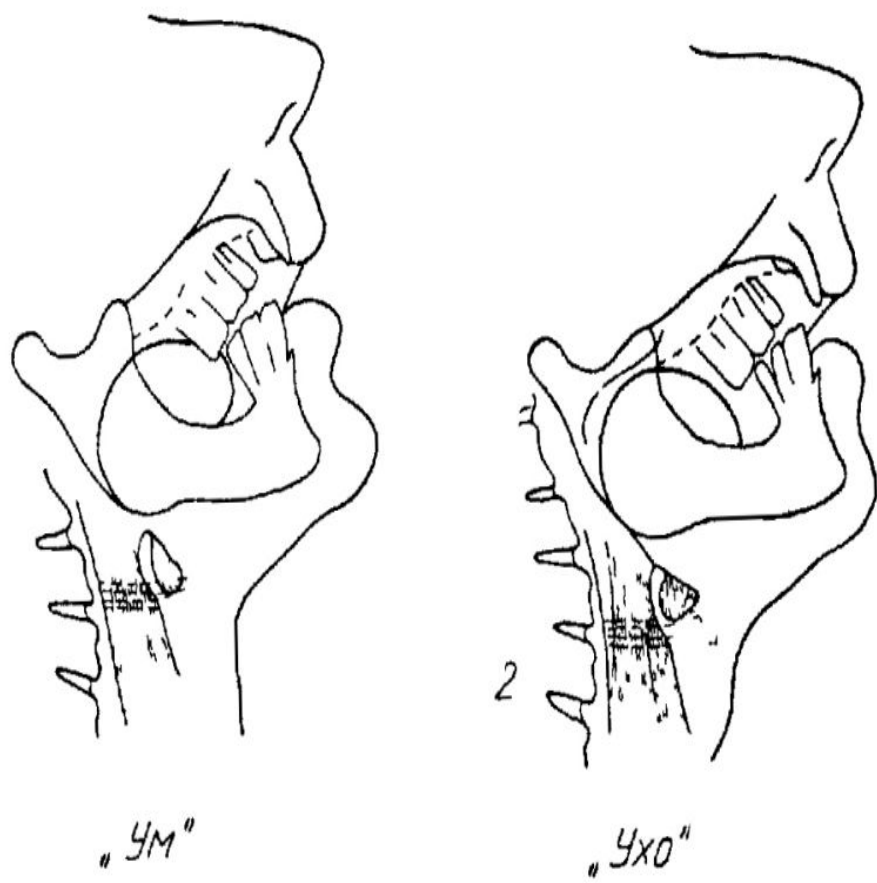


Рис. 53. Упреждение при произнесении слов ум и
ухо

В обоих случаях произнесения редуцированного варианта глоточная трубка больше по объему, чем в ударном варианте. В рентгенограмме на рис. 55 при экспозиции в 0,2 секунды зафиксировалось двойное положение надгортанника. Это значит, что при позиции языка для произнесения *а* уже начался подъем надгортанника, характерный для *р*, т. е. глоточная трубка получила упреждающий импульс.

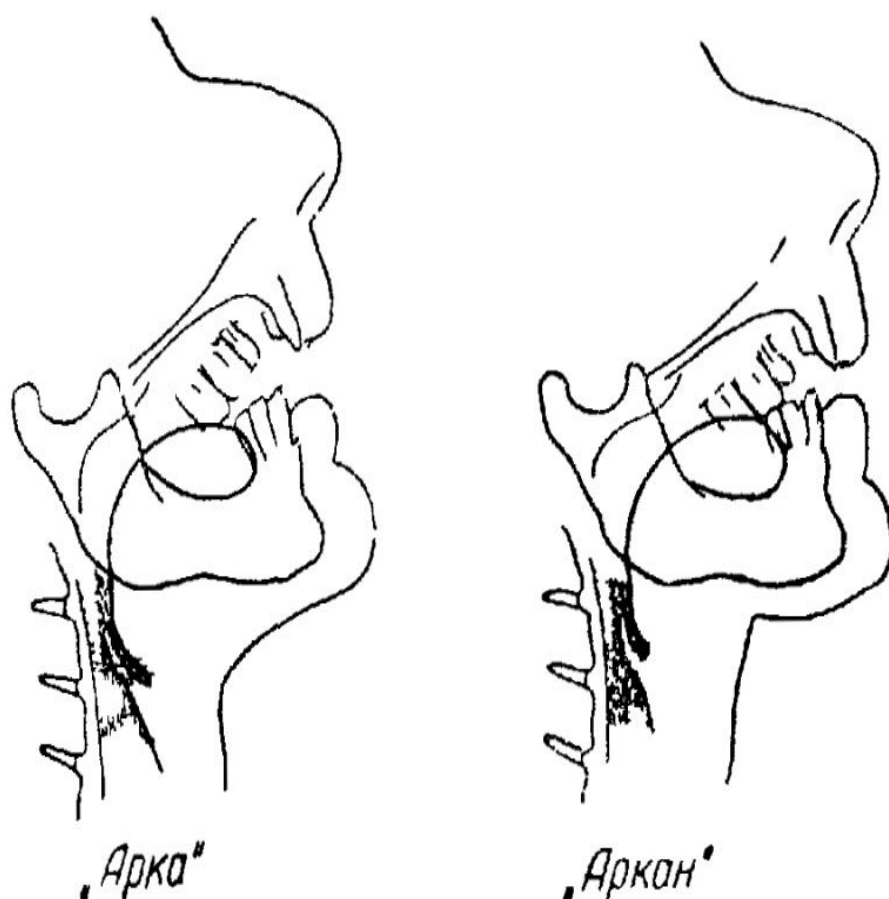
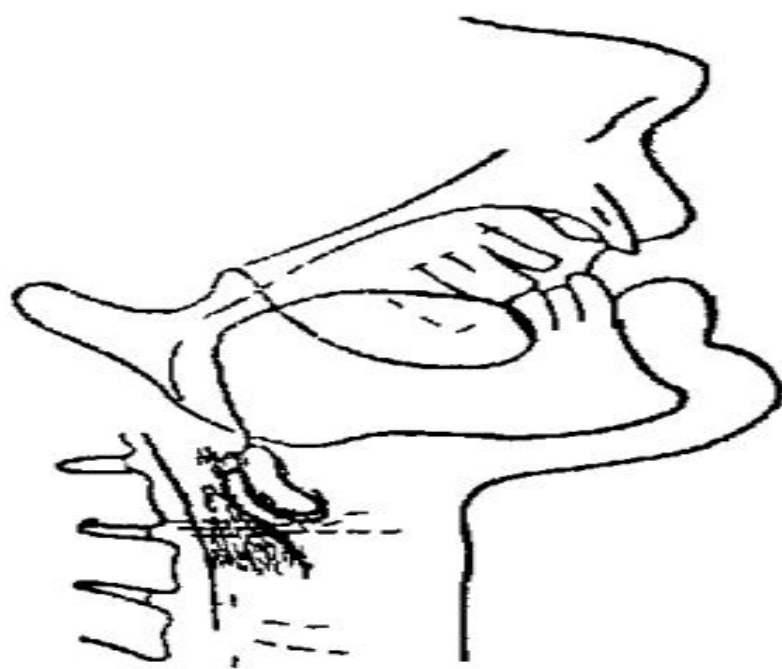


Рис. 54. А ударное в слове *арка* и я редуцированное в слове *аркан*



„Аркан“

Рис 55. А редуцированное в слове *аркан*

На рисунке 56 даны таблицы и спектры к звукам, зафиксированным в рассмотренных схемах. В графе "Чистая амплитуда" показана средняя величина амплитуд составляющих без учета кадров, где не было данной гармоники. Видно, что в редуцированном варианте спектр сместился влево, появились низкие гармоники из второго фильтра, уменьшилась амплитуда высоких гармоник из 16-го и особенно из фильтра 22. Основное различие ударного и редуцированного вариантов состоит в изменении соотношения амплитуд формант. Амплитуда высокой форманты из фильтра 10 в редуцированном варианте стала меньше как с

учетом нулевых мест, так и без них. Соотношение $\frac{10\phi}{7\phi} = 1,33$; в редуцированном амплитуд формант в ударном варианте $\frac{10\phi}{6\phi} = 0,87$. Кроме "того, низкая форманта в редуцированном звуковой оболочки слова ударением выражается не только в изменении дуги громкости, но и в перестройках спектра.

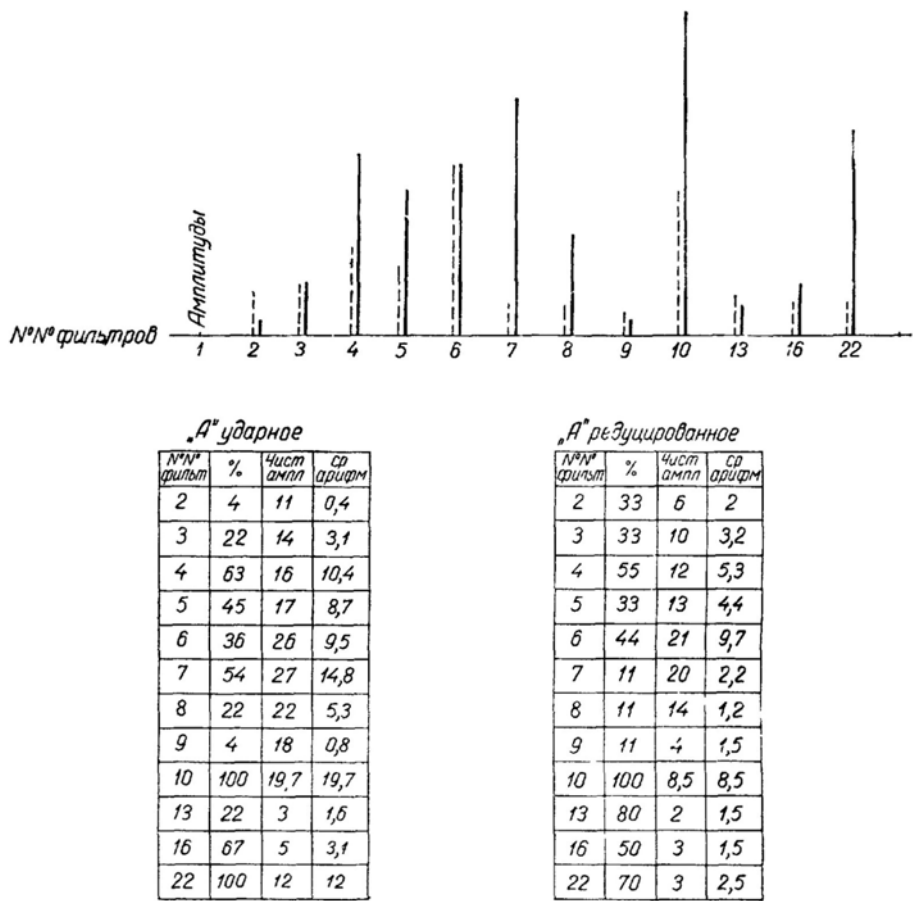


Рис. 56. Спектры произнесения а ударного в слове арка (сплошная линия) и а редуцированного в слове аркан (пунктирная линия)

То и другое определяется модуляцией глоточной трубки, которая образует разные объемы, в зависимости от места ударения в слове и,

соответственно, от разной силы принимаемых упреждающих и удерживающих импульсов.

Аналогичная, хотя и несколько более сложная картина наблюдается при редукции *о* в слове *водá*, (рис. 57), в сравнении с ударным вариантом *вòды*.

В ударном варианте отчетливо заметно огубление (промер от зубов до края губ). Это увеличивает полость ротового резонатора по сравнению с редуцированным вариантом.

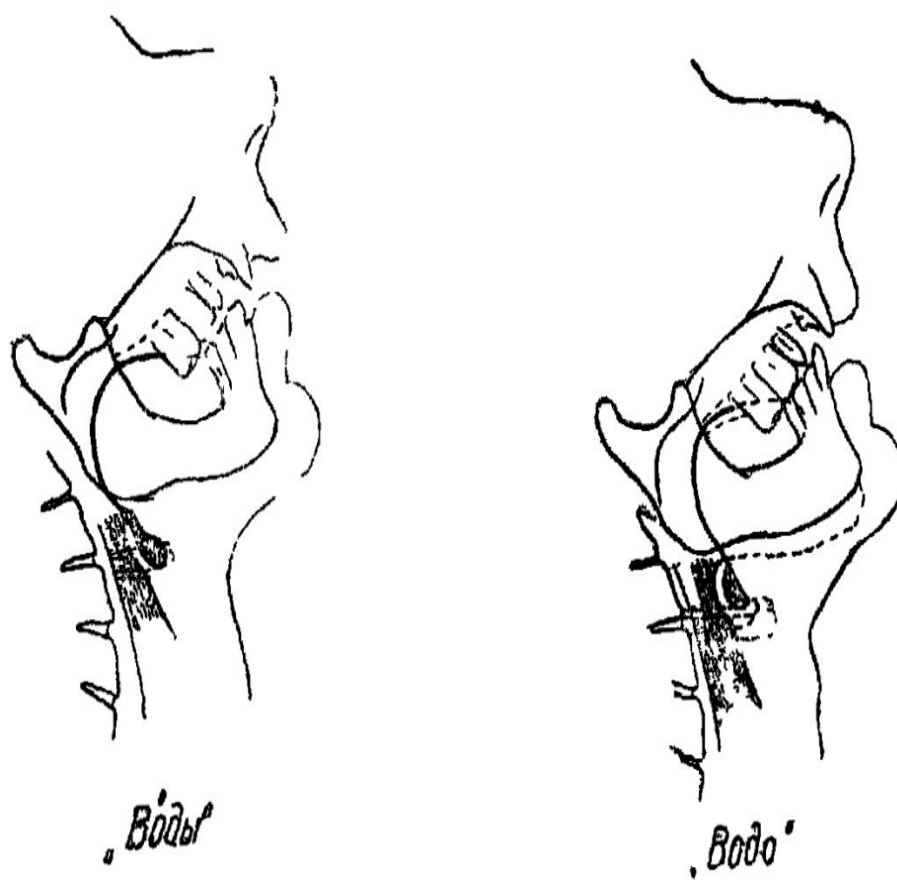


Рис. 57. *О* ударное в слове воды и *о* редуцированное в слове вода

Кроме того, в редуцированном варианте язык

несколько теряет средний подъем и по ряду продвигается вперед, приближаясь к положению при а, но не совпадая с ним. Однако глоточная трубка значительно шире не только по сравнению с объемом при произнесении а, но и по сравнению с ударным вариантом о.

Эти явления отразились на спектрах следующим образом: в редуцированном варианте возросли амплитуды низких гармоник (рис. 58). Соотношение двух наибольших по амплитуде частот почти не изменилось: в ударном варианте $5\phi/6\phi = 1,6$; в редуцированном $4\phi/5\phi = 1,25$.

Однако сами частоты с наибольшей амплитудой в редуцированном варианте сместились влево, и, кроме того, увеличились низкие частоты с фильтров 1, 2, 3. Вместе с тем в редуцированном варианте увеличились амплитуды более высоких частот с фильтров 9, 10. Передвижку спектра влево и увеличение амплитуд низких частот в редуцированном варианте следует отнести за счет увеличения объемов как ротового", так и особенно глоточного резонаторов, а некоторое увеличение амплитуд частот с фильтров 9 и 10 – за счет уподобления редуцированного о звуку а. Отчетливая картина редукции э представлена на рисунке 59.

Из представленного материала видно, что

механизм усиления и ослабления слоговых позиций очень прост: он основан на том же принципе, как и словообразование, и обусловлен возможностями глоточной трубки, которая может только сжиматься или расширяться. В этом механизме две части, взаимно регулирующие друг друга. Максимальное сужение трубки в пределах формантноаго отсека вызывает усиление слога, наилучшее выделение характерных для данных звуков формант и, соответственно, главенство этого слога в слове. Расширение трубки ослабляет слог, глушит формантные признаки и подчиняет слог ударному центру. В этом механизме противостоят две противоположно направленные силы. Одна из них усиливает артикуляцию, другая ослабляет ее. В момент, когда глоточная трубка узка, она как бы подчиняется ротовой артикуляции. Но как только трубка расширяется, она тормозит ротовую артикуляцию. Своеобразно неопределенное положение активных органов ротовой артикуляции в момент редукции есть не что иное, как влияние расширившейся трубки при ослаблении слога. Перемены артикуляционных позиций в неударяемых слотах следует рассматривать как производное от расширения глоточной трубки, так как от ее модуляций зависит распределение слоговой силы. Можно

думать, что при загрузке двигательного стереотипа слова к каждому из звуковых элементов в наборе слова присоединяется индекс, указывающий его слоговую силу. Выполнение этой двойной задачи осуществляется двойным ротоглоточным резонатором.

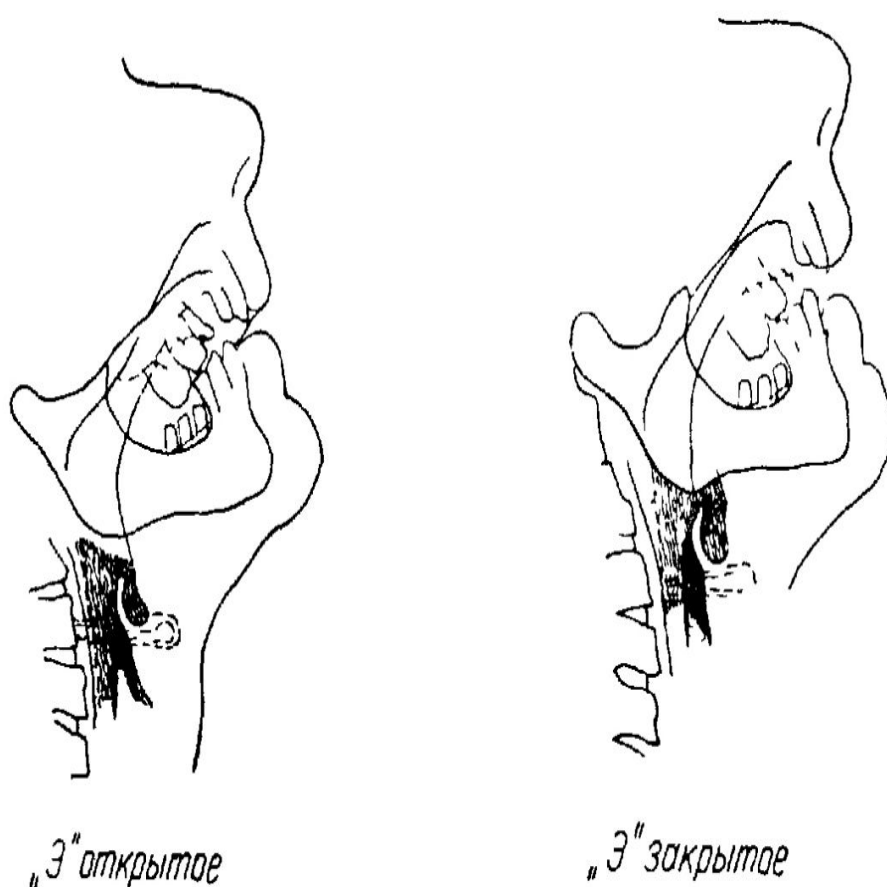


Рис. 58. Спектры произнесения о ударного в слове воды (сплошная линия) и о редуцированного в слове вода (пунктирная линия)

Речедвигательный анализатор может усвоить фонему только в системе тех реально изменяющихся звуковых градаций, в которых она появляется в разных словах. Практически это

значит, что при обучении, например, иностранному языку показом ротовой артикуляции можно добиться лишь самых грубых дифференцировок. Как бы "идеально" ни была поставлена ротовая артикуляция при произнесении того или другого звука иностранного языка, при переходе к словесному стереотипу она точас же будет разрушена глоточным дезартикулятором. Кроме ротовой артикуляции, должен быть усвоен силовой индекс для данного звука в данном слове. Это значит, что подлинная речевая дифференцировка звуков должна происходить не только в ротовом, но и в глоточном резонаторе. Выучка глоточной трубки – вот проблема, на которую до сих пор не было обращено должного внимания при обучении иностранному языку. От ее решения зависит правильное, не искаженное чуждым акцентом произношение.

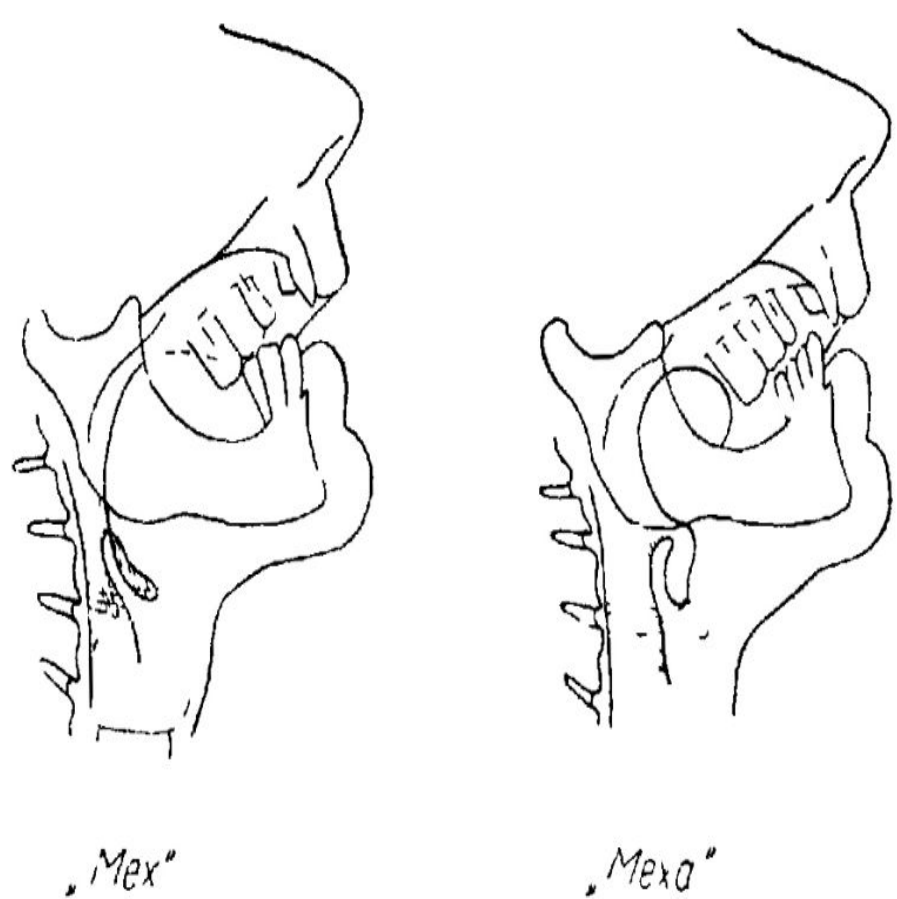


Рис. 59. Э ударное в слове мех и э редуцированное в слове меха

Прежде всего необходимо показать, что тонкие дифференцировки речедвижений достигаются лишь в результате согласования ротовой артикуляции с глоточными модуляциями, которое происходит в процессе включения звука в динамическую систему речи. Если при отдельном произнесении какой-либо звук одного языка в грубой дифференцировке почти не отличим от сходного звука другого языка, то при включении этого звука в слово нельзя ли обнаружить в модуляциях глоточной трубки такие явления, которые определяют специфические различия разных языковых систем?

Для ответа на этот вопрос возможны по меньшей мере два пути.

Можно подбирать лиц, в совершенстве владеющих двумя языками, т. е. обладающих двуязычием, и провести на этих дикторах рентгенологические наблюдения при произнесении ими сходных звуков обоих языков. Так как индивидуальные различия формы глотки и надгортанника довольно разнообразны, то достаточно точное сравнение объемов резонаторов при произнесении разных звуков возможно лишь на одном и том же объекте. Это неременное условие наблюдений вызывает не только вполне понятные организационные

затруднения при отыскании вполне подходящих дикторов, но и заставляет ставить вопрос принципиально. Двуязычие само является проблемой и особенно в части нормативного произношения. Какой-либо из языков для любого, обладающего двуязычием, окажется первым, а другой язык – вторым, усвоенным несколько позже. К этому следует добавить возможные и часто неизбежные диалектные наслоения у того или другого лица в отношении обоих языков.

Второй путь более прост организационно и убедительнее по существу поставленного вопроса. Можно проводить наблюдения за лицами, в совершенстве владеющими русским языком и обучающимися иностранному языку на специальном факультете этого языка в высшем учебном заведении. Несомненно, что у этих лиц можно ожидать перестройки слогового стереотипа с одного языка на другой, при полной сохранности стереотипа родного языка. В языковом вузе значительная доля времени в течение пяти лет отводится на перестройку артикуляционной базы студентов соответственно системе изучаемого языка. Конечно, никаких выводов о нормативности дифференцировок в отношении данного иностранного языка из таких наблюдений сделать нельзя. Однако общее

направление дифференцировок пойдет в сторону, приближающуюся к нормам изучаемого языка. В наблюдениях над студентами мы встречаемся с типичным случаем образования новой системы условно-рефлекторных связей в области речедвигательного анализатора, поэтому такой путь является наиболее прямым для ответа на поставленный вопрос.

В наших наблюдениях в качестве дикторов были привлечены две студентки-отличницы пятого курса факультета немецкого языка Московского государственного педагогического института иностранных языков. На одном дикторе исследовалось произношение *i* краткого ($\perp$) в немецком слове *it* *i* долгого (*i:*) в слове *ihm*; *u* ударного в русском слове *имя*; *u* неударного в слове *иметь*. На другом дикторе фиксировалось произношение *a* краткого в немецком слове *Ast* *a* долгого (*a:*) в словах *er ass*¹²⁵; *a* ударного в русском слове *Астрахань*; *a* неударного (первое) в слове *астраханский*.

На рентгеносхемах (рис. 60) показано произнесение вариантов *u*. Анализируя эти схемы, можно установить следующее. Положение языка в немецких и русских вариантах различно. При произнесении русских *u* задняя спинка языка поднимается круто вверх, в то время как при

произнесении немецких, спинка языка образует дугу. Вместе с тем есть попарное сходство в степени подъема языка к твердому нёбу – в немецком долгом *ɪ*($\perp$) и русском ударном *и* щель между нёбом и языком уже, чем в немецком кратком *и* русском безударном. Кроме того, заметно общее грубое сходство в положении языка во всех четырех рентгенограммах.

На общем фоне грубого сходства произошли очень тонкие дифференцировки ротовой артикуляции в двух направлениях. С одной стороны, отдифференцировалось немецкое и русское произношение, с другой стороны, разделились внутри себя немецкий и русский варианты (длгое – краткое; ударное – неударное). Сходство краткого немецкого с русским неударным *и* обнаруживается также и в том, что в обоих случаях губы за короткое время экспозиции пленки уже успели сомкнуться для произнесения *м*. Однако звук *м* еще не произносится; по негативу можно установить, что нёбная занавеска в обоих случаях отодвинута кзади. Положение языка показывает, что различие немецкого и русского *и* возникает в степени палатализации. В русском *и* язык ближе подходит к твердому нёбу, чем в немецком.

Соответственно этим различиям появляются

особые дифференцировки и в глоточной трубке. Схемы могут быть расположены в ряд постепенного увеличения объема глоточного резонатора по номерам 1, 2, 3, 4, поставленным у каждого фото. В номерах 1, 2, 3 расширение идет за счет верхней части глоточной трубки и изменения величины и формы валлекулы. Форма валлекулы в значительной мере зависит от положения корня языка, с которым верхний сжиматель глотки связан короткой языкоглоточной мышцей. Как увидим в дальнейшем, движения корня языка могут не совпадать по направлению с движениями его спинки и кончика. В номере 4 расширение глоточной трубки происходит на уровне подъязычной кости (пунктир). Различие в указанных объемах легко объясняется реципрокными соотношениями ротового и глоточного резонаторов. Русский вариант, как более палатализованный, требует более широкой глоточной трубки. Но краткое немецкое *ɪ* ($\perp$) менее сильно, чем русское ударное *и*, поэтому глоточная трубка в немецком варианте приобретает больший объем. Наиболее слабым *и* является в русском неударном варианте, поэтому здесь наблюдается наибольшее расширение глоточной трубки. Как видно, сходные и

различные признаки немецких и русских вариантов перекрещиваются. Краткость и безударность ослабляют слоговую силу, что достигается расширением глоточной трубки, уменьшение же палатализации сокращает объем трубки. Эта перекрестные дифференцировки очень тонки.

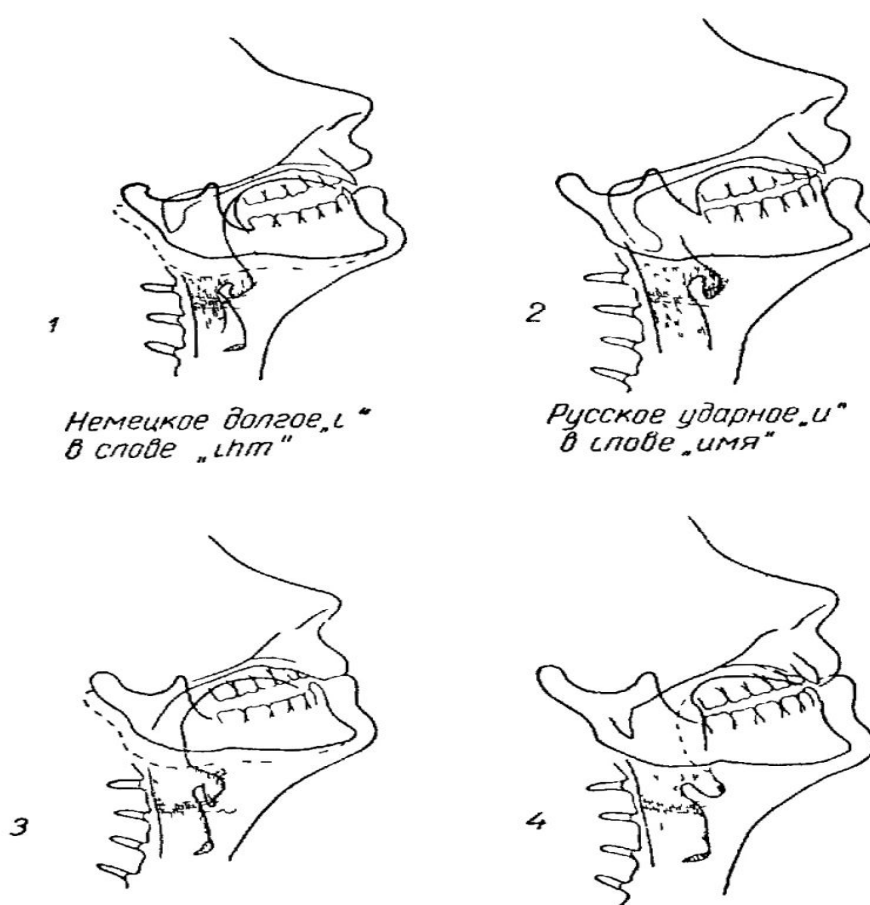


Рис. 60. Произнесение русского и немецкого *u*

Находясь в зависимости от слоговой силы, они могут образоваться только в том случае, когда звук включается в систему слогового стереотипа слова, иначе разные перекрещивающиеся признаки будут интерферировать.

Аналогичный результат получился для вариантов а (рисунок 61). В схемах 1, 2 положение языка почти одинаково, правда, в немецком варианте больше раствор рта и несколько выше подъем задней части языка. Бросается в глаза резкое отличие объемов глоточной трубки: при долгом немецком а трубка меньше по объему, чем при русском ударном а. Сравнение двух других рентгенограмм (3, 4) показывает, что язык в обоих случаях совершает упреждающий переход в положение для произнесения последующего с и z, но вследствие краткости немецкого а на схеме 4 зафиксирован момент начала произнесения z, поэтому схема 4 не может быть показательной для произнесения а. Однако самый этот факт обнаруживает, что влияние последующего звука по-разному сказывается на а в немецком и русском вариантах.

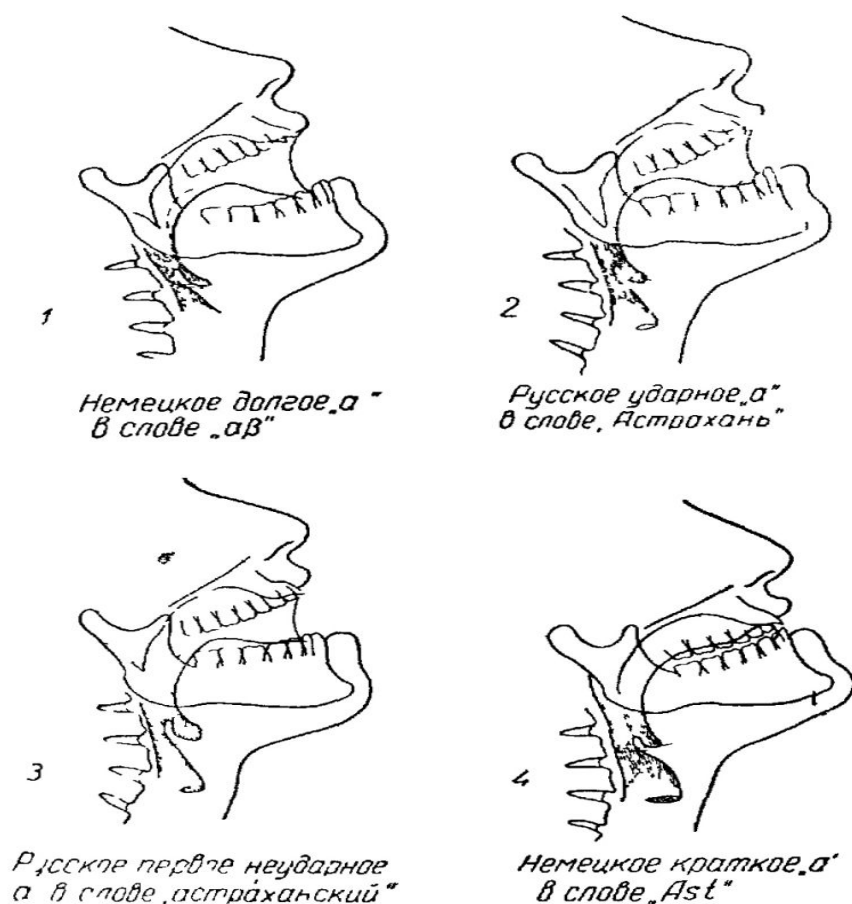


Рис. 61. Произнесение русского и немецкого а

В русском варианте переход от узкого положения глоточной трубки при а к более широкому совершает медленнее и более плавно, чем в аналогичном переходе в немецком варианте.

Представленных, хотя и немногочисленных рентгенограмм, достаточно для того, чтобы сделать некоторые весьма существенные выводы о механизме речи. Речевой звук дифференцируется только в системе слова. Лишь тогда из него могут быть выделены (отдифференцированы) те постоянные признаки, которые свойственны ему, независимо от окружающих звуков и еиловых позиций слова. В реальном речевом звуке всегда

будет множество варьирующихся признаков, комбинация которых свойственна только данному случаю, а не той части звука, которая при любых вариациях выполняет, как элемент, словоразличающую функцию. Здесь и возникает принципиальное различие и слитность статики и динамики речи. Через множество произнесений разных слов в рече-двигательном анализаторе отделяются, с одной стороны, система слово-различающих элементов и, с другой стороны силовые и позиционные индексы к этим элементам. В устной речи обе эти системы должны быть представлены в полном объеме. Однако, например, в письменной речи соотношение меняется. В самих записанных буквами словах нет никакой динамики, поэтому читающий должен сам расставлять динамические индексы. Во внутренней же речи пропадает необходимость воспроизводить по очереди артикуляцию каждого звука знакомого слова, поэтому оно легко может быть заменено только динамическим индексом. Однако во всех случаях обе системы, статическая и динамическая, присутствуют в том или другом соотношении.

Учитывая функции этих систем, термин "тонкая или точная дифференцировка" нельзя понимать в пространственном смысле. Нельзя

думать, что точность артикуляции состоит в том, что язык, губы, нижняя челюсть, нёбная занавеска должны занять при произнесении данного звука совершенно одинаковое, совпадающее всегда во всех точках пространства положение. Рентгенографический материал убеждает в обратном. В ударных и неударных позициях положение языка варьирует в некоторых пределах, при этом соответствующий звук воспроизводится и воспринимается вполне нормативно. Больше того, такой "запас" вариаций необходим, так как только в этих условиях возможны разного вида динамические приспособления одного звука к другому и градации слоговой силы. Точность дифференцировок – это точность соотношений между объемами ротового и глоточного резонаторов, между статикой и динамикой. Звуковой спектр приобретает различный вид в зависимости от величины динамических модуляций. Для каждого языка должно быть найдено точное соотношение между тем и другим.

Степень заполнения полосы частот в соотношении со звуковым давлением называют "объемом звука". Оказывается, что эта величина различна для разных языков. Так, для английского языка коэффициент объема звука –

0,96, для русского – 0,65, для итальянского – 0,26. Он различен и для разных музыкальных инструментов: литавры – 91,5; труба – 19,5; скрипка – 3,3; рояль – 3,15¹²⁶.

Казалось бы, для определения качества звука достаточно учесть, все точки ротовой полости, которые определяют ее объем как резонатора при произнесении данного звука. Тогда для каждого из языков останутся какие-то "пустые", не использованные при дифференцировке места. Эта идея "пустых" мест была выдвинута Л. В. Щербой¹²⁷, который сравнивал разработанную им классификацию звуков речи с периодической системой элементов Менделеева. В менделеевской таблице пустые места оставлены для еще не открытых элементов; подобно этому "пустые" места звуков речи будут заполнены после изучения фонетики разнообразных еще не исследованных языков или не наступивших еще изменений в составе звуков существующих языков. В этой концепции, несомненно, верным является то, то в некоторых языках совершенно (нет таких даже грубо дифференцированных артикуляционных позиций, которые могут быть в другом языке. Однако это не значит, что некоторые из таких "пустых" мест являются совершенно пустыми. Рентгенографический

анализ заставляет признать, что это не "пустые", а "запасные" места, места, в которых происходит дезартикуляционное смещение при смене динамики. Сюда относятся разные вариации открытости и закрытости гласных или оглушение звонких согласных на конце слов, когда одно из мест (голосовые связки) то "вынимается" из запаса, то "прячется" в него.

Одна из примечательных особенностей механизма образования речевого звука состоит в том, что он возникает из соотношения двух систем. Артикуляционные позиции в ротовом резонаторе для данного языка весьма ограничены по числу. Ступени динамических и звуковысотных модуляций могут быть переведены также в ограниченную и дискретную шкалу уровней. Однако соотношение этих двух систем дает возможность развернуть грандиозное число вариаций звука. Динамический индекс, который получает каждый звук, является показателем его места в системе слогового стереотипа слова, как новой по сравнению с отдельным звуком значимой единицы общения.

Представленный выше сравнительный материал из немецкого и русского языков показывает, что отдельные звуки этих языков различны не только по статике, но и по динамике.

Сами же динамические перестройки в составе слогового стереотипа могут быть обнаружены на материале данного, определенного языка.

На таблицах 24–25 альбома кинорентгено съемки надставной трубки показано произнесение слов *замок*, и *замок*. Сравнивая серию рентгенограмм, фиксирующую произнесение звуков в составе целого слова, с рентгенограммами произнесения отдельных звуков, видно, что в обоих случаях общая форма глоточной трубки сохраняется. Однако в деталях а особенно в величине колебаний объема глоточной трубки заметны существенные различия. Так, например, форма трубки на *м* в словах *за́мок-замо́к* на таблицах 24, 25 альбома (кадры 18–19, 29–30) и форма трубки при отдельном произнесении *м*, показанном на таблице 1 альбома (кадр 59), сходны. Однако объем трубки заметно меньше при произнесении этого звука в составе слова, чем при отдельном произнесении.

Аналогичные наблюдения можно сделать в отношении звука *к* (табл. 2 и 25 альбома). Наблюдаемое явление зависит не от индивидуальных анатомических особенностей надставной трубки дикторов, а от того, что в составе слова динамические модуляции выравниваются. Серия рентгенограмм объясняет

то явление, которое было отмечено при анализе акустических записей динамического уровня: при произнесении слова звуковое давление поступает непрерывным потоком, динамический уровень не падает до нуля, поэтому диапазон слоговых колебаний сокращается. Глоточная трубка производит залп слогов, получая по заранее сформированному стереотипу серию равносильных импульсов. Это можно заметить, прослеживая кадр за кадром серию рентгенограмм. От 1-го до 12-го кадра (24 таблица альбома) глоточная трубка в течение 0,48 секунды приходит в установочное положение для произнесения отдельного слова. Уже в кадре 12 она готова к произнесению *з*, но этот звук начинается только в кадре 13. Сравнивая *з* в ударном слоге *за́мок* (кадры 13 и 14) с *з* в неударном слоге *замо́к* (кадр 26), видим, что различие их состоит не только в том, что первое длилось 0,08 секунды, а второе 0,04 секунды, но также и в том, что верхнее измерение трубки выше подъязычной кости различно. При *з* в ударном слоге корень языка, образующий внешнее очертание валлекулы, изогнут дугой наружу, тогда как при произнесении *з* в неударном слоге дуга корня языка обращена внутрь или спрямлена. Это значит, что на ударном слоге в глотку поступила

большая порция воздуха, чем на неударном. Эта порция была сжата верхними констрикторами глотки. Сжимание началось с кадра 14 и продолжается дальше при формировании ударного слога. Сравнение кадров 13 и 14 в указанном измерении показывает усиление конца согласного ударного слога. Тот же согласный в неударном слоте модулирует значительно слабее. По рентгенограмме нельзя судить, усиливается ли его конечная часть. Вероятнее допустить, что краткость и ослабление общего уровня не вносят различий в начало и конец согласного. Таким образом, сильноконечность начальных согласных может быть документирована для ударных слогов и отдельно произносимых, в неударных же слогах это различие стирается. Прослеживая дальше процесс произнесения слова *за́мок*, видим, что в кадрах 15, 16, 17 (0,12 сек.) идет последовательное сжимание глоточной трубки на *а* и образование максимальной вершины громкости ударного слога *за*. На кадрах 18, 19 (24 и 25 таблицы) зарегистрировано вступление *м* в состав следующего слабого слота *мок*. Отчетливо видно, что трубка находится в рабочем фонационном состоянии также и в момент перехода ко второму слогу. Сравнение трубки в кадрах 18, 19 (*м* в слабом слоге) с кадрами 29–30

(*м* в сильном слоге *замок*) показывает, что форма глоточной трубки различна. На *м* в сильном слоге (кадры 29–30) трубка суживается вверху, при этом в 30-м кадре несколько больше, чем в 29-м. В кадрах же 18–19 (*м* в слабом слоге) верхняя¹²⁸ часть трубки спрямляется. Кроме того, сжатие губ в кадрах 29 и 30 больше, чем в кадрах 18 и 19. Очевидно, что таким способом достигается усиление согласного в ударном слоге. Усиление распространяется почти на всю надставную трубку – от губ до середины глотки, а возможно и дальше. Постепенное расширение глоточной трубки на кадрах 20, 21, 22 отражает конец последнего слабого слога и падение дуги громкости до нуля в кадрах 23, 24 (в таблицах не показаны).

Иначе заканчивается ударный слог *мок* в слове *замок*. В кадрах 30, 31, 32 идет усиление слога. Интересно обратить внимание на то, что на кадрах 31, 32 глоточная трубка, несколько суживаясь на *о*, в общем сохраняет форму, соответствующую произнесению *ж*, так как в этот момент оба звука сливаются. В кадрах 33, 34 идет быстрое падение громкости до нуля, фонация пропадает, но глоточная трубка не возвращается в первоначальное положение, как в кадре 1 (24 таблица альбома), так как диктору предстоит

произнесение еще нескольких слов. Глоточная трубка, приняв изготовительное положение для речи, удерживает его в течение длительного времени, хотя в промежутке между словами возникают полные паузы с падением интенсивности звука до нуля.

Таким образом, по серии рентгенограмм можно прочесть акустическую кривую слоговой динамики. Имея в руках оба ряда, нетрудно соотнести их друг с другом. Большие и малые вершины, отражающие слоговую структуру звукового стереотипа слова, возникают, как видно, в результате то более, то менее сильных глоточных модуляций, хотя было бы преждевременно утверждать, что это единственная причина слоговой разносильности. Можно лишь говорить о совпадении модуляции глоточной трубки с переменами динамических уровней, регистрируемых в акустических кривых.

Общая картина формирования произносительного стереотипа слова, описанная на примере *зàмок–замóк*, наблюдается и во всех других сериях рентгенограмм, показанных на других страницах альбома. Не входя в подробное описание этих регистрации, остановимся лишь на некоторых существенных деталях.

На 26 таблице альбома показано произнесение

слова *мокрота*. Первый редуцированный гласный в слове *мокрота*, воспринимаемый как схожий с *а* (кадры 39–40), образовался, как видно, в форме и объеме глоточной трубки, также вполне сходной с той формой, которая всегда бывает при произнесении *а*. Однако при произнесении ударного *о* (кадры 44–45) объем глоточной трубки стал несколько меньше. Форма и объем трубки на редуцированном *а* соответствуют максимальному расширению формантного отсека *а*. Хотя различие в объеме трубки на *а* и *о* в данном случае невелико, но так как нормальный формантный отсек для *о* больше, чем для *а*, то уменьшение объема за пределы отсека *а* следует рассматривать как значительное усиление ударного *о*.

Сужение трубки при слоговом усилении должно оцениваться не как абсолютное сужение, а как относительное в пределах формантного отсека. Так как *а* и *о* наиболее громки, их формантные отсеки могут в некоторых случаях заходить друг за друга, тогда ослабление *а* или усиление *о* будет выражено с максимальной силой. Так, при произнесении последнего гласного в третьей степени редукции в том же слове (*мокроты*), кадры 47–48, глоточная трубка расширилась уже довольно значительно. Это явление следует понимать, как сильнейшую

дзартикуляцию конечного а, вызываемую переходом глоточной трубки в другой формантный отсек при ослаблении слога. Если при этом в какой-то мере все же сохраняется ротовая артикуляция а, то расширение глоточной трубки все равно внесет новую, чуждую для а форманту, вследствие чего и произойдет качественная редукция. Вместо понятий "качественная и количественная редукция" правильнее применять понятие "силовая редукция", которая и вызывает изменение качества и уменьшение количества (времени) звука. Силовая редукция возникает как результат взаимодействия двух реципрокных звеньев резонаторного механизма – артикуляции и дзартикуляции, вступление которых в действие определяется усвоенным порядком динамических индексов. Это значит, что слово запускается из центра только по одному импульсу. Оно отбирается из лексического фонда как одно целое, так как речедвигательный анализатор усваивает слова в стереотипном составе элементов и динамических индексов. Это обстоятельство имеет важнейшее значение в речевом процессе. Для сообщения отбираются только слова, отбор же звуков для слова произошел в процессе выучки, т. е. складывания в компактное единство

словесного стереотипа. Здесь в полной мере действует закон "все или ничего"—слово или вспоминается целиком, как бы сразу всплывает, или вообще не вспоминается.

Сцепление в стереотипе речедвижений происходит разными способами, которые, в конечном счете, сводятся все к тому же механизму упреждения и удержания. В этой связи интересно обратить внимание на кадры 40–44 (26 табл. альбома). Кадры 42–43 соответствуют произнесению *р*. Надгортанник при этом должен совершить плавное движение вверх и опускание. Эволюция надгортанника началась уже на предшествующем звуке *к* (кадр 41), продолжается на самом *р* (кадры 42–43) и заканчивается на последующем гласном (кадр 44), где происходит опускание надгортанника. Специфическая для *р* модуляция упреждает его звучание и удерживается на последующем звуке. Эволюция надгортанника на *р* распространяет свое влияние на соседние звуки и связывает их. Этим, вероятно, в значительной мере определяется то, что при сочетании двух согласных, из которых вторым является слогораздел проходит перед этими двумя согласными, даже и в том случае, когда предшествующий слог является ударным: например, *мокрый*. Звук *к* отходит к *р*, так как уже

на *к* должна начаться сложная эволюция надгортанника. Однако при произнесении *р* в слове *мокрота* (кадр 54, 27 таблица альбома), хотя и происходит подъем надгортанника, начина" с кадра 53-го, но в гораздо меньшей степени. Различие объясняется тем, что в первом случае (*мокрота*) слог *кро*- является ударным, а во втором случае – неударным.

Аналогично этому при произнесении *т* в безударном слоге *тъ*-(*макрота*), кадр 46, глоточная трубка несколько шире, чем при произнесении *т* в ударном слоге слова *мокрота*. Как и следовало ожидать, из всех кадров, приведенных на таблицах 26, 27 альбома, глоточная трубка принимает наименьший объем на кадрах 58–59, что соответствует произнесению *а* в слове *мокрота*.

Очень резкое выделение ударного слога произошло при произнесении слова *атлас* (на 29 таблице альбома). Ударный слог *а* начинается в кадре 66 и заканчивается в кадре 70, занимая 0,20 секунды. Обращает на себя внимание широкая глоточная трубка в начале звучания *а* и быстрое ее сужение в следующем кадре. В этот начальный момент модулировалась восходящая дуга громкости слога, что осуществлялось путем перехода трубки от большего объема к меньшему.

В кадрах 66–70 при постепенном закрывании рта и расширении глоточной трубки формировалась ниспадающая дуга громкости первого слога. Модуляции глоточной трубки на втором неударном слове *атлас* (кадры 71–75) едва заметны. Лишь в кадре 73 можно обнаружить очень незначительное сужение трубки. Сильное сглаживание или почти полная пропажа слоговой модуляции на неударном слоге вызывает по контрасту еще большее усиление первого, ударного слота.

При произнесении слова *атлас* (кадры 77–86, таблица 30) контрастность силы слогов значительно меньше, так как предударный слог редуцируется меньше, чем заударный. Здесь в первых трех кадрах происходит образование первого слога, а в последующих семи кадрах формирование второго, ударного слога, при этом, в отличие от вышеописанного неударного слога того же состава, здесь на каждом из звуков ударного слога *тлас* глоточная трубка меняет форму в той или другой части. Сила удара распределяется по всем звукам слога за 0,28 сек, (аналогичный слог в неударном положении 0,2 сек.). Максимум громкости падает на *а* в кадрах 82–83. Начало *с* сильнее, чем конец, так как глоточная трубка в кадре 85 меньше по объему,

чем в кадре 86. Однако, как указывалось выше, трудно говорить о сильноначальности согласного в неударном слоге; не только на *с*, но и на других согласных в неударном слове *атлас* (кадры 71–75, 29 таблица) силовых модуляций не наблюдается.

В связи с представленными выше (стр. 185) акустическими записями слова *колокола*, а также с частыми "пропажами" слоговых вершин во фразовых записях, представляет принципиальный интерес рассмотрение кинорентгено съемки, регистрирующей произнесение слов: *колокол*, *колокольный*, *колокола*. Эти слова произносились по отдельности с достаточно отчетливой слышимостью всех звуков. Изучение рентгенограмм показывает, что при произнесении слова *колокола* пропадает один из слогов, хотя звуки этого слога артикулируются. Относящиеся сюда записи помещены на таблицах 31–35 альбома рентгенограмм.

Слово *колокол* зарегистрировалось так. В кадрах 20–21 произносится *к*. Заметное усиление *к* соответствует его позиции в ударяемом слоге. В кадрах 22–23 видно сужение глоточной трубки и, соответственно, нарастание слоговой дуги громкости на ударном *о*. Далее в кадре 24 заметно характерное для *л* удлинение глоточной трубки, а в кадре 25 – некоторое сокращение трубки на

редуцированном гласном. Аналогично зарегистрировалось произнесение слова *колокольный* (табл. 32, 33). Здесь также можно достаточно отчетливо различить модуляцию всех слогов и соответствующую форму глоточной трубки на каждом из произнесенных звуков. Видно, кроме того, что звуки *л* и *н* (кадры 41–43) смягчаются, так как глоточная трубка расширяется, как при мягкости.

На 34 и 35 таблицах альбома показано произнесение, слова *колокола* тем же диктором непосредственно после первых двух слов. В кадре 49 произносится *к*, в кадре 50 – редуцированный гласный; здесь заметно сужение глоточной трубки при образовании первого слога. В кадре 52 произносилось *к* третьего слога, форма трубки совершенно аналогична той, которая отмечена на кадре 49. Спрашивается, что же происходило на кадре 51 за время в 0,04 секунды? Сравнение произнесения первых двух ранее рассмотренных слов с произнесением третьего слова дает возможность ответить на этот вопрос. При произнесении слов *колокол* и *колокольный* первые два слога зафиксированы достаточно ясно и заметны по глоточной модуляции. При произнесении же второго, слога в слове *колокола* модуляция трубки если и могла произойти, то

только в одном кадре 51 за 0,04 секунды. Однако подъязычная кость и надгортанник остались на месте и не смогли совершить за это время даже небольших смещений вверх и по диагонали, как в кадрах 54, 55 (ударный слог). Остается признать, что в кадре 51 глоточная модуляция отсутствовала. В этот момент слога не образовалось вследствие чрезвычайной ослабленности позиции.

Таким образом, мы получили ответ на ранее остававшийся не вполне ясным вопрос. "Пропажа" слога, обнаруженная при акустических записях динамики произнесения слова *колокола*, произошла не вследствие инерции акустического записывающего прибора, а в результате инерции самой глоточной трубки, производящей слоги. Это нуль динамического отсчета, самая слабая слоговая позиция. В разбираемом случае эта позиция включена как динамический индекс в стереотип слова, так как оно является многосложным с сильно центрированным ударением на конце.

Такие слоговые нули могут появиться при фразовом произнесении в самых различных местах слов, за исключением ударных слогов. Это явление, как раньше было показано, и обнаруживается при акустических записях,

создавая их сложный динамический рельеф.

Последнее, на что следует обратить внимание при изучении стереотипа звуковой оболочки слова, – это на произнесение слога со стечением согласных. На 36, 37 таблицах альбома показано произнесение слова *абстрактный*. В кадрах 66–70 заметны в ударном слоге на звуках *остр* некоторые колебания глоточной трубки. Даже в неударном слоге видно различие *m* (кадр 76) от *n* (кадр 78). Казалось бы, что "пропажа" слогов свидетельствует о такой значительной инертности глоточной трубки, что малые модуляции на динамически малоподвижных согласных не должны происходить. В действительности, как отмечалось, глоточная трубка в такой же мере подвижна и тонко чувствительна, как инертна. То и другое свойство используется в процессе речи при выработке динамических уровней путем нормализации и кодирования индексами в слоговом стереотипе слова. Модуляции глоточной трубки на согласных показывают также, что перемен воздушного давления ровно столько, сколько звуков в слове, а не столько, сколько слогов, как полагают представители экспираторной концепции слога.

Из обсужденного в этом параграфе материала вытекает следующий общий вывод по вопросу об

управлении речедвижениями. При произнесении отобранного слова задается один сложно синтезированный импульс на множество групп мышечных волокон резонаторной, генераторной и дыхательной систем. Каждый из аналитических ингредиентов этого импульса приспособляется к другим в процессе выработки слогового словесного стереотипа. Так как конечный результат составляет специфическое речевое, звуковое образование, то синтез речедвижений по запущенному стереотипу осуществляется в двух отделах резонаторной системы – артикуляционном и дезартикуляционном. Включение попеременно то одного, то другого из генераторов выполняет ту же функцию перемен резонанса, при этом один из отделов этого, также двойного, механизма – шумовой генератор – вырабатывает статические, малоподвижные элементы слова – согласные, а голосовой генератор – подвижные, легко модулируемые по слоговой силе элементы – гласные. Дыхательная система, как подающая энергию, должна целиком приспособиться к тем требованиям и условиям, которые возникают в резонаторной системе.

Однако как только слово само становится элементом фразы и соответственно возникает еще более сложный единый аналитико-синтетический

центральный импульс, так слоговой стереотип всех слов, входящих во фразу, перестраивается заново. Некоторые фактические данные по этому вопросу будут представлены в следующем параграфе.

§ 29. Слоговые перестройки в фразе

Производить рентгенологические наблюдения за процессом живой, разговорной речи трудно по чисто техническим причинам. Дальнейшее усовершенствование методики, вероятно, позволит преодолеть эти затруднения. На сегодняшний день приходится ограничиваться лишь предварительной ориентировкой в этом вопросе, вообще говоря, всегда необходимой при изучении относительно нового явления. Наша задача состояла только в том, чтобы при помощи кинорентгено съемки зафиксировать произнесение фраз с переменной логического ударения.

Под рентгеновскими лучами испытываемый в течение 3–4 секунд произносил трижды фразу *Сколько это стоит*, один раз с ударением на первом слове, другой раз – на втором и последний раз – на третьем слове. Такое произнесение, конечно, не может считаться вполне натуральным и вытекающим из какой-либо определенной жизненной ситуации. Уже то обстоятельство, что голова испытуемого должна была сохранять за время съемки постоянное положение, нарушало естественную экспрессию речи. Однако самый факт интонационного выделения одного из слов и

слитность произнесения всей фразы были достигнуты в полной мере. Кроме того, соблюдалось требование отчетливого и громкого произнесения всех звуков слова, без нарочитой скороговорки. Произнесение фиксировалось на магнитофонной ленте. Контроль показал вполне разборчивую речь. Из полученных на двух объектах серий кинокадров в альбоме рентгенограмм приводится одна, так как другая серия вполне аналогична первой (38–44 табл. альбома).

Вначале рассмотрим общую картину соотношения явлений во времени, представленную в таблице 6. Под номером 1 указан вариант с ударением на слове *сколько*, под номером 2 – вариант с ударением на слове *это* и под номером 3 – с ударением на слове *стоит*. Между словами проставлено время пауз.

№ п/п.	Сколько	Пауза	это	Пауза	стоит	Пауза	
1	0,44	0,08	0,12	0,08	0,32	0,16	1,20
2	0,36	0,16	0,44	0,16	0,24	0,08	1,42
3	0,28	0	0,12	0,04	0,44	—	0,88
							3,50

Таблица 6. Время произнесения в секундах¹²⁹

Из таблицы видно, что во фразе происходят довольно значительные перестройки во времени произнесения слов. Ударяемые слова во всех трех случаях были произнесены за одинаковое время (0,44 секунды), хотя слово *это* состоит только из трех звуков, а два другие — из шести и пяти. Конечно, слоги, состоящие из большего количества звуков, более длительны, чем состоящие из меньшего количества звуков. Это показывает, что перестройки происходят не в отдельных звуковых элементах, а в слогах. Количество слогов в каждом из этих трех слов одинаково. Попад в ударную позицию, они

изменились также одинаково. Так как время 0,44 секунды на два слога близко подходит к средней норме длительности слога, то следует допустить, что основные и по количеству значительные перестройки во времени произошли не за счет удлинения ударного слога, а за счет укорочения неударных слов. Если время произнесения ударяемого слова принять за 100, то получится следующая таблица.

Произне- сения	Сколько	это	стоит
1	100	24	72
2	79	100	54
3	63	27	100

Таблица 7. Относительное время произнесения

Вариации изменений длительности слова определяют пределы изменчивости словесного стереотипа во фразе. В неударном положении произнесение слова сокращается по времени в 1,5 раза, в 2, а иногда почти в 4 раза. Это, несомненно, одно из средств динамической перестройки речевого материала, имеющей предметное сигнальное значение, так как объектом перестройки является осмысленное сообщение.

Само явление временной перестройки слогов, хотя и изучено очень мало, но в общей форме достаточно понятно, известно и может быть определено по записям на акустической аппаратуре. Однако интерес представляет то обстоятельство, что временные показатели могут быть установлены при анализе рентгенограмм с учетом, с одной стороны, артикуляционных позиций, с другой стороны, глоточных модуляций. Так как само явление перемены времени развертывания слогового стереотипа слова относится к динамике речи, то главным эффекторным звеном, производящим эти интонационные изменения, является глоточная трубка. Слово с одним и тем же составом артикуляционных движений, но находящееся в разных фразовых динамических позициях,

занимает разное время произнесения, при этом различия обнаруживаются не в артикуляционных позициях, а в изменениях объема глоточной трубки. Это значит, что квантование слогов по времени как при их отдельном произнесении, так и при произнесении в отдельном слове и во фразе производится в модуляциях глоточной трубки. Следует выяснить, как происходит измерение времени в глоточной трубке и за какой счет относится удлинение или укорочение слогов.

Установлено, что среднее время произнесения слога составляет 0,2 секунды. Это совпадает с приведенным выше рентгенографическим материалом, где отдельные слоги *ца*, *ци*, *ја*, *јо* и др. произносились 0,2 секунды; два слова в словах *áтлас-атлáс* – 0,40 секунды; два слога в словах *зáмок-замóк* – 0,36 секунды. В фразе *Сколько это стоит* – шесть слогов. Если взять среднее из трех произнесений вместе с паузами, то и здесь, как показывают данные 6 (стр. 258) таблицы, слог длится около 0,2 секунды. Однако, исключив паузы, получим среднюю длительность слога – 0,15 секунды. Если же принять во внимание, что неударные слова значительно сокращаются по сравнению с ударными, то окажется, что длительность неударяемых слогов в неударяемых словах иногда падает ниже средней нормы в 5 раз.

Так как средняя длительность слога вместе с паузами во всех трех произнесениях приближается к средней норме, то в разбираемых опытах средний темп произнесения был одинаков. На единицу времени в среднем падало одинаковое количество слогов в каждом из трех произнесений. Но при неизменности среднего темпа произошли значительные изменения в соотношении слоговых длительностей. Сдвиги во времени идут не столько в направлении увеличения длительности ударяемых слогов, сколько в направлении уменьшения длительности неударяемых. Иначе говоря, происходит сильная фразовая слоговая редукция. Средняя длительность неударяемых слов сократилась на величину в пределах от 21 до 73%. Соотношение же ударных и неударных слогов внутри слова изменилось по-разному, в зависимости от самого словесного произносительного стереотипа.

№	%	скл. 1б-ко		№	%	э-мо		№	%	стл-um	
1	77	0,34	0,10	1	33	0,04	0,08	1	62	0,20	0,12
2	77	0,28	0,08	2	45	0,21	0,24	2	66	0,16	0,08
3	71	0,20	0,08	3	33	0,04	0,08	3	63	0,28	0,16

Таблица 8. Длительность ударных и неударных слогов

Соотношение длительности произнесения ударных и неударных слогов для каждого слова представлено в таблице 8.

В строке No 1 показан вариант с ударением на слове *сколько*; в строке No 2 – вариант с ударением на *это*; в строке No 3 – ударение на *стоит*. В графе % указан процент длительности ударного слога в отношении к длительности всего слова.

В словах *с^ко^ль^ко* и *с^то^ит* ударные слоги во всех вариантах длительнее, чем неударные, так как ударные состоят из 4 "и 3 элементов, а неударные из двух. В слове *это* ударный слог, как состоящий из одного элемента, менее длителен во всех вариантах, чем неударный, состоящий из двух элементов. Как видно из графы %, ударный слог в разных вариантах произнесения почти не меняет своего веса по отношению к неударному слогу. Меняется длительность произнесения всего слова в сторону уменьшения времени в неударных вариантах. В первом слове – *сколько*, когда в нем не было фразового ударения, ударный слог сократился на 45% (строка No 3), во втором слове – *это* на 80% и в третьем слове – *стоит* на 43% (строка No2).

Эффект фразового ударения определяется лишь частично тем, что усиливаются ударные

слоги того слова, которое несет фразовое ударение, главным же образом тем, что ослабляются ударные слоги в тех словах, которые не имеют фразового ударения. В живой разговорной речи следует ожидать более значительных изменений в том же направлении.

Описанное явление следует рассматривать как сильнейшее сжатие динамического диапазона, так как сокращение длительности слога есть не что иное, как ослабление его силы. Динамическое ослабление происходит при достаточно сильной и отчетливой артикуляции всех звуков. Это расхождение артикуляции и слогового ослабления создает основу для выразительности речи. Развертываясь в нормальном темпе и не выходя из сравнительно узких пределов динамического диапазона, она формируется по выделительным модуляциям главным образом за счет очень малых колебаний в нижней части диапазона и сведения к нулю слоговых различий в некоторых местах. Выразительность состоит не в том, что ударный слог делается сильнее, как бы выкрикивается, а в том, что, оставаясь почти на среднем уровне, он выделяется в результате значительного ослабления других слогов.

Эти соотношения важно учитывать во многих случаях. Так, в сценической речи дикция

достигается отчетливой артикуляцией, слышимость — правильно выбранным абсолютным уровнем — это первый элементарный механизм разборчивости речи. Выразительность же достигается преимущественно ослаблением слоговых модуляций в разных градациях и, конечно, переменами основного тона. Ослабление слогов несколько не уменьшает средней громкости речи и ее разборчивости, но позволяет очень тонко выделить некоторые из значимых элементов. Так формируется второй, более сложный механизм собственно выразительной речи.

При передачах звуков по каналам связи обычно стремятся к тому, чтобы сжать динамический диапазон, так как в его значительных отклонениях может быть потеряна пропорциональность вследствие влияния помех. При передаче речи отпадает забота о дополнительном сжатии динамического диапазона. Зато возрастает опасность потери тонких нюансов слоговых модуляций, которые будут выражаться в малых, но значимых, смещениях звукового спектра. Потеря произойдет не в разборчивости, а в выразительности речи. Вот почему передача сценического исполнения на пластинке, киноплёнке или по радио с точки

зрения художественной выразительности менее совершенна, чем в натуре, при хорошей разборчивости элементов.

Полное объяснение механизма сжатия динамического диапазона речи может быть получено при изучении речевого дыхания, но и само речевое дыхание останется непонятным, если не обследована картина глоточных модуляций. Явления, которые были здесь описаны в терминах времени, находят полное соответствие в силовых модуляциях глоточной трубки.

На таблицах 38, 39 альбома представлены рентгенограммы произнесения исследуемой фразы с ударением на первом слове. В ударяемом слове начальная часть первого согласного с усилена, что видно по относительно сужению верхней части глоточной трубки (кадр 15) и по некоторому расширению ее в 17-м кадре (через 0,12 сек.). Таким образом, вопреки обычному правилу, установленному для произнесения отдельных слов, здесь при фразовом ударении в восходящей дуге слога усилилась не конечная часть согласного, а начальная. Звук *с* в слове *сколько* как бы образовал свой особый, малый слог. Это явление было отмечено в § 23 (стр. 192) при разборе акустических записей актерской речи на материале тех же слов.

В кадре 20 происходит заметное сужение глоточной трубки на ударном гласном и расширение ее в кадре 21 на ниспадающей слоговой дуге. В кадре 22 видно расширение трубки при смягчении *л*. Заметно сужение и в кадре 24 на последнем редуцированном неударном слоге. Таким образом, глоточная трубка на слове, выделенном фразовым ударением, модулирует вполне отчетливо.

Наоборот, в трех кадрах (28, 29, 30), регистрирующих произнесение неударяемого слова *это*, глоточные модуляции значительно ослаблены. В кадре 29 надгортанник едва заметно поднимается на *т*, тогда как при произнесении отдельных слов и слогов он, вместе с подъязычной костью довольно высоко восходит кверху. В кадре 30 все же заметно сужение трубки на последнем гласном. При произнесении неударного слова *стоит* модуляции глотки на *с* и *т* ничтожны, зато ударный слог (кадры 36, 37) выделяется вполне отчетливо. Однако при сравнении с ударяемым слогам в ударном слове *ско́лько* (кадры 20, 21) порядок сжатия и расширения трубки разный: в ударном слове *сколько* громкость ударного слога возрастает сразу, в неударном же слове на ударном *о* (кадры 36–37) громкость появляется постепенно. Далее на *и* (кадры 38, 39) идет

заметное падение громкости и наблюдаются очень малые модуляции глоточной трубки в виде расширения ее верхней части. Последнее *m* (кадры 40, 41) очень слабо. Таким образом, в неударном слове *стоит* отчетливо модулирован только ударный слог.

На таблицах 40–42 альбома зафиксировано произнесение фразы с ударением на слове *это*. В кадрах 58–62 видно сужение глоточной трубки в верхней части и расширение ее к концу произнесения слога *э*. Обращает на себя внимание резкое различие в произнесении слога в неударном варианте (кадр 28, таблица 39) и в разбираемом – ударном: в первом случае слог зафиксировался лишь в одном кадре при отсутствии глоточных модуляций, в ударном же варианте он занял 5 кадров, в которых глоточные модуляции заметны, как и во всяком отдельно произносимом слоге. Уже на 62-м кадре, т. е. на конце первого слога *э*, начинается подъем подъязычной кости, как упреждение предстоящего *т*, он продолжается на самом *т* (кадры 63–64), и с кадра 65 идет постепенное опускание подъязычной кости. Глоточная трубка отчетливо модулирует и при произнесении последнего редуцированного гласного (кадры 66–67). Сравнение этой серии рентгенограмм с

предшествующей (39 таблица альбома, кадры 28, 29, 30) и с последующей (43 таблица, кадры 88, 89, 90), где зафиксированы произнесения того же слова в неударяемой позиции, показывает резкое различие в отношении длительности и силы глоточных модуляций. В ударном варианте происходят такие же явления, как и в отдельно произносимом слове, в неударных же вариантах возникает сильнейшее сглаживание глоточных модуляций, вплоть до "пропажи" первого ударного слога в слове *это*.

Во втором варианте произнесения с ударением на слове *это* (*Сколько это стоит*) неударяемые слова *сколько* и *стоит* значительно ослабились по слоговой модуляции. В слове *сколько* модуляции более заметны, чем в слове *стоит*. Так, например, при произнесении *сколько* в кадре 48 заметно отчетливое сужение глоточной трубки на ударном о, тогда как при произнесении *стоит* (кадр 75) на ударном о скорее можно говорить о расширении трубки, чем о сужении. Здесь образование слога произошло за счет смены генераторов, т. е. включения голосовых связок на о после г, а глоточная трубка произвела заглушение слоговой дуги громкости. При сравнении кадра 75 с кадрами 96, 97, 98 (44 табл. альбома), где произносится один и тот же слог

сто того же слова *стоит*, видно, как в ударном слове постепенно от кадра 96 до 98 глоточная трубка совершает модуляции, которые пропали в кадре 75. Особенно стерты силовые модуляции при произнесении слова это в третьем варианте при ударении во фразе на последнем слове (кадры 88, 89, 90, 43 табл. альбома). За все это время глоточная трубка сохраняет неизменный объем и форму, принятые при произнесении последнего редуцированного гласного предшествующего слова, с потерей паузы между словами (кадр 87). Здесь, при отсутствии слоговых модуляций, все звуки слова отчетливо артикулировались и различались при прослушивании магнитофонной ленты. Слово было произнесено, но на одном динамическом уровне, как будто бы в нем не было слогов.

Теперь можно убедиться в полной мере в том, что вопрос о "пропаже" слогов, несмотря на кажущуюся парадоксальность этого явления, выясняется из представленного материала с достаточной определенностью. Слоговой механизм, как и другие механизмы речи, состоит из двух противостоящих разделов. В этом общем положении по мере накопления материала мы убеждаемся все больше и больше. Работа первого раздела состоит в том, что путем перемены

звуковых генераций создаются минимальные комплексы из двух сортов звука – согласных и гласных или их комбинаций. Это различие является основой для слога. Но оно недостаточно для того, чтобы модулировать и сцепить между собой эти минимальные комплексы. Второй раздел механизма слогаобразования вводит в действие путем слоговой модуляции равносильность статических комплексов и тем самым в разной степени сцепляет или расслабляет элементы словесного звукокомплекса. Противостояние этих разделов общего механизма состоит в том, что один (модуляция) усиливает или ослабляет то, что сделано другим. При полном отсутствии слоговой модуляции в некоторых местах остается, так сказать, "голая статика", которая, вследствие усиления модуляции в других местах, включается в общий динамический рисунок произнесения, что и создает выразительность речи.

Выделение сильных и слабых групп во фразе составляет механизм ее членения на синтагмы. С одной стороны, отделяются сами группы – это аналитический компонент явления, с другой стороны, отчлененные группы распределяются по уровням силы и тем самым сопоставляются и объединяются – это синтетический компонент.

Принцип работы этого механизма, как видно, прост – здесь действует все тот же закон усиления и ослабления, восстановления и редукции. Но так как на этом наивысшем уровне фразового анализа и синтеза вступает в действие множество элементов, синтезированных на предшествующих уровнях и соотносящихся друг с другом по ряду пересекающихся признаков, то количество возможных фразовых модуляций велико. Как было показано в § 23, элементы фразовых интонационных модуляций могут быть сведены к конечной группе определенных постоянных единиц – интоном, комбинация которых и дает все разнообразие. В этом параграфе мы старались вскрыть, так сказать под "рентгенографическим микроскопом", микро-движения, при участии которых в конечном счете происходят все эти сложнейшие интонационно выразительные речевые процессы.

В основе этих речедвижений лежат модуляции глоточной трубки.

Отдельно произносимый слог может иметь весьма разнообразную форму, но, входя в систему звуковой оболочки слова, он приспособливается к другим слогам. То, что создано на предшествующей ступени анализа и синтеза, перестраивается на последующих. Так сказать, "в

полуфабрикатах" предшествующих ступеней всегда остаются допуски и запасы, которые используются в дальнейшем. Словесный стереотип, обладая достаточными запасами для перестройки, подвергается новой обработке в тех пунктах слоговых модуляций, которые приобретают окончательную форму в конкретном фразовом произнесении.

§ 30. Верхний предел динамического диапазона речи

Одно из основных положений, выдвинутых в предшествующем параграфе, состоит в том, что выразительные модуляции происходят преимущественно в нижней части динамического диапазона — от середины до нуля. Возникает необходимость найти верхнюю границу динамического диапазона. Надо испытать глоточный резонатор на крайнем пределе его возможностей, выяснить, как производятся сверхсильные модуляции, как возникает крик. Мы знаем, что усиление звука всегда сопровождается сужением глоточной трубки в пределах определенного формантного отсека. Следует ожидать, что при крике просвет глотки будет меньше, чем при нормальном громком произнесении, и, конечно, еще меньше, чем при тихом произнесении.

В действительности обнаруживается обратное явление. На 45 таблице альбома рентгенограмм представлено произнесение *а* громко и *а* криком. Отчетливо видно, что при крике произошло значительное расширение объема глоточной трубки. Узкая при громком произнесении,

валлекула на крике увеличилась за счет отхода корня языка вперед.. надгортанник сильно отошел кпереди, и верхний его край загнулся. Увеличилась и длина глоточной трубки. Если судить по плотности негатива, то видно и на глаз сильнейшее растяжение и утончение тканей и лотки, вследствие чего сквозь нее проходит большее количество рентгеновских лучей и затемняет негатив. Вместе с тем глоточная трубка в целом сохранила такую же общую форму, как и в остальных случаях произнесения *а*. Она не вышла за пределы своего формантного отсека, хотя и значительно изменилась в объеме.

Аналогичная картина наблюдается при громком произнесении и крике на *у*, представленных на дбух кадрах в альбоме рентгенограмм (46 табл.). Положение языка во рту в обоих случаях идентично. Раскрытие рта меньше при крике, чем при громком произнесении. По сравнению с громким произнесением при крике увеличился объем глоточной трубки в поперечном разрезе; корень языка отошел кпереди; надгортанник и подъязычная кость опустились.

Та же закономерность обнаруживается при крике, громком и тихом произнесении *и* (47 табл. альбома). Положение языка во всех трех случаях

одинаково. По объему глоточной трубки рентгенограммы могут быть расположены в следующий ряд: наименьший объем при громком произнесении, средний объем при тихом произнесении и наибольший объем при крике. При громком произнесении глоточная трубка суживается и несколько укорачивается, надгортанник и подъязычная кость несколько поднимаются вверх. При крике надгортанник и подъязычная кость поднимаются еще выше, но вся глоточная полость значительно расширяется.

Аналогичные данные получены для о и э. Таким образом, при форсировании звука до предела глоточная трубка расширяется до крайнего, максимального размера своего формантного отсека. Выражение "орать во всю глотку" в этом отношении вполне справедливо.

Следовательно, как при ослаблении звука, так и при его крайнем усилении механизм остается одним и тем же. То и другое достигается путем расширения объема трубки и тем самым выхода за пределы оптимальной зо"ы производства речевого звука. То и другое приводит к дезартикуляции и редукции звукового качества. Это видно *ш* спектров (рис. 62). Спектр *а* при крике резко меняется в сравнении со спектром громкого произнесения. Амплитуды формантных гармоник

из фильтров 10 и 7 перестроились в обратном, чем в норме, отношении. При крике амплитуда гармоники из Ютго фильтра стала меньше, чем амплитуда из 7-го фильтра.

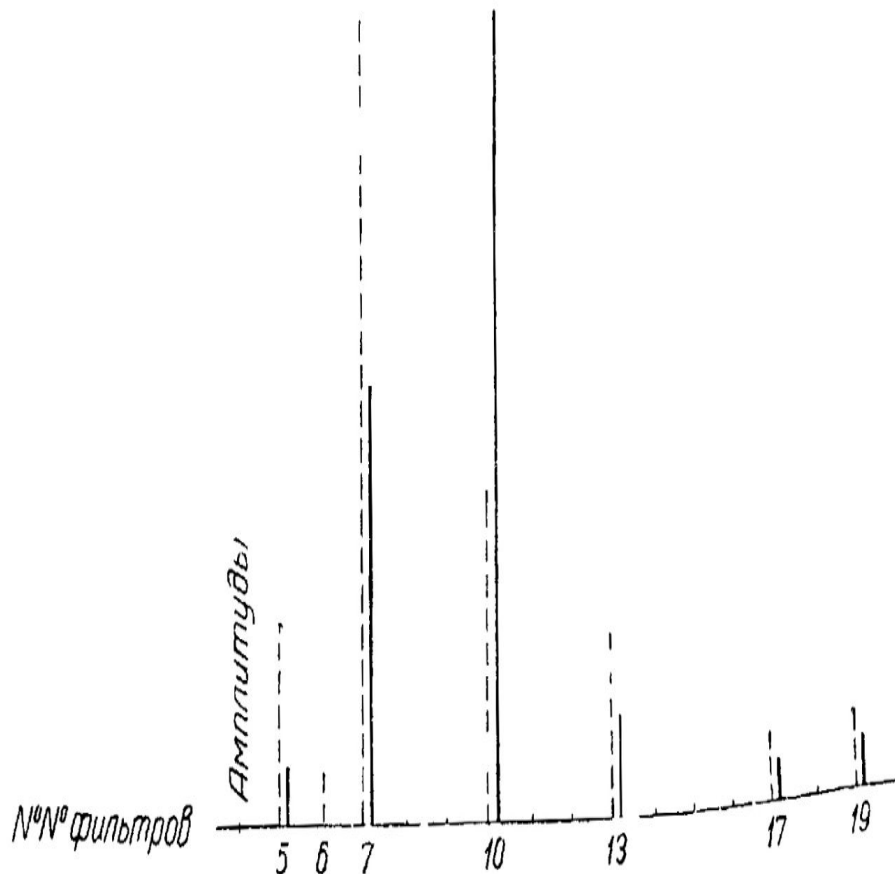


Рис. 62 Спектры произнесения *а* громко (сплошная линия) и *а* крик (пунктирная линия)

Соотношение этих амплитуд таково: *а* громко $\frac{10\phi}{7\phi} = 1,8$; *а* крик $\frac{10\phi}{7\phi} = 0,4$. В еще большей мере произошли изменения в спектре и (рис 63). Формантная гармоника из фильтра 8 передвинулась в более низкую полосу – фильтр 4. Соотношение амплитуд формант также обратное и громко $\frac{10\phi}{8\phi} = 1,4$ и крик $\frac{10\phi}{4\phi} = 0,8$.

На рисунках 64, 65 представлены спектры э и о при крике и громком произнесении. Из этих спектров также видны значительные изменения в сторону амплитуд низких составляющих при крике.

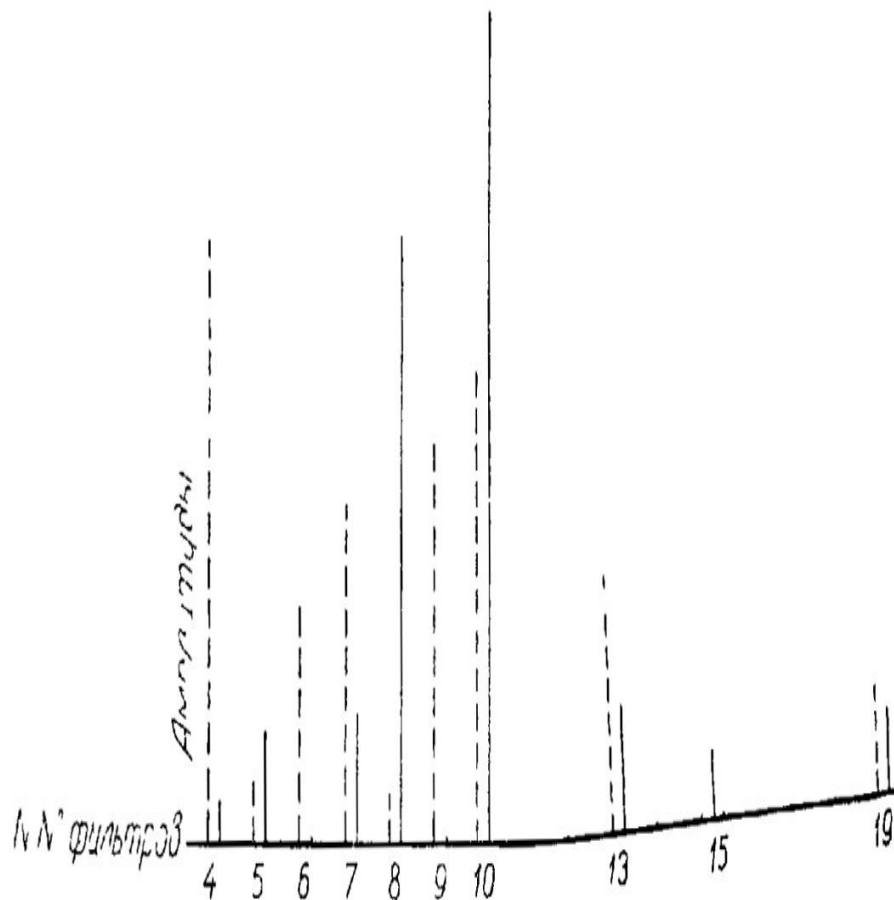


Рис 63. Спектры произнесения *и* громко (сплошная линия) и *и* крик (пунктирная линия)

Линия, огибающая амплитуды составляющих, заметно меняется в спектре крика по сравнению со спектром для громкого произнесения. Как правило, эта линия идет в спектре крика по диагонали вниз, от больших амплитуд низких составляющих к малым амплитудам высоких

составляющих. Вместе с тем абсолютная величина амплитуд высоких составляющих во многих местах спектра крика больше, чем при громком произнесении. Биологический смысл расширения глоточной трубки при крике состоит в том, что таким образом создается большой резервуар для приема поступающего из легких воздуха. В связи с этим сверхбольшое давление несколько уменьшается, и тем самым облегчается работа связочного аппарата. Правда, и при этих условиях форсированный крик вызывает сильное, достигающее до боли перенапряжение тканей глотки.

Представленный материал показывает, что каждый из формантных отсеков глоточной трубки ограничен снизу и сверху.

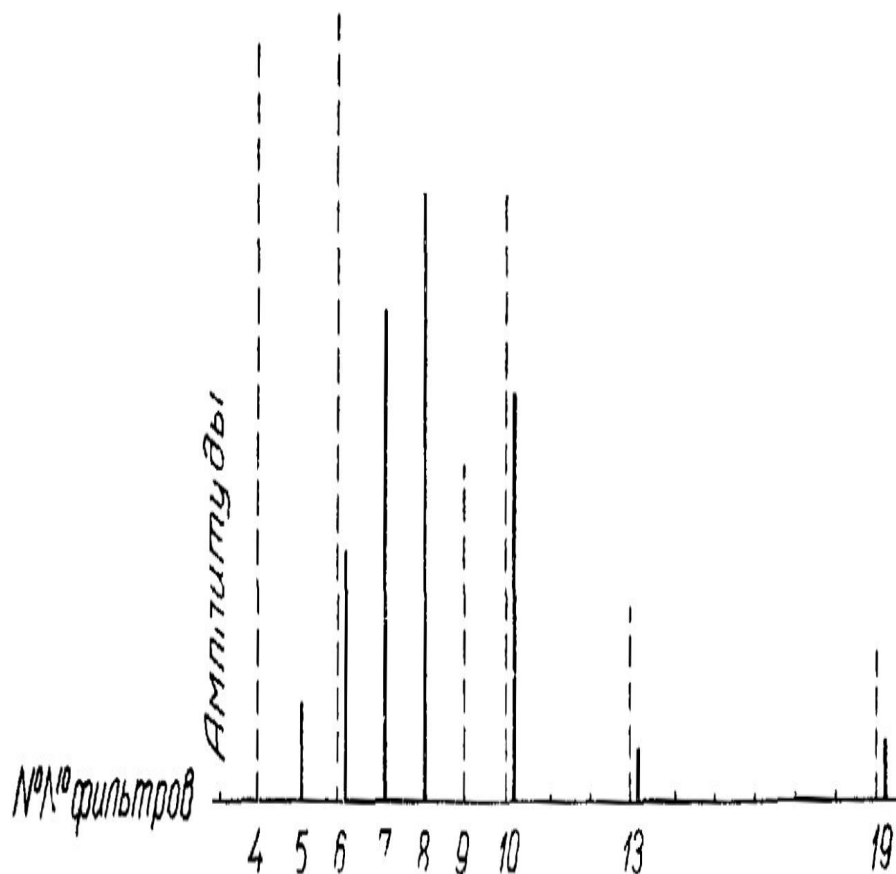


Рис. 64. Спектры произнесения э громко (сплошная линия) и э крик (пунктирная линия)

Это эффекторный результат автоматического экстремального управления модуляциями глоточной трубки по минимуму, оптимуму и максимуму. Как только звук данного качества при усилении подаваемой энергии начинает подходить к крайнему верхнему уровню, глоточная трубка расширяется, звук оглушается и уже больше не может возрасти в громкости. Если же энергия поступает в пределах речевой нормы, то расширение трубки ослабляет звук, вызывая нормальную ниспадающую дугу громкости. Оба случая соответствуют дезартикуляции. Однако

различие их состоит в том, что дезартикуляция второго типа (слоговая) санкционируется нормой языка и образует в словесном стереотипе нормализованные сильные и слабые позиции; дезартикуляция же первого типа (максимальная) не санкционируется нормами языка — это неречевой крик на звуковом материале речевого звука. Это сигнал совсем другого типа, чем словесный сигнал. Он является признаком состояния (иногда аффективного), а не средством предметного обозначения.

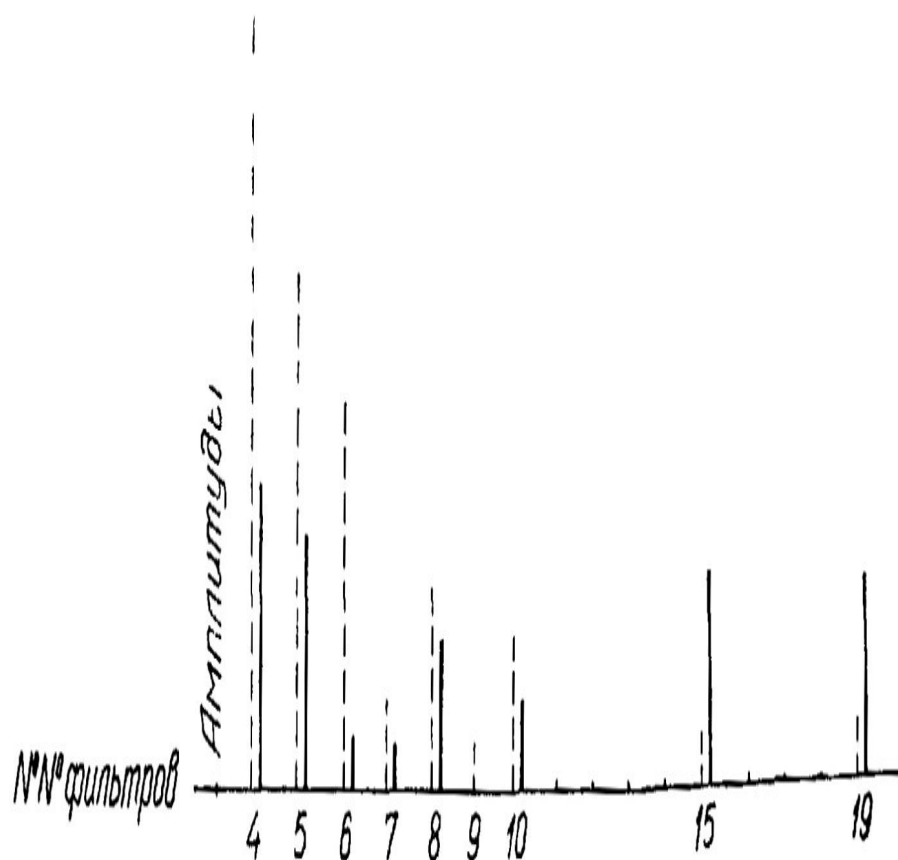


Рис. 65. Спектры произнесения о громко (сплошная линия) и о крик (пунктирная линия)

Оптимальная зона формантного отсека, совпадающая с оптимумом артикуляции, соответствует наименьшему объему глоточной трубки (для данного звука). Но так как абсолютная величина этих наименьших объемов чрезвычайно различна для каждого из звуков, то спрашивается, каким образом может регулироваться этот оптимум. Очевидно, что при подаче одинаковой энергии звук в узкой трубке будет значительно более громким, чем в широкой. В результате регулировка по оптимуму сорвется. Задача решается приспособлением дополнительного механизма, заключающегося в регулировке подачи порций энергии, что может быть достигнуто путем установления обратной связи от глоточной трубки, постоянно меняющейся в объеме, к органам дыхания, подающим энергию. Фактический материал по этому вопросу будет представлен в следующей главе.

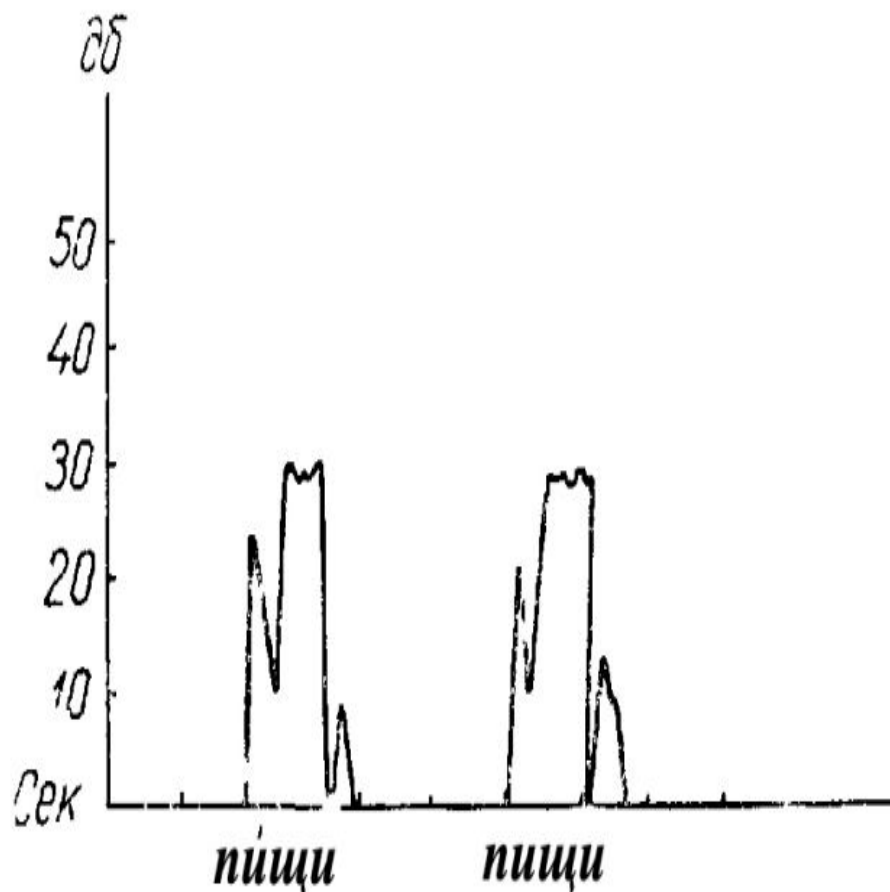


Рис. 66. Шепотное произнесение

Вследствие автоматизированной экстремальной регулировки по минимуму и максимуму, динамический диапазон нормальной, громкой разговорной речи укладывается в 15–20 об, а ее абсолютный уровень над порогом слышимости находится в самой оптимальной зоне различимости 50–70 дБ. На уровне 50 дБ еще возможны тонкие слоговые модуляции и уловимые слухом редукции: при переходе же на более тихую речь и тем более шепот эти возможности пропадают, хотя шепот может артикулироваться сильнее, чем громкая речь. На шепоте, при акустических записях динами. Рис.

66. Шепотное произнесение ки, возникают сильные выбросы немодулированных согласных, так как голос, как звуковой материал слоговой модуляции, отсутствует. На рисунке 66 представлено шепотное произнесение слова *пищи*, записанное на самописце Неймана. Первый выброс соответствует звуку *п*, второй *щ* и третий, очень маломощный, – *и*. Вследствие потерь слоговых модуляций, в шепотных записях, как правило, острые пики интенсивности возрастают сразу и также сразу падают до нуля. На шепоте полости ротоглоточного резонатора сохраняют характерную форму (рис. 67).

Учет верхнего предела динамического диапазона имеет большое практическое значение для сценической речи и для сурдопедагогики. Хорошая дикция актера состоит не только в том, чтобы сделать отчетливой артикуляцию, но, пожалуй, в большей мере в том, чтобы на повышенном уровне громкости добиться таких же тонких и сжатых в динамическом диапазоне модуляций, которые естественны для обычной разговорной речи, слышимой с более близкого расстояния. Актер должен довести нуль слога деления как для слушателей первого, так и последнего рядов. Сценическая речь сохраняет естественность, оставаясь искусственной.

До некоторой степени сходная задача возникает при обучении тугоухих звуковой речи. Первая степень тугоухости определяется при потере слуха до 50 дб, вторая степень до 70 дб и третья степень больше 70 дб. При произнесении речи свыше 80 дб над порогом слышимости слова приобретают несколько другую звуковую оболочку, чем в нормальном диапазоне громкости. Неизбежно возникает растягивание слогов и слов и перестройка спектров. Становится трудным установить отношение ударных слогов к редуцированным. Расчет усилительной аппаратуры и обучение на повышенной громкости должны исходить из учета перестроек, которые происходят в спектрах и смещениях нуля слогаделения на повышенной громкости. При этом должно быть принято во внимание, что сжатие динамического диапазона речи происходит в трех ступенях.

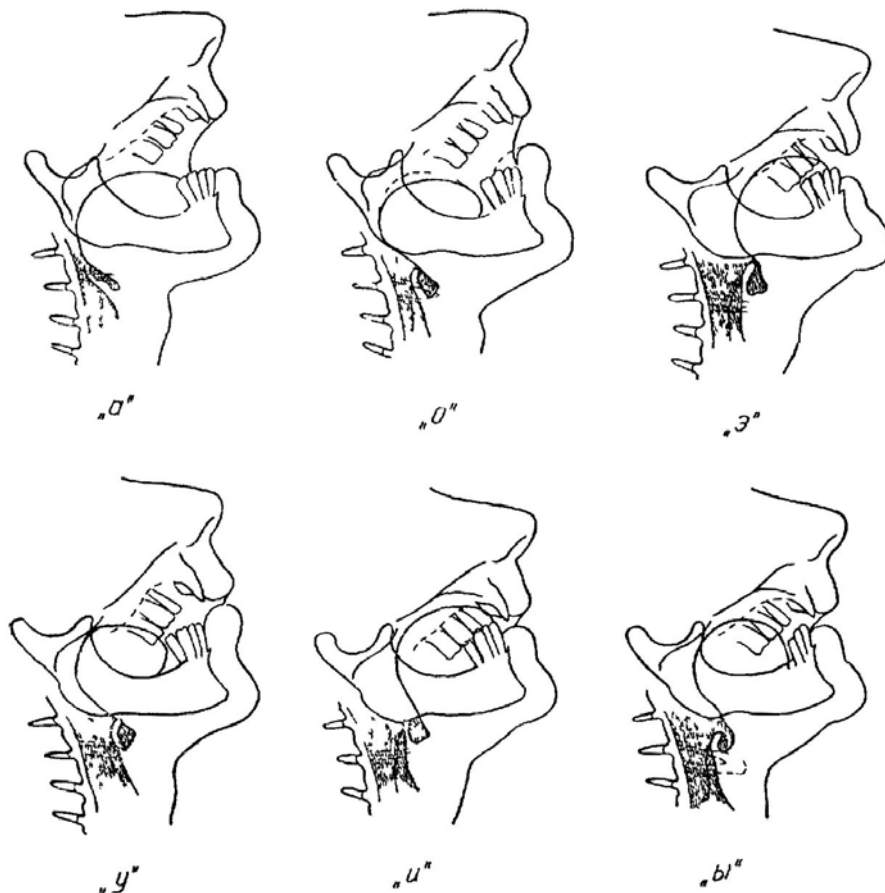


Рис. 67 Шепотное произнесение

На первой ступени сжимается диапазон каждого звука так, что самый слабый из них усиливается и входит в среднюю оптимальную динамическую зону, а самый сильный ослабляется и тоже входит после этого в ту же оптимальную зону. На второй ступени выравниваются слоговые сочетания так, чтобы ударный центр словесного стереотипа не перешел предела зоны, в которой происходит наилучшее узнавание слова. Соответственно подравниваются и редуцируемые слоги. На третьей ступени выравнивается фразовая слоговая перестройка так, чтобы был найден нуль слогоделения на определенном

абсолютном уровне громкости. Как только силовые позиции разместились по своим местам, появляется неоднородность элементов, что в свою очередь обеспечивает возможность возникновения градаций основного тона. Тон может возникнуть лишь при условии повторения периода колебаний, что требует определенного времени. Однако не развертывание тона определяет время слога, а сила слога определяет длительность тона. Вследствие слогового строения речи ее мелодическая кривая постоянно прерывается слоговыми толчками. Нормализацию слабых редуцированных позиций во фразовом произнесении, доходящем до полной пропажи слогов, следует рассматривать как устранение избыточности. В этом состоит смысл интонационной единицы стереотипа – интолемы. Если интонационная фигура представлена в ее сильной части, то слабая угадывается по закону восполнения. Так, достаточно двух членов перечисления для того, чтобы создать впечатление длинного перечислительного ряда, при этом само перечисление может заменяться другой лексикой: "Он был и весел, и доволен и так далее и тому подобное".

§ 31. Краткое заключение к главе десятой

В этой главе мы рассматривали анализ и синтез звуков речи в системе двигательного анализатора. Построение главы находится в соответствии с построением предшествующей, девятой. Там рассматривался вопрос о разномощности звуков речи, о слоговой дуге громкости, о слоговых перестройках в слове и фразе, здесь те же проблемы и в том же порядке встали при изучении речедвижений. Такое соответствие вытекает из самого существа разбираемых явлений, так как речь, поступающая на вход слухового анализатора, – это та же самая речь, которая образуется на выходе речевых эффекторов. При всем различии процессов в слуховом и двигательном анализаторах оба эти явления эквивалентны. Сопоставление их представляет первостепенный научный интерес, так как одно дополняет и объясняет другое. После того как изложенные факты будут дополнены исследованием речевого дыхания, появится возможность на основе всего собранного материала построить гипотезу управления механизмом речи.

Главная цель этой главы состоит в том, чтобы

выдвинуть концепцию глоточного образования слога. Кратко основные положения этой концепции могут быть изложены в следующих тезисах.

1. Разномощность речевых звуков, в частности в ряде гласных а, о, ы, у., и, ы, возникает в зависимости от объемов ротоглоточного резонатора. Глоточная трубка для производства каждого звука, как гласного, так и согласного, разделена на формантные отсеки, соответствующие способу образования этих звуков в ротовом резонаторе. В связи с этим глоточная трубка вносит в речевой звук свою статистическую форманту и поэтому может быть названа резонатором дополнительной статической форманты.

2. Глоточная трубка, кроме этого, модулирует в пределах каждого-определенного формантного отсека. Так как при этом объем трубки постепенно меняется, то возникают непрерывные сдвиги составляющих в спектре речевого звука. Это явление может быть названо образованием динамической форманты.

3. Глоточная Трубка, принимая наименьший объем в пределах данного формантного отсека, работает как усилитель характеристических формант.

4. Глоточная трубка, выходя из наименьшего объема в пределах данного формантного отсека, работает как демпфер, глушитель характеристических формант речевого звука и может быть названа дезартикулятором.

5. Управляемое изменение объема глоточной трубки в пределах формантного отсека вначале усиливает звук, потом его ослабляет. Вследствие этого образуется слоговая дуга громкости, слияние звуков, определенная длительность, смена спектров и создаются условия для развертывания нескольких периодов частоты основного тона. Таким образом, глоточная трубка может быть названа органом слогообразования.

6. Место стыка предшествующего широкого объема глоточной трубки с последующим широким объемом образует слогораздел, сигнал о котором по обратной связи передается от глоточной трубки в энергетическую систему дыхания, вследствие чего возникает слоговой перерыв энергии. Поэтому глоточная трубка может быть названа авторегулятором слогоделения. (Эта концепция подробнее будет обоснована в двух последующих главах).

7. Глоточная трубка реагирует с разной силой в разных местах словесного стереотипа, (поэтому она может быть названа модулятором слоговой

разносильности. Синтез словесного стереотипа в целое образование достигается, с одной стороны, запаздывание в глоточной модуляции, вследствие инертности трубки, с другой стороны, упреждением импульса произнесения последующего звука или слога, вследствие повышенной чувствительности и реактивности глоточной трубки.

8. Перемены слоговой силы в пределах фразы также осуществляются через посредство модуляций глоточной трубки. Длительность слогов и их групп приобретает меру и, в связи с этим, приобретает меру и место подъема и падения основного. Возникающие при этом фразовые редукции идут за счет укорочения времени, ослабления слоговых вершин, сглаживания глоточных модуляций вплоть до нуля слога деления. Таким образом, глоточная трубка может быть названа органом, через посредство которого модулируется речевая интонация.

9. Регулировка энергии звука по минимуму определяется по сигналу обратной связи от глоточной трубки в момент ее наименьшего объема на очень громких звуках и наибольшего объема при маломощных звуках. Регулировка громкости по максимуму при наибольшей энергии

звука происходит путем расширения глоточной трубки. В связи с этим глоточная трубка может быть названа источником сигналов обратной связи для управления сжатием динамического диапазона речи и для экстремального управления по минимуму и максимуму.

10. Глоточная трубка занимает в системе речевых органов центральное и промежуточное положение, входя одновременно как часть в резонаторную и дыхательную системы, а вследствие регулировки аэродинамических условий она влияет также на генерацию звука. В связи с этим глоточная трубка является органом, через посредство которого осуществляется первичный синтез признаков речевого звука на выходе речевых рефлекторов. Так как глоточная трубка является первичным синтезатором речевого звука, все вышеперечисленные ее свойства и функции могут вступить в действие лишь в совместной деятельности с другими частями всего речевого прибора.

11. Надежность и помехоустойчивость при различении звуков речи обеспечивается избыточностью по трем параметрам. Звуки могут различаться: а) по формантам, б) по акустической мощности и в) по суммарной высоте (гласного)

звука.

Глава одиннадцатая

РЕЧЕВОЕ ДЫХАНИЕ

§ 32. Функции гортани в процессе образования речевого звука

Система дыхания обширна. Управление ею происходит через множество мышечных синергии, куда входят как произвольные поперечно-полосатые менады, так и непроизвольные, гладкие мышцы трахеобронхиального дерева. Нервная регуляция дыхания обеспечивается и контролируется со всех уровней нервной системы, начиная с автоматически действующего дыхательного центра в продолговатом мозгу, концентрируясь в близкой подкорке – в таламичеекой и подбугровой областях и доходя до высших отделов коры большого мозга.

Нельзя сказать, что современная наука определила не только детали, но даже основные, грубые черты механизма внешнего дыхания. Достаточно заметить, что концепция внешнего дыхания, выдвинутая в прошлом веке Дондерсом, долгое время казавшаяся совершенно очевидной и

по настоящее время без перемен излагаемая во всех учебниках физиологии, подвергнута теперь в целом ряде исследований резкой критике. Оказалось, что эта концепция противоречит ряду фактов и мешает терапии легочных заболеваний. Как только исследователи обращают внимание не только на элементарный акт нормального вдоха и выдоха, а переходят к изучению несколько более сложных явлений патологии или особенностей дыхания в процессе пения, голосообразования и речи, так тотчас же обнаруживается, что механизм внешнего дыхания сложнее, чем излагает его общепринятая теория. Дондерсовская концепция применяет для объяснения лишь физические законы – раздувание и сжатие легочного мешка в изменяющихся условиях воздушного давления и совершенно не учитывает разнообразные физиологические условия и функции, выполняемые дыхательной системой, а также управление речевым процессом. Нечего и говорить, что психологическое звено в управлении речевым дыханием остается наиболее темным и неисследованным вопросом. Однако от решения именно этого вопроса зависит успешность изучения механизма речи. Речь осуществляется на выдохе. Не может быть сомнения в том, что высший, словесный отдел коры большого мозга

приеимает какое-то участие в регулировке источника энергии речевого процесса. Больше того, можно думать, что это влияние является доминирующим и вместе с тем автоматизированным. Значение всех этих проблем нельзя переоценить. Выше мы излагали концепцию Л. Д. Работнова, который, приступив к изучению пения и речи, столкнулся с фактами, заставившими его защищать парадоксальные тезисы. При всей слабости положительной стороны этой концепции, некоторые правильно замеченные явления все-таки не могут быть согласованы с прежней весьма ограниченной теорией внешнего дыхания.

Затруднения при изучении речевого дыхания возникают главным образом по двум причинам.

Во-первых, в процессе речи дыхание специфически перестраивается. Вместо ровного выдоха должна осуществиться тонкая регулировка аэродинамических условий при образовании каждого быстро следующего друг за другом речевого звука. Здесь уже недостаточно обычных сведений и фактов, установленных при наблюдении спокойного вдоха и выдоха. Получить желаемые факты затруднительно, так как тонкие дыхательные движения происходят во внутренних областях тела и скрыты от прямого

наблюдения. Обычная же экспериментальная методика на животных здесь неприменима.

Во-вторых, исследование речевого дыхания по самой природе изучаемого явления не может быть оторвано от наблюдений за работой всех речевых органов в целом. Изолированное изучение процесса дыхания, без учета способов генерации звука, резонанса, анализа и синтеза звуковых образований, не приведет ни к какому результату. Должна быть определена функция каждого из основных элементов дыхательной системы — альвеол, трахеобронхиального дерева, диафрагмы, межреберных мышц. Полное объяснение взаимодействия всех этих элементов в процессе речи может быть дано лишь с учетом центральной регуляции всей произносительной системы.

Задача этого параграфа состоит в том, чтобы выяснить функцию гортани в процессе генерации звуков и регуляции речевого дыхания. Прежде всего следует рассмотреть вопрос о генерации голоса, а потом установить взаимоотношения гортани с надгортанным речевым резонатором.

Волокна голосовых связок начинаются в какой-либо одной точке и не заканчиваются в одном общем месте, а начинаются и заканчиваются в разных точках. При частичном натяжении одних волокон образуется ленточка

одной длины, а при натяжении других – более длинная или короткая. Колебания более длинной ленточки будут вызывать более низкий звук, чем колебания короткой. Это устройство напоминает конструкцию основной мембраны внутреннего уха. Различие может быть отмечено в двух направлениях. В голосовых связках рабочее состояние ленточки определяется ее попеременным натяжением; натяжение же волокон основной мембраны внутреннего уха постоянно. Это различие вполне соответствует тому, что основная мембрана входит в состав рецепторного прибора, а голосовые связки – в состав эффекторного. Кроме того, различно количество колеблющихся элементов. Ухо воспринимает колебания с частотой в пределах от 16 до 20000 *кол/сек*, голосовые же связки воспроизводят частоту от 82 до 1100 *кол/сек*.

Мышечные волокна в голосовых связках идут не только в горизонтальном, но и в вертикальном направлениях. Таким образом, голосовые связки могут меняться по толщине. Часть волокон голосовых связок идет по диагонали, в косом направлении. Они могут зажимать колеблющиеся элементы в разных местах, подобно тому как палец зажимает струну. В отличие от всех других мышц волокна голосовых связок напрягаются

изометрически, т. е. не меняя длины. Во внутренние края связок включены эластические волокна, которые в местах прикрепления к щитовидному хрящу располагаются, по замечанию Ф. Ф. Заседателева, как балки в бетоне, сопротивляющиеся давлению¹³⁰.

Эта характеристика устройства эффектора, генерирующего голос, позволяет думать, что к голосовым связкам поступает сложный нервный импульс, аналитически расчлененный на потоки, идущие ко множеству волокон, выполняющих разную роль в голосообразовании. В системе этих импульсов всякий раз отбирается определенная комбинация из множества возможных, что составляет синтез неречевого звука на выходе гортани, который преобразуется далее в резонаторных полостях в речевой.

Спрашивается, каков механизм синтеза предречевого звука? Прежде всего надо выяснить, по какому физическому принципу происходит образование голоса. Физике известны три способа образования периодических звуковых колебаний. 1) Если к телу, обладающему определенной упругостью и длиной, приложить импульс внешней силы, то оно приходит в состояние свободных затухающих колебаний. Частота колебаний определяется длиной и упругостью

колеблющегося тела. 2) Если на тело действует периодическая вынуждающая сила, то через некоторое время тело приобретает вынужденные колебания с частотой вынуждающей периодической силы. 3) К третьему виду колебаний относятся автоколебания. В автоколебательной системе регулировка поступающей энергии происходит в самой колеблющейся системе. Таковы колебания маятника часов. Маятник при качании открывает и закрывает доступ энергии пружины, гири или электромагнита в электрических часах. Маятник, проходя при свободном колебании положение равновесия, входит в соприкосновение с храповым колесиком, которое через систему шестеренок связано с пружиной. Толчок колесика достаточен для преодоления потерь энергии на трение и поддержание колебаний маятника с постоянной амплитудой. В электромагнитных часах движущийся маятник включает через контакт электромагнит, который притягивает маятник, а при выключении тем же маятником электромагнита он отпускает маятник.

До последнего времени считалось общепризнанным, что образование голоса происходит по принципу автоколебаний. По нервному импульсу голосовым связкам задается а)

определенная длина и б) упругость. Эта первая часть механизма голосообразования. Теперь голосовым связкам надо сообщить энергию. Иннервация определенной системы мышц вызывает смыкание голосовых связок (приведение) или размыкание (отведение). Как только голосовые связки сомкнутся, под ними на выдохе будет нарастать воздушное давление, Накопив определенную энергию, давление прорвет голосовую щель и там самым вызовет колебание голосовых связок с той частотой, которая соответствует их длине и натяжению. Это вторая часть механизма голосообразования. Таким образом, как частота самих колебаний, так и доступ энергии для возбуждения частоты определяется в самой колебательной системе. Следовательно, голосообразование происходит по принципу автоколебаний.

В этой общепринятой концепции освещалась в общей форме лишь чисто физическая сторона явления. Вопрос о механизме нервного управления и о центральной регулировке голосообразования оставался в стороне. На почве этой неясности возникла очень грубая физиологическая схема интерпретации автоколебательного процесса голосовых связок. Появилось механистическое представление о том, что

автоколебательный процесс определяется чисто периферическими условиями, а именно эластичностью мышц голосовых связок. Сущность этой так называемой миоэластической концепции лучше всего можно разъяснить на модели языковой трубы с пружинами (рис. 68)¹³¹. Подобно тому как язычки в органной трубе могут раздвигаться под давлением струи воздуха и сближаться под воздействием внутри их расположенных пружинок, так и голосовые связки раздвигаются давлением воздуха и сближаются вследствие их эластичности. Легко увидеть, что в этой модели представлена лишь вторая часть механизма – приведение и отведение голосовых связок, первая же часть (их натяжение и длина) определены постоянной величиной язычков и трубы и силой пружинок, что не находит аналогии в голосовых связках, меняющихся по длине. Но и независимо от этого механизм смыкания объясняется только эластичностью голосовых связок, вне всякого отношения к нервной регулировке, что не доказано никакими фактами и очень сомнительно по самой природе физиологической регулировки любых мышечных сокращений.

В недавнее время Рауль Юссон (Raul Husson) 1952¹³² убедительными фактами опроверг

миоэластическую гипотезу, в связи с чем вопрос об автоколебаниях голосовых связок встал по-новому. Так как регулировка подсвязочного давления входит как одно из существенных звеньев в механизм речи, на этом вопросе необходимо остановиться. Р. Юссон обобщил обширный материал и установил новые факты, вызвавшие в специальных кругах, можно сказать, научную сенсацию. Применялась разнообразная методика – стробоскопия, томография (рентгенографические срезы гортани), хронокеиметрия и наиболее показательная и прямая методика, состоящая в возбуждении нижнего возвратного гортанного нерва (п. *laryngeus inferior jecurens*) электрическим током звуковой частоты. Опыты по последней методике проводились на собаках, у которых нерв обнажался, а иногда рассекался. Были созданы специальные условия, предохраняющие нерв от высыхания и обеспечивающие его нормальное функционирование.

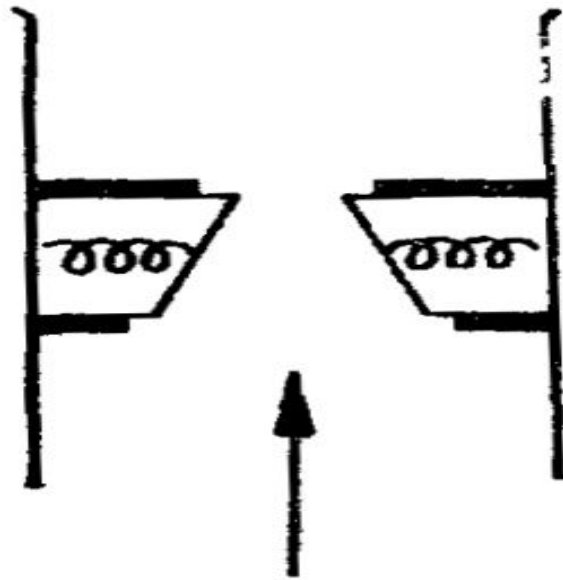


Рис. 68. Модель языковой трубы

Осциллографическая регистрация биотока, отведенного от нижнего гортанного нерва (ветвь п. vagi), показала следующее. Если собака не издает голоса, то линия регистрации практически оказывается прямо. При наличии же голоса регистрируются коле-языковой трубы баия той же частоты, как и частота. Подаваемого подопытным животным голоса. Частота регистрируемых колебаний с нерва закономерно изменяется соответственно изменению высоты голоса. При переносе электродов с нерва на окружающую мышечную ткань колебания пропадают.

Для определения направления нервных импульсов звуковой частоты нижний возвратный нерв рассекался. Оказалось, что отрезок нерва, связанный с центром, продолжал принимать

колебания при наличии голоса; с периферического же отрезка нерва колебания не передавались. Это показывает, что при голосообразовании нервные импульсы звуковой частоты поступают от центра к периферии.

К такому же результату приводят и опыты с электрической стимуляцией нижнего возвратного нерва. Серия электрических импульсов на нерв с частотой 100 и 600 *кол/сек* вызывает колебания голосовых связок с такой же частотой, что определялось при помощи стробоскопического наблюдения. Однако при искусственно вызванных колебаниях голосовых связок подопытное животное звука не издавало, так как ритм дыхания был очень слабым, приблизительно одно дыхание в минуту. Вместе с тем сам факт искусственно вызванных колебаний голосовых связок при отсутствии тока воздуха показывает, по мнению Р. Юссона, что воздушное давление не имеет никакого значения для возбуждения вибраций голосовых связок.

Не останавливаясь на многих других интересных фактах, полученных Р. Юссоном, необходимо отметить лишь одно положение, имеющее важное значение в механизме голосообразования. На основании некоторых явлений расстройств голоса Р. Юссон приходит к

выводу о том, что приведение голосовых связок (смыкание) и колебание их являются двумя независимыми актами. Иначе говоря, признаются две части механизма – одна, определяющая колебания той или другой частоты, другая, обеспечивающая смыкание связок.

В целом, последовательность развития процесса голосообразования, по Р. Юссону, может быть представлена так. Из центра по нижнему возвратному гортанному нерву поступает поток импульсов звуковой частоты. Он определяет каждый период тетанического сокращения поперечных волокон щиточерпаловидных мышц (*m. vocalis*). В этот момент начинается фаза открытия голосовых связок. Во второй фазе подсвязочное давление проникает между двумя связками и заканчивает их раскрытие. Возвращение голосовых связок происходит вследствие упругой эластичности их продольных волокон.

Кратко изложенная концепция Р. Юссона о механизме образования голоса, казалось бы, ставит под сомнение основные ранее установленные положения. Прежде всего становится неясным, можно ли по-прежнему считать, что голосовые связки вибрируют по принципу автоколебаний. Согласно концепции Р.

Юссона, частота колебаний определяется не в самой колеблющейся системе, а со стороны. Она задается пришедшими из центра нервными импульсами звуковой частоты. В самой колеблющейся системе нет ни регулятора, определяющего частоту, ни регулятора доступа энергии.

При таком толковании остается непонятным, во-первых, какова функция описанного выше сложного устройства системы волокон голосовых связок, которые могут меняться по упругости (натяжению) и по длине. Ведь оба эти признака как раз и необходимы для образования определенной частоты и принадлежат волокнам, находящимся в самой колебательной системе. Во-вторых, можно ли думать, что поток нервных импульсов какой угодно частоты способен сообщить мышечному волокну энергию, достаточную для его вибрации, как будто бы этот поток был физической, вынуждающей силой.

Нервный импульс может привести только или к сокращению, или к расслаблению мышечного волокна. Однако в стробоскопических наблюдениях хорошо установлен и никем не опровергнут тот факт, что голосовые связки во время фонации не только сходятся и расходятся, но и края их поднимаются вверх, удерживая

давление воздушной пучности, в которой образуется половина звуковой волны. Р. Юссон считает, что этот процесс осуществляется путем сокращения поперечных волокон *m. vocalis*, но тут же замечает, что так начинается лишь первая фаза раскрытия, которая сменяется второй фазой – раскрытием под влиянием; силы воздушного подсвязочного давления. Остается непонятным, почему подсвязочное давление, как источник энергии, не могло действовать также и в первую фазу. Вместе с тем Р. Юссон, намереваясь в полной мере опровергнуть миоэластическую гипотезу, все же признает, что возвращение связок обусловлено эластической упругостью продольных волокон, которую они приобрели в предшествующий момент натяжения. Таким образом, остается неясным решение вопроса о регулировке силы, поступающей из источника энергии. Тот факт, что подопытная собака, при наличии вынужденных колебаний голосовых связок, все же не производила звука, следует, вероятно, понимать так, что энергия воздушного давления, была недостаточна для образования звуковых колебаний.

Гипотеза Р. Юссона ставит также под сомнение кодирование сигналов при переходе одного вида энергии в другой. Согласно

излагаемой концепции, поток нервных сигналов, поступающих со звуковой частотой на выход гортани, превращается в другой вид энергии – звуковой, той же частоты. Однако уже только что приведенный случай с собакой, не подающей голоса, несмотря на наличие колебаний звуковых связок, показывает, что не при всяких условиях частота мышечных колебаний превращается в звук, хотя сами мышечные колебания и происходят со звуковой частотой. Ведь и электрические колебания могут обладать звуковой частотой, но сами не звучат. Нервный импульс является сигналом для натяжения особых связок, но не источником энергии для колебательных движений. Кроме того, остается не объясненным чрезвычайное отличие диапазона производимого человеком звука 82 – 1100 *кол/сек* от слышимого диапазона – 16–20000 *кол/сек*.

Хотя в целом концепция Р. Юссона лишена ясности, полученные им экспериментальные факты и частные выводы являются безусловно достоверными и значительными. Наибольшие трудности в установлении общей концепции голосообразования возникают вследствие того, что работа гортани продолжает все же рассматриваться вне связи с другими системами, принимающими участие в фонации, и прежде

всего с энергетической системой. Если принципы автоколебаний и кодирования сигналов провести последовательно, то полученные Р. Юссоном факты не только укладываются в хорошо понятную систему, но и появляется возможность установить связь между работой; гортани, фонационным дыханием и ротоглоточным резонатором.

Прежде всего следует достаточно оценить тот факт, что механизм голосообразования состоит из двух, взаимно дополняющих частей – приведения голосовых связок и ограничения их длины с одновременным натяжением, создающим упругость. Каждая из этих частей действительно может действовать отдельно и независимо от другой. Однако в обоих случаях фонации не получится. Это положение с чрезвычайной наглядностью было обнаружено в опытах В. Г. Гинзбурга, проведенных им на самом себе.

На 48 таблице альбома рентгенограмм представлены две томограммы, любезно переданные мне В. Г. Гинзбургом. На одной из них видны разомкнутые голосовые связки в фазе вдоха, на другой сомкнутые. Те же явления зафиксированы на двух фронтальных (прямых) рентгенограммах. Путем ряда опытов В. Г. Гинзбург добился произвольного управления

механизмом приведения и отведения. Никакой фонации в момент получения этих рентгенограмм не происходило. Приведение голосовых связок осуществляется аддукторами, куда входят: а) боковая перстнечерпаловидная связка – *m. cricoarytaenoideus lateralis*; б) косая черпаловидная мышца – *ni. arytaenoideus obliquus* и в) поперечная черпаловидная мышца. – *m. arvtaenoideus transversus*. Отведение голосовых связок осуществляется абдуктором, которым является задняя перстнечерпаловидная мышца (*m. cricoarytaenoideus posterior*). Известно, что после каждого вдоха голосовые связки рефлекторно смыкаются. Это момент максимального различия между повышенным внутриальвеолярным давлением и атмосферным. В следующий момент, при начале выдоха, голосовые связки размыкаются и воздушное давление в полостях легких начинает выравниваться с атмосферным. Фонация происходит на выдохе и, следовательно, застаёт голосовую щель разомкнутой.

Если голосовые связки не сомкнутся, под ними не возникает воздушного давления, достаточного для фонации. Это положение совершенно очевидно, так как человек может очень энергично выдыхать без всякой фонации. Если подан импульс на образование определенной длины

голосовых связок и их натяжение (щиточерпаловидная мышца — *m. thyreoarytaenoideus internas, seu m. vocalis*), то все равно, без смыкания их фонации не будет, даже если они будут вибрировать. В опытах Р. Юссона у подопытной собаки или не было приведения связок, или действительно поступающая из легких энергия была недостаточной для образования такого воздушного давления, при котором может появиться звуковая волна. В обоих случаях фонации не было вследствие отсутствия необходимых аэродинамических условий и недостатка энергии для возбуждения звука.

Теперь проследим, что произойдет при одновременном включении обеих частей механизма голосообразования. Как только *m. vocalis* получил центральный импульс на натяжение волокон определенной длины (что следует считать в опытах Р. Юссона вполне доказанным) и голосовые связки по другому импульсу и при помощи других мышц сомкнулись, так тотчас же под связками возникнет повышенное давление. Воздействуя на эластическую ткань связок, давление прорвет их затвор; при этом между связками будет захвачена воздушная пучность звуковой волны такого объема, который соответствует длине и

натяжению волокон *m. yo-calis* в данный момент, что определит частоту звуковых колебаний. При прорыве парная мышца *m. vocalis* несколько разойдется, что очевидно, так как во время фонации происходит расход воздуха. Так возникнет первая фаза – образование звуковой полуволны.

Следующая фаза – разрежение может наступить лишь в том случае, когда голосовые связки плотно сжаты и по-прежнему натянуты, поэтому возникает необходимость получения нового нервного импульса на натяжение. Эластичность мышц в данном случае недостаточна, так как натяжение должно в точности соответствовать меняющейся длине волокон. Таким образом, нервных импульсов на восстановление натяжения *m. vocalis* должно быть столько, сколько требуется для возбуждения свободных колебаний волокна определенной длины. Но это и есть тот факт, который был установлен Р. Юссоном: частота колебаний голосовых связок соответствует частоте получаемых по нерву импульсов из центра. Различие же излагаемых концепций состоит в том, что, по Р. Юссону, нервный импульс в фазу тетанического сокращения поперечных волокон *m. vocalis* вызывает расхождение обеих частей

этой парной мышцы, тогда как правильнее считать, что нервный импульс необходим для восстановления натяжения волокон определенной длины после воздушного прорыва. Только вторая концепция позволяет, при данных фактах, понять возможность накопления энергии в подсвязочном пространстве, без наличия которой звук вообще образоваться не может.

Точнее можно было бы сказать, что нервных импульсов на *m. vocalis* будет столько, сколько звуковых колебаний совершают волокна при данной их длине плюс еще один импульс, так как первый импульс будет задан до начала колебаний. После каждого смыкания голосовых связок под ними будет образовываться повышенное давление, а над ними разрежение, которое после каждого прорыва пойдет за пучностью, образуя звуковую волну.

Различие разбираемых концепций является принципиальным. Согласно защищаемой здесь точке зрения, голосообразование в полной мере согласуется с принципом автоколебаний. Физически частота колебаний определяется в самой колеблющейся системе, так как она зависит только от длины и натяжения волокон голосовых связок. Однако длина волокон задается центральным нервным импульсом. При этом

совершенно очевидно, что смена этих импульсов или их частота ни в какой мере не совпадают со звуковой частотой. Так, например, тон в 100 герц, соответствующий определенной длине волокон, может продолжаться долгое время и не потребует смены длины волокон за много звуковых колебаний. Наоборот, восстановление упругого натяжения волокон той же длины после воздушного прорыва потребует нервных импульсов, следующих друг за другом с такой же частотой, как звуковая. Это значит, что при передаче сигнала с одного вида энергии на другой соблюдается кодовый принцип. К мышечному волокну, определяющему частоту звуковых колебаний, подходит нервный импульс, не совпадающий со звуковой частотой. Но восстановление теряющегося со звуковой частотой натяжения, конечно, требует импульса такой же частоты. Это и показывает, что как сама частота, так и потеря натяжения происходят в самой колеблющейся системе.

Кроме того, это объясняет и различие диапазонов производимой и слышимой частоты. До сих пор никто еще не приводил фактов и не утверждал, что по нерву могут быть переданы импульсы с частотой 8000–15000–20000 *кол/сек.* Так как частотная проводимость нерва

ограничена, то восстановление натяжения голосовых связок не может происходить с частотой больше чем 1100 *кол/сек.* Это и ограничивает частоту основного тона голосовых связок. Однако в резонаторной системе, т. е. в трубке, надставленной над гортанью, могут усиливаться гармонические колебания значительно большей частоты, как кратные от основного тона. Таким образом, авторегулировка частоты происходит потому, что в самой колеблющейся системе есть прерыватель звуковой частоты. Он действует автоматически, так что после каждого прорыва связок восстанавливается единый центральный импульс на их натяжение.

Этот вопрос вызывает психологический интерес. Надо отчетливо отличать: а) представляемую высоту тона от б) осуществляемой голосовыми связками частоты колебаний. Если от нижнего возвратного гортанного нерва были уловлены центробежные импульсы звуковой частоты, это еще не значит, что они были заданы в высших отделах мозга. Рассмотренные явления свидетельствуют о другом. В процессе фонации к каждой из многочисленных групп внешних и внутренних мышц гортани, к мышцам резонаторных полостей и дыхательным мышцам одновременно поступает

расчлененный поток множества нервных импульсов разной частоты. Согласование всех этих аналитически разложенных на элементы импульсов было бы невозможно, если бы они не синтезировались в момент запуска в единое целое. Певец ведет звуковысотный ряд, он руководствуется высотой как качеством звука, и только высотой, а не представлением частоты колебаний. Он выделяет в своем представлении a^1 (la первой октавы), а не 435 колебаний в секунду. Он форсирует голос, не имея никакого представления о том, как ведет себя при этом голосовая щель. Слух контролирует лишь акустический результат синтеза – высоту и громкость, а не аналитические компоненты движений, не частоту колебаний голосовых связок. Представление высоты кодируется на нервные сигналы, идущие к множеству мышц, совокупность работы которых создает частоту звуковых колебаний. Слушающий декодирует частоту и тем самым принимает ту высоту, которую имел в своем представлении поющий или говорящий.

Единый нервный импульс на высоту соответствует постоянной длине волокон голосовых связок за все время, пока певец представляет себе высоту данного тона. Потеря натяжения волокон при прорыве голосовых связок

будет восстановлена автоматически, т. е. без специального синтетического импульса из высшего отдела мозга, так как заданный оттуда импульс на высоту продолжает сохранять силу и эквивалентен частоте колебаний. Это значит, что превращение представляемой высоты тона в выдаваемую частоту звука регулируется автоматически в специальных областях мозга. В дальнейшем мы увидим, что этот механизм управления может быть до некоторой степени вскрыт применительно к произнесению речи.

Теперь перейдем ко второму отделу механизма голосообразования. Гортань является не только органом генерации периодической звуковой частоты, но и авторегулятором поступления энергии при осуществлении фонации, что выполняется механизмом приведения голосовых связок в сомкнутое состояние при помощи аддукторов. Эта часть механизма, включаясь по положительному нервному импульсу при начале фонации, создает для нее необходимые аэродинамические условия в виде накопления подвязочного давления. По отрицательному импульсу, при выведении из действия аддукторов, фонация прекращается, так как при этом нет условий для накопления энергии. Приведение голосовых связок может быть большим или

меньшим, соответственно и накапливаемая энергия может быть бóльшей или меньшей.

Таким образом, оба отдела механизма фонации работают по принципу ступеней. Перемены длины волокон *m. vocalis* образуют последовательные ступени ряда частоты, а перемены подсвязочного давления путем смыкания голосовых связок влияют на образование динамического ряда интенсивностей звука. Следовательно, гортань не только генерирует звук, но также и модулирует его по ступеням частоты и силы. Однако механизм обоих видов квантования различен. Гортань является лишь одним из генераторов звука – голосовым. К другому, шумовому генератору относится полость рта. Квантование голоса или основной частоты зависит исключительно от гортани (если созданы аэродинамические условия для фонации), квантование же силы звука как на голосе (гласных), так и на шумовых звуках (согласных) будет зависеть в значительной мере от резонаторной системы, в которой происходят разнообразные перекрытия и сужения воздухоносного пути. Степень смыкания голосовых связок приходится рассматривать лишь как одно из звеньев в общей цепи перекрытий воздушного потока, принимающего участие в

квантовании динамики фонации.

Механизм динамического квантования значительно сложнее, чем первоначально кажется. Для его понимания проблема речевого дыхания должна быть поставлена во всей полноте как в части эффекторных механизмов, так и нервного управления. Вопрос о соотношении между величиной раскрытия голосовой щели и подсвязочным давлением и о влиянии этого соотношения на силовые перемены звука обсуждался в фонетической литературе, но не получал ясного решения вследствие ограниченности фактического материала. Мысль о том, что величина раскрытия голосовой щели определяет аэродинамические условия и тем самым влияет на силу звука, была высказана Форхаммером и энергично поддержана О. Есперсеном¹³³. Эта концепция кажется на первый взгляд довольно убедительной и подтверждается некоторыми фактами, полученными примитивным способом.

Первая мысль, которая естественно приходит в голову при обсуждении вопроса о силе подсвязочного давления и которая, как предпосылка, лежит в основе всех концепций экспираторного удара и слогаобразования, состоит в том, что величина воздушного давления

определяется силой экспирации. Весь дыхательный аппарат, все дольки обоих легких и все трахеобронхиальное дерево в разные моменты речи подают то большую, то меньшую массу воздуха, то с большей, то с меньшей скоростью. Это допущение не опиралось на какие-либо факты. Оно просто признавалось как самое простое, при отсутствии более точных наблюдений. Форхаммер и Есперсен справедливо усомнились в вероятности этого предположения. Дыхательный аппарат слишком громоздок для того, чтобы регулировать силу воздушного давления по таким малым порциям, которые требуются при слогоделении.

Если звук длится достаточно долго, как при пении, говорит Есперсен, то в этом случае еще можно думать, что его сила будет определяться за счет работы всего дыхательного аппарата, за счет усиления экспирации. Если же звуки часто чередуются и весьма ограничены во времени, то громоздкий дыхательный аппарат просто не успеет за быстрой сменой слоговых модуляций.

Это сомнение в возможностях дыхательного аппарата, в общей форме, конечно, справедливое, как и всякое сомнение в недоказанных положениях, само также не было обосновано какими-либо прямыми наблюдениями за

движениями, например диафрагмы, межреберных мышц или бронхов. Однако оно заставило обратить внимание на одно из звеньев общего процесса речевого дыхания – на изменение просвета голосовой щели.

О. Есперсен признает два пути регулировки силы экспирации. При пении, громких возгласах и при сильной эмфазе в речи усиление выдоха обычно идет за счет усилий всего дыхательного аппарата. Это один путь. Другой путь состоит в том, что голосовые связки сближаются то больше, то меньше. При сближении голосовых связок в подсвязочном пространстве увеличивается воздушное давление, поэтому колебания их автоматически приобретают большую амплитуду. При расширении щели, наоборот, подсвязочное давление уменьшается, соответственно ослабляется и сила звука. Этот второй путь регулировки силы звука является значительно более точным и тонким, чем первый. Уже незначительные перемены размера голосовой щели могут вызвать заметные модуляции силы звука, что и наблюдается в процессе обычной нормальной речи.

Эти положения подтверждаются следующими наблюдениями. Произнося громко о, мы не можем поколебать пламя горящей свечи, поставленной

около рта, при произнесении, например, *и* пламя не только колеблется, но и может быть даже потушено. Надо думать, что в момент произнесения *о* голосовая щель более закрыта, чем при произнесении *и*, поэтому расход воздуха на *о* меньше, чем на *и*.

Постараемся разобраться в этих наблюдениях. Самый факт большего сужения голосовой щели на *о* или *а*, чем на *и*, первоначально кажется вероятным и может быть подтвержден некоторыми акустическими измерениями. Из ранее изложенного мы знаем, что *а* и *о* являются значительно более громкими, чем *иу* поэтому естественно допустить, что и подсвязочное воздушное давление будет большим на *а* и *о*, чем на *и*, следовательно, в таком же соотношении будет находиться и величина раскрытия голосовой щели. Однако акустические измерения в данном случае не могут служить аргументом для доказательства, так как качание пламени зависит не от громкости звука, а от скорости воздушного потока. При произнесении *и* во рту образуется сравнительно узкий проход, поэтому скорость воздушного потока будет больше, чем при произнесении *а* или *о*, когда язык делает только нижний или средний подъем. Для учета расхода воздуха необходимо принять во внимание

соотношение его массы и скорости истечения.

Вначале допустим, что общая масса воздуха, поступающая в подсвязочное пространство, одинакова для *о* и *и*. Это именно тот случай, который имеет в виду Есперсен, так как излагаемая им концепция исходит из допущения того, что легкие сами по себе на этих звуках не регулируют подсвязочного давления. При большем сужении голосовой щели в момент произнесения *о* подсвязочное давление и амплитуда колебания голосовых связок увеличатся больше, чем при *и*. Но так как масса воздуха одинакова, то на *о* увеличится также и скорость воздушного потока в большей мере, чем на *и*. Если не принимать во внимание процессов в полости рта (как это делает Есперсен), то в таком случае поток с большей скоростью при произнесении *о* сильнее поколеблет пламя свечи, чем струя воздуха, идущая с меньшей скоростью при произнесении *и*. Опыт же показывает обратное.

Теперь примем другое допущение: масса воздуха, поступающего в подсвязочное пространство, неодинакова при произнесении *о* и *и*. Разбираемая теория не дает ответа при этом допущении и вполне понятно – почему. Тогда снова пришлось бы возвратиться к отклоненной

гипотезе о регулировке речевого дыхания при помощи громоздкого дыхательного аппарата. Если масса подходящего к гортани воздуха различна на каждом речевом звуке, то отсюда следует, что легкие подают на каждом звуке то больше, то меньше воздуха, и роль голосовой щели становится неясной.

Допущение о возможности регулирования силы звука через дыхательный аппарат отклонено слишком поспешно. Если дыхательная трубка может менять просвет на уровне гортани и выше, то нет никаких оснований отрицать, что она может измениться в просвете и ниже гортани, на всех разветвлениях трахеобронхиального дерева. На приведенных выше прямых рентгенограммах гортани было показано, что при смыкании голосовой щели фонация может отсутствовать. Это значит, что источник энергии для колебания голосовых связок лежит ниже гортани.

Конечно, Есперсен не сомневался в том, что энергия для образования звука поступает из легких. Вопрос ставится о том, как регулируется эта энергия, как она делится на порции при образовании разных звуков и равносильных слогов. Если допустить, что деление энергии на порции происходит только путем сужения и расширения голосовой щели, то неизбежно в

нижележащих местах трахеобронхиального дерева возникнут реактивные аэродинамические толчки, вздутия и спады. Толчки пойдут в обе стороны от голосовой щели, в верхней части они, согласно разбираемой гипотезе, будут усиливать и ослаблять звук, создавая ударения, а в областях ниже гортани эти толчки вызовут лишь расстройство дыхания, если реактивные силы не будут парированы какими-либо специальными нервными импульсами. Если же предположить, что регулировка подачи энергии для фонации находится в самом источнике отпуска энергии, тогда придется отказаться от принципа авторегулировки, так как легкие конечно, не входят в колеблющуюся фонационную систему. Решение всех этих вопросов, как видно, затрудняется просто вследствие отсутствия каких бы то ни было точных фактов. Общеизвестные же наблюдения противоречивы. Они толкают то на одну, то на другую гипотезу.

Одним из таких общеизвестных наблюдений, которое снова заставляет вернуться к отвергнутой первоначально гипотезе, является способ произнесения глухих согласных. Так как глухие согласные образуются в полости рта без (всякого участия голоса, следует думать, что голосовая щель при этом широко раскрыта, что признается

всеми. Есперсен считает¹³⁴, что в этом случае увеличение массы воздуха (Luftmenge) при усилении силы звука происходит за счет органов дыхания, т. е. увеличения силы выдоха. Таким образом, для образования глухих согласных автор гипотезы отводит главную роль отклоненному им ранее для процесса речи в целом принципу усиления звука за счет работы экспираторных мышц всего дыхательного прибора.

Современная техника дает возможность произвести прямые наблюдения за раскрытием голосовой щели во время фонации гласных. Конечно, эти данные более надежны, чем косвенные выводы из наблюдений за колебанием пламени. Оказывается, что при произнесении гласных происходят очень тонкие и едва уловимые изменения просвета голосовой щели. На 49 таблице альбома рентгенограмм представлены томограммы гортани, полученные В. Г. Гинзбургом при его опытах в Московском институте рентгенологии и радиологии¹³⁵.

При томографии рентгеновская трубка, точно фокусированная на определенный пункт объекта съемки, движется по радиусу. Навстречу трубке по дуге определенного радиуса движется также и снимаемый объект. В результате все ткани объекта, не находящиеся в фокусе при движении,

смазываются, а фокусированная область выделяется наиболее отчетливо. Таким образом, окружающие фокусированную область ткани как бы срезаются, почему и сам метод такой съемки получил название томографин.

На томограммах (49 таблица альбома) представлено произнесение *а*, *о* и *и*. Различия в размерах голосовой щели очень незначительны. Может быть, что на *и* она (несколько шире, чем на *а* и *о*. Вместе с тем отчетливо видно различие в наполнении воздухом морганиевых, или гортанных, желудочков (*Ventriculus laryngis*), расположенных между истинными и ложными голосовыми связками. Желудочки меньше всего раздуты при *я*, больше при *о* и еще больше при *и*. Это является показателем наибольшего воздушного лодсвязочного давления на *и* и уменьшения его на *о* и *а*.

Однако условия томографирования для решения поставленного вопроса недостаточно благоприятны. Экспозиций длится не меньше 2–3 секунд. При таком длительном произнесении голосовая щель может то сужаться, то расширяться. Ее истинный размер, при (Незначительных колебаниях, установить трудно. Для фиксации размеров голосовой щели при: кратком, речевом произнесении 31 звуков *о*, *и* В. Г.

Гинзбургом были получены на том же объекте обычные прямые рентгенограммы гортани. Экспозиция продолжалась 0,1 секунды. На этих рентгенограммах (50 таблица альбома), в отличие от томограмм, виден силуэт позвонков. Вместе с тем интересующая нас область голосовой щели выделена вполне точно и отчетливо. Это достигалось путем плотного прижатия кассеты к гортани и применения лучей повышенной жесткости (100 кв). Из сравнения рентгенограмм – (50 таблица альбома) видно, что раскрытие голосовой щели несколько больше на *а*, чем на *и*. Соотношение же *ИВ* расширении морганиевых желудочков такое же, как и в вышеприведенных томограммах. Следовательно, с достаточной уверенностью можно лишь сказать, что подвязочное давление при фонации *и* больше, чем при фонации *а*.

Факт меньшего раскрытия голосовой щели на *и*, чем на *а*, согласуется с ранее установленными фактами о величине потерь звуковой энергии в костно-мышечных тканях. Большая амплитуда колебания голосовых связок при фонации *и* есть не что иное, как подтверждение факта значительной акустической мощности *и* (по сравнению с *а*) на уровне гортани. Сужение же При произнесении *и* – воздухоносного пути в

полости рта приводит к увеличению скорости потока воздуха. Однако это обстоятельство, являющееся главной причиной колебания пламени свечи при произнесении *и*, не имеет никакого отношения к акустическому усилению" звука, что интересовало О. Есперсена. Ослабление же звука на *и*, как мы знаем, происходит вследствие расширения глоточной трубки и худших, по сравнению с *а*, условий излучения звука.

Так как при образовании слога глоточная трубка модулирует в объеме, то и голосовая щель должна повторять такую же модуляцию, иначе появится разрыв в балансе поступления и расхода воздуха. Следовательно, модуляцию глоточной трубки надо рассматривать как сигнал к изменению просвета голосовой щели при фонации разных звуков речи. Здесь происходит то же самое, что и в других частях механизма речи, – регулировка по конечному результату. Конечным результатом является выработка речевых звуков в надставной трубке; к этому результату и должен приспособиться процесс предречевой гортанной фонации.

На выходе изо рта звуки *а* и *и* должны быть в известных пределах выровнены по силе, так как иначе сильный звук, независимо от его места в

соседстве со слабым¹³⁶, будет маскировать этот слабый звук. Однако такому выравниванию мешает то обстоятельство, что *и* будет заглушено в глоточной трубке, в то время как *а* усилится в глотке и ротовом излучателе. Таким образом, для выравнивания звуков по силе управление по конечному результату должно потребовать ослабления *а* и усиления *и* на уровне ниже глоточной трубки, так как выше этого уровня происходит обратный процесс. Обратные соотношения этих процессов были показаны на стр. 210 (запись слов *маки*, *мака*, *пали*, *пила*) и на таблицах 48, 49, 50 (томограммы и фронтальные рентгенограммы гортани). При фонации *и* происходит значительно большее накопление подсвязочного давления, чем при фонации *а*. В надставной же трубке *и* теряет большую долю энергии, отдав ее окружающим тканям. Так как масса воздуха при этом остается все же значительной, то усиливается скорость его истечения в узкой ротовой щели, что может вызвать колебания пламени свечи, но уже не отразится на силе звука, так как он образуется не вследствие турбулентности в ротовой щели, а в результате колебания голосовых связок.

Представленные томограммы и обычные прямые рентгенограммы гортани позволяют

обнаружить еще одно в высшей степени интересное и принципиально существенное явление. Легко заметить, что поперечник сечения полости на уровне ложных голосовых связок колеблется на разных звуках речи. При промере по подлиннику томограмм получается следующий ряд: *а* – 4,8 мм, *о* – 6,5 мм, *и* – 10 мм. Измерение обычных прямых рентгенограмм дает *а* – 5 мм, *и* – 10 мм. Объект и условия съемки одинаковы во всех случаях. Это значит, что основные и при этом отчетливо заметные модуляции происходят на уровне не истинных голосовых связок, а ложных. Величина раскрытия голосовой щели остается на разных гласных звуках неизменной или почти неизменной. Это и понятно, так как иначе нарушился бы механизм приведения и не могла бы возникнуть фонация. Вместе с тем аэродинамические условия образования разных гласных настолько различны, что потребуют соответственно разной регулировки просвета воздухоносной трубки на уровне гортани. При иных условиях возникли бы сильнейшие вредные реактивные силы перенапряжения. Так как при фонации *а* снижается подсвязочное давление, то соответственно уменьшается и поперечник сечения на уровне ложных голосовых связок. При усилении же подсвязочного давления на *о* и

особенно на *и* расширяются и ложные голосовые связки. Как указывалось, сигнал о регулировке просвета ложных голосовых связок и соответственно большем или меньшем заполнении (воздухом) моргание желудочков может быть подан только от такого органа, который выдает конечный речевой эффект, т. е. образует произносительную единицу – слог. Таким органом является глоточная трубка как непрерывно модулирующий компонент речевой резонаторной системы. Это значит, что регулировка просвета ложных голосовых связок происходит по принципу обратной связи. Конечно, эта обратная связь идет не непосредственно от глоточной трубки к гортани. Афферентная сигнализация от глоточной трубки, как будет показано дальше, направляется к центру – в разные подкорковые и корковые образования и оттуда, перекодированная на разные речедвижения, в том числе и на колебания просвета ложных голосовых связок, направляется к исполнительным органам для их взаимной, нормализованной регулировки.

Следует подчеркнуть, что обсуждаемые рентгенограммы гортани проливают свет на очень до сих пор не ясную проблему о роли ложных голосовых связок в процессе фонации. Оставалось непонятным, каков смысл дублирования

связочного аппарата гортани. Казалось бы, что для фонации достаточно одних истинных голосовых связок. В действительности принцип парных звеньев является основным во всей системе механизма речи. Именно эта парность звеньев и обеспечивает нормализованную регулировку всего речевого процесса.

Такие парные звенья, как тоновой и шумовой генераторы звуков речи, глоточный и ротовой резонаторы, поперечнополосатые мышцы дыхательного аппарата и гладкие мышцы трахеобронхиального дерева, составляют в целом взаимосвязанную цепь парных звеньев, обеспечивающих взаимную авторегулировку и нормализацию при произношении слов. В эту же систему входит и парное звено гортани. Авторегулировка в этом случае состоит в том, что истинные голосовые связки квантуют звук по степеням частоты основного тона, а ложные голосовые связки согласованно с этим выравнивают динамический диапазон звука и на этом выравненном фоне позволяют при сигнализации от глоточной трубки квантовать степени слоговой равносильности. Таким образом, два вида квантования сливаются в одном общем конечном слоговом эффекте.

Вывод, к которому мы приходим в этом

параграфе, состоит в том, что авторегулировка частоты звуковых колебаний происходит на уровне истинных голосовых связок гортани, авторегулировка же силы звука происходит на уровне ложных голосовых связок, но через посредство глоточной трубки. Так как частота звука не может возникнуть без энергии, то оба процесса теснейшим образом связаны. Полный ответ на вопрос может быть получен лишь после исследования самого источника энергии звука при речевой фонации.

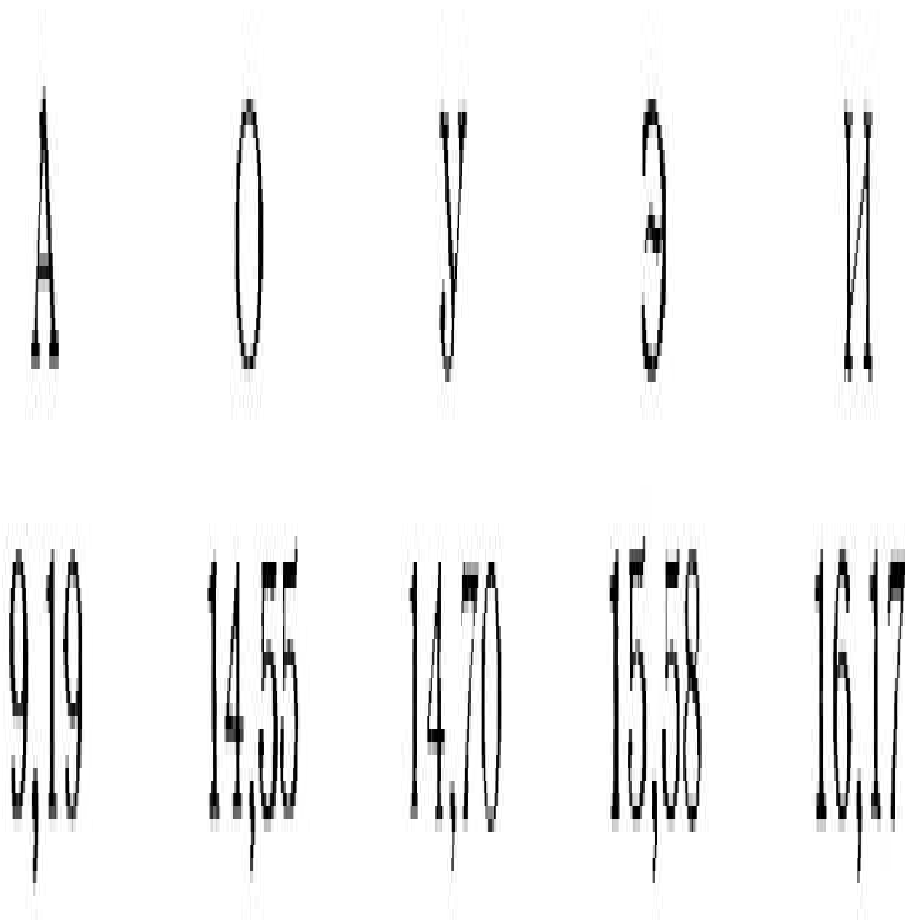
Концепция Форхаммера-Есперсена, в которой глоточные модуляции не принимались во внимание, должна быть решительно перестроена. Ударение и всякие другие силовые модуляции не могут зависеть только от изменения ширины голосовой щели. Перемены ширины голосовой щели входят как элемент в общую систему слогообразования. В дальнейшем будет показано, что существует внутренняя обратная нервная и мышечная связь между глоточной трубкой и гортанью, которая обеспечивает авторегулируемое управление этими системами.

До сих пор были приведены некоторые факты о регулировке силы звука только на уровне гортани, вопрос о регулировке отпуски энергии из ее источника остался открытым. Эта наиболее

сложная и наименее изученная проблема будет поставлена в следующем параграфе.

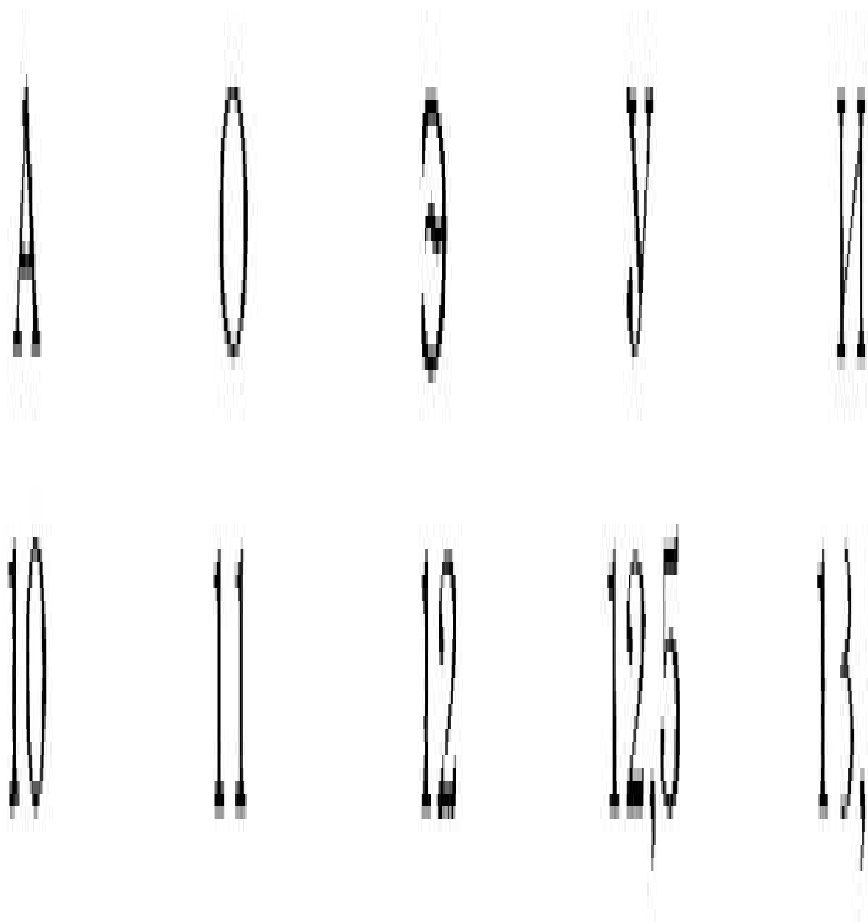
§ 33. Парадокс речевого дыхания

Исследования послеротового воздушного давления манометрической методикой при произнесении гласных производились неоднократно. Во всех случаях они давали сходные результаты в соотношениях величины давления в элементах ряда. По измерениям Гюнцера¹³⁷ на материале немецкого языка получился следующий ряд ступеней в миллиметрах ртутного столба:



По измерениям Л. Д. Рабогнова на материале

русского языка¹³⁸ получился следующий ряд:



В целом, несколько большая абсолютная величина послеротового давления в немецком языке, по сравнению с русским объясняется, вероятно, более твердым приступом немецких гласных. Различие рядов в соседних звеньях (у; э) объясняется, во-первых, различием языков и, во-вторых, тем, что при изолированном произнесении гласных смежные звенья, как это было показано раньше, могут по зоне модуляций глоточного резонатора частично перекрываться. Представленные данные получены независимо от наблюдений за модуляциями глоточной трубки и

задолго до установления самого факта таких модуляций. Кроме того, ряд последовательности послеротового воздушного давления был установлен вне всякой связи с рядом разногромкости гласных.

Теперь мы должны обратить внимание на то, что все эти три ряда находятся в полном соответствии друг с другом. Последовательность от *а* до *и* сохраняется во всех трех рядах и не может считаться случайной. Однако направление роста величин в разных рядах неодинаково. В то время как громкость звукам от *а* до *и* падает, объем глоточной трубки и послеротовое воздушное давление от *а* до *и* возрастают. Соответственно общий результат может быть сведен в таблицу.

от а до и

- 1. Громкость падает
- 2. Объем глоточной трубки возрастает
- 3. Послеротовое воздушное
давление возрастает

Таблица 9

Таким образом, есть совершенно определенное и при этом обратное соотношение между громкостью звука, с одной стороны, и объемом глоточной трубки и воздушным давлением, с другой. Раньше, при, обсуждении соотношения рядов громкости и объемов глоточной трубки, мы исходили из допущения одинаковости массы воздуха и скорости его истечения на разных звуках. Стараясь не усложнять вопрос, мы не учитывали роль речевого дыхания, а заметили лишь очевидное соотношение между величинами громкости звуков и объемами глоточной трубки. Теперь следует включить в рассмотрение всю систему речевого дыхания в целом.

Если до конца проанализировать ход звукового процесса и движения воздуха в резонаторных полостях при допущении одинаковости массы, подаваемой из легких воздуха на *а* и *и*, то необходимо прийти к следующим выводам. Измерение рентгенограмм (показывает, что площадь глоточной трубки при переходе от *а* к *и* возрастает не менее чем в 25 раз, следовательно объем трубки увеличивается еще больше. Воздушное давление в трубке при произнесении *и* не может упасть ниже атмосферного, так как *и* как и все звуки, произносится на выдохе. Следовательно, при

произнесении *а* с одинаковой массой подаваемого, воздуха и при сужении трубки больше чем в 25 раз по площади произойдет сильнейшее увеличение воздушного давления. Звук будет чрезмерно усилен, чему будет способствовать широкое раскрытие ротового излучателя.

Если же признать, что масса подаваемого воздуха будет подравниваться к нормальному произнесению *а*, тогда расширение глоточной трубки больше чем в 25 раз при произнесении *и* вызовет разрежение воздуха ниже атмосферного. Если бы даже звук образовался, то он был бы заглушен в прикрытом ротовом излучателе. При подаче некоторой средней величины массы воздуха все равно звук *а* будет дважды усиливаться, а звук *и* дважды ослабляться, если принять во внимание ширину глоточной трубки и форму ротового излучателя. Это значит, что (различия в интенсивности будут настолько велики, что акустически более мощное *а* замаскирует маломощное *и* при кратковременном следовании их друг за другом. Это различие в интенсивности возрастет еще больше при соседстве в слоге гласного и маломощного согласного. Один из звуков, будет неимоверно сильным, другой настолько слабым, что потеряет всякую слышимость.

Быстрые и значительные перемены воздушного давления в воздухоносных трубках, кроме того, вызовут тяжелые физиологические условия. Чрезмерное сужение трубки и повышение давления на *a* вызовет перенапряжение не только на мышечном аппарате глотки, но и будет передаваться на гортань и трахею и все трахеобронхиальное дерево.

Вышеприведенная таблица, из которой видно обратное соотношение между силой звука и воздушным давлением в меняющемся объеме точной трубки, показывает, что существует двойной саморегулирующийся механизм компенсации воадужного давления и силы звука. Из таблицы 9 видно, что на *и* глоточная трубка расширяется, соответственно должно было бы упасть и воздушное давление, но на выходе изо рта оно возрастает, несмотря на высокий подъем языка к твердому нёбу. Это значит, что спад давления компенсируется большей подачей воздуха и большей скоростью его истечения. В связи с этим усиливается вибрация голосовых связок и относительная интенсивность звука *и*, что было подтверждено опытами по учету косшо-мышечной проводимости. Наоборот, в суженной глоточной трубке при произнесении *a* воздушное давление должно было бы сильно

подняться, но оказывается, что после ротовое давление становится минимальным. Это значит, что повышенное давление в узкой глоточной трубке компенсируется подачей меньшей массы воздуха и меньшей скоростью его истечения. Вследствие этого чрезмерная интенсивность звука *a* ослабляется, что также было доказано меньшей, по сравнению с *u*, громкостью *a* на уровне глотки.

Действие такого саморегулирующегося механизма, как видно, можно понять, лишь исходя из предположения о том, что масса и скорость подаваемого в фонационную систему воздуха меняются соответственно изменяющимся объемам ротоглоточного резонатора. Следует допустить, что при произнесении *a* масса поступающего из трахеи воздуха и скорость потока уменьшаются, при произнесении же *u* — увеличиваются. "В этих саморегулирующихся условиях выравнивается акустическая мощность звуков речи и не возникает влияния вредных реактивных сил на мышечно-связочный аппарат воздухоносных путей. Появляется, так сказать, щадящий режим работы всего фонационного и дыхательного аппарата.

Сделанный вывод все же является предположительным. Его приходится рассматривать только как очень вероятное

допущение, которое необходимо подтвердить фактами прямого наблюдения. Нами собран достаточно обширный рентгенографический материал, позволяющий судить о движениях диафрагмы и ребер в процессе речевого произнесения. Из этого материала могут быть сделаны выводы о механизме авторегулируемой подачи энергии из ее источника и о взаимной связи всех элементов сложной произносительной системы.

Запись движений диафрагмы производилась при помощи рентгено-кимографа. Для прочтения представленных ниже рентгенокимограмм напомним, что каждая из них разбита на полосы шириной 12 мм. Полосы получаются или в результате движения пленки, расположенной за щелями шириной в 1 мм, образуемыми между свинцовыми пластинами, или в результате движения самих пластин, составляющих решетку. Через каждую из щелей на пленку проецируется положение диафрагмы и синхронно с этим движение ребер за время движения решетки или пленки на протяжении 12 мм. Таким образом, в каждой из полос отражается один и тот же процесс, происходящий в разных местах обоих куполов диафрагмы. Для экономии места мы срезаем большую часть рентгенограммы, оставляя

лишь некоторые полосы средней части левого купола. В дальнейшем в качестве индикатора будет приниматься только движение диафрагмы, так как смещения ребер (в противоположном направлении) синхронны движениям диафрагмы, тем более, что смещения ребер могут быть замечены только на полной рентгенограмме размером 40 x 30 см. Под рентгенокимограммой показано: а) время движения решетки (или кассеты) от одного края полосы до другого; б) произносимый звук речи; в) направление чтения, обозначенное стрелкой. Если чтение по указанию стрелки идет справа налево, то разбор кимограммы следует начинать от правого края любой вертикальной полосы и заканчивать у левого края той же полосы. При нормальном свободном дыхании подъем диафрагмы соответствует выдоху, опускание – вдоху.

Соответственно указанным правилам прочтем рентгенокимограмму (рис. 69). У правого края каждой из полос заметен небольшой подъем диафрагмы, следовательно, начался выдох. Далее диафрагма стала опускаться, следует признать, что начался вдох. После этого диафрагма снова поднимается и подходит к левому краю полосы, происходит второй выдох. Так прочтает эту рентгенокимограмму всякий рентгенолог,

применяющий данную методику. Однако обратим внимание на то, что все эти модуляции диафрагмы происходят за 1 секунду. При свободном нормальном дыхании число дыхательных циклов (вдох-выдох) в среднем равно 16–18 в минуту, в разбираемом же случае (если принять 1,5 цикла в секунду) средняя частота циклов будет 90 в минуту. Следует допустить, что произошли какие-то резкие изменения в частоте дыхательных циклов.

В действительности на рис. 69 представлена кимограмма не свободного дыхания, а процесс непрерывного произнесения двух слогов, *ai*. В начале, у правого края полосы, записано движение диафрагмы при произнесении *a*. На этом звуке диафрагма вначале немного поднялась, а потом довольно значительно опустилась. Левее начался подъем диафрагмы, что соответствует произнесению *и*. В данном случае, как, конечно, и во всех случаях, произнесение происходило на выдохе. При этом непосредственно за звуком *a*, без всякого заметного слуху перерыва,, произносилось *и*. Следовательно, возможность фазы реального вдоха была исключена полностью. В этом и состоит диафрагмальный парадокс речевого дыхания.

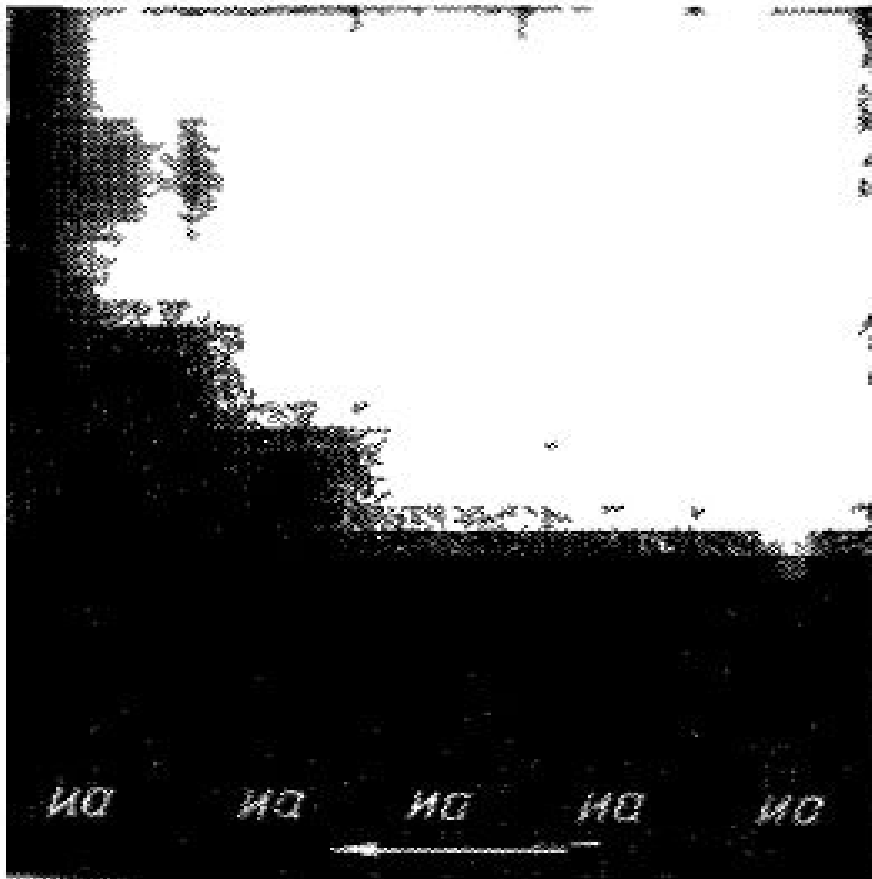


Рис. 69. Рентгенокинограмма произнесения *ai* (1 сек.)

В процессе речевого произнесения диафрагма на выдохе совершает резкие и отчетливо элементные вдыхательные и выдыхательные движения. Она модулирует с определенной амплитудой на каждом речевом звуке, то поднимаясь вверх, то опускаясь вниз, при этом экспирация не прекращается.

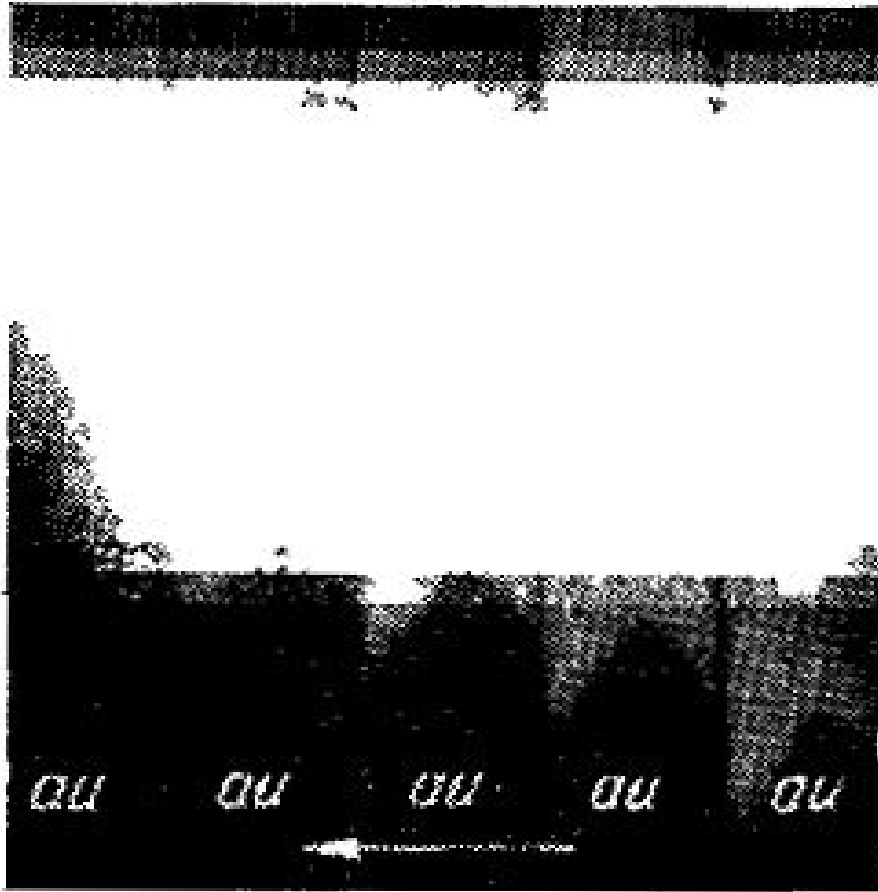


Рис. 70. Рентгенокинограмма произнесения *иа* (1 сек.)

Таких рентгенограмм нами получено множество и не на одном объекте, а на нескольких, обладающих совершенно здоровыми легкими. Нет никаких сомнений в том, что зарегистрированное явление не случайно, а должно рассматриваться как закон.

Прочитаем ту же кинематограмму, имея в виду проследить смену воздушного давления, поступающего к органам фонации и резонаторным полостям от источника энергии. В начале (у правого края полосы) диафрагма поднимается. Это значит, что в начальный момент

произнесения *а* к органам фонации поступает некоторое давление. За вторые две трети звучания *а* диафрагма стала опускаться. Это значит, что началось снижение подаваемого воздушного давления. Если бы давление продолжало прибавляться, это привело бы к указанным выше тяжелым физиологическим и акустическим последствиям. Опускаясь, диафрагма производит некоторое ослабление начального давления, тем самым выравнивается интенсивность звучания *а* в отношении к другим речевым звукам. После окончания звучания *а* без перерыва вступил звук *и*. В это время диафрагма снова поднимается, подавая с более низкого уровня значительно большее давление, чем при произнесении *а*. В процессе звучания *и* никогда не происходит "сброса" давления. Сброс появляется лишь по окончании фонации *и* и то в зависимости от характера последующего звука и места слогораздела. Подождем делать дальнейшие выводы, прежде чем рассмотрим другие материалы.

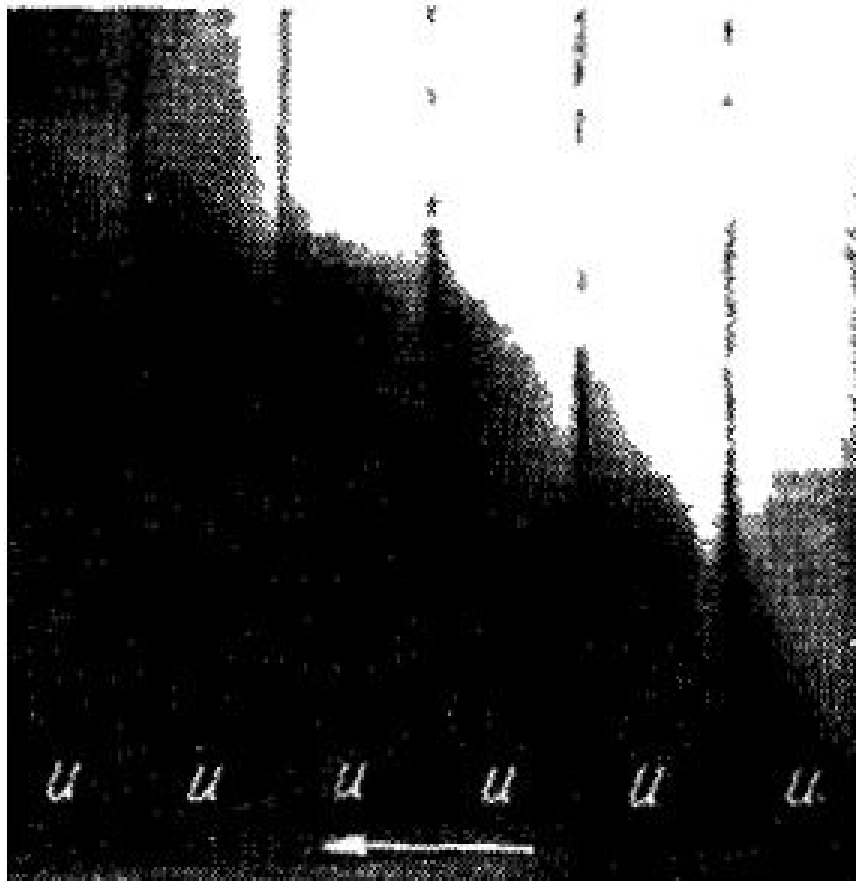


Рис. 71. Рентгенокинограмма произнесения *и* (1 сек.)

На рентгенокинограмме (рис. 70) представлено произнесение *иа*. Видно, что при перестановке звуков меняется и ход движения диафрагмы. С правого края полосы начался подъем диафрагмы и соответственно появилось звучание *и*. Далее идет небольшое плато – это момент слогораздела. Следующее за плато падение диафрагмы указывает на сбавку давления при произнесении *а*. На кинограмме (рис. 71) показано произнесение одного *и*. Здесь происходит постепенный подъем диафрагмы без всякого сбавления давления, что усиливает

фонацию *и* на уровне гортани, увеличивает объем забираемого в глоточную трубку воздуха и, несмотря на перегороденный ротовой излучатель, выравнивает до хорошей слышимости акустическую мощность *и* по сравнению с другими гласными.

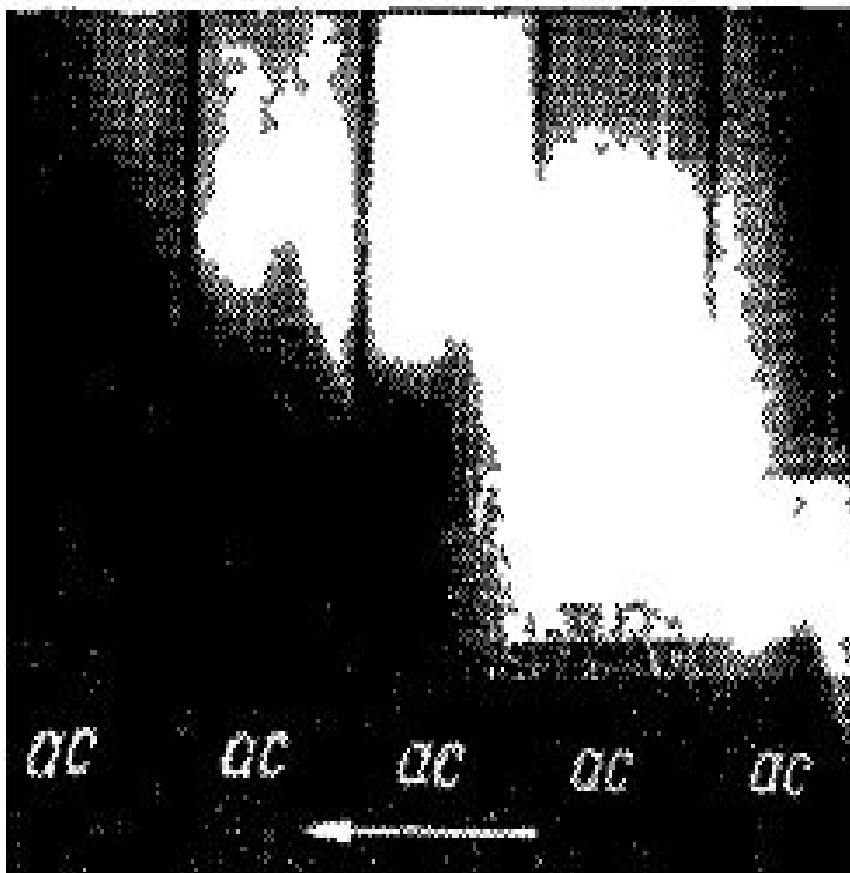


Рис. 72. Рентгенокинограмма произнесения слога са (1 сек.)

Из сравнения произнесений *аи* и *иа* видно, что в первом случае на двух слогах происходит два подъема диафрагмы, а во втором случае на двух слогах возникает только один подъем диафрагмы. Следовательно, подъемы и падения диафрагмы не

соответствуют количеству слогов, а зависят от состава входящих в слог звуков. Однако уже и на этих двух кимограммах виден процесс слоγοделения. При произнесении *ai* (рис. 69) слогораздел проходит в нижней точке стояния диафрагмы, в середине полосы; при произнесении *ia* (рис. 70) слогораздел проходит в верхней точке стояния, там, где образуется плато.

При разборе рентгенокимограмм необходимо учитывать как состав слога, так и место слогораздела. На кимограмме (рис. 72) представлено произнесение слога *ca*. У правого края полосы начинается высокий подъем диафрагмы на *c*, потом падение на *a* и далее почти ровное стояние в слогоразделе. Такая же картина наблюдается при произнесении слога *ka* (рис. 73). Острая пика вверх соответствует высокому и быстрому подъему диафрагмы в момент сильного подъязыкового давления при смычке *k*. Далее на рентгенокимограмме видно падение диафрагмы на *a* и ее слогостояние в конце. В сложном слоге *ска* (рис. 74) (экспозиция 2 сек.) вначале идет сильный подъем диафрагмы (справа, полосы) на *c*, еще больший подъем при вступлении *k* и падение на *a*. произнесения слога *ка* (1 сек.) произнесения слога *ска* (2 сек.)

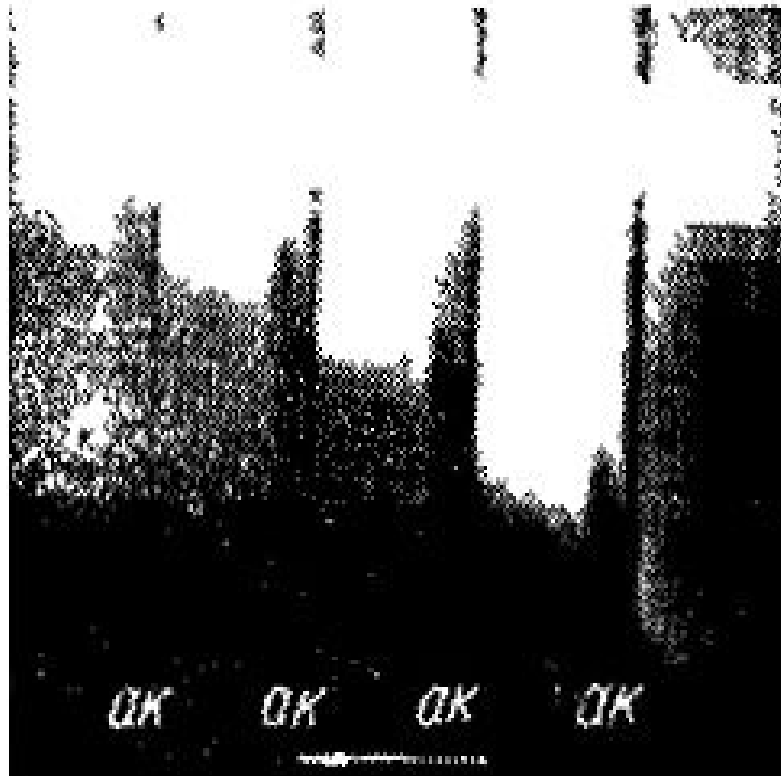


Рис. 73. Рентгенокинограмма произнесения слога ка (1 сек.)

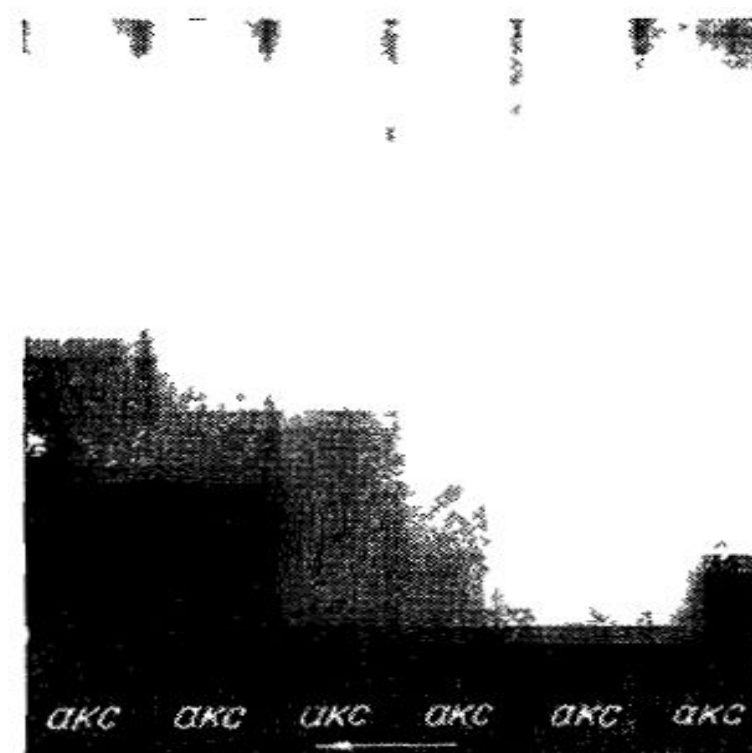


Рис. 74. Рентгенокинограмма произнесения слога ска (2 сек.)

Интересно проследить движения диафрагмы на слогe *лы* (рис. 75). Оонорное *л* самое громкое из согласных, так же как *а* из гласных. Глоточная трубка при произнесении *л* значительно меняется в объеме, кроме того, надгортанник совершает свою экскурсию вверх и вниз, облизывая корень языка; кончик языка довольно слабо прижат к верхним зубам и передней части твердого неба.

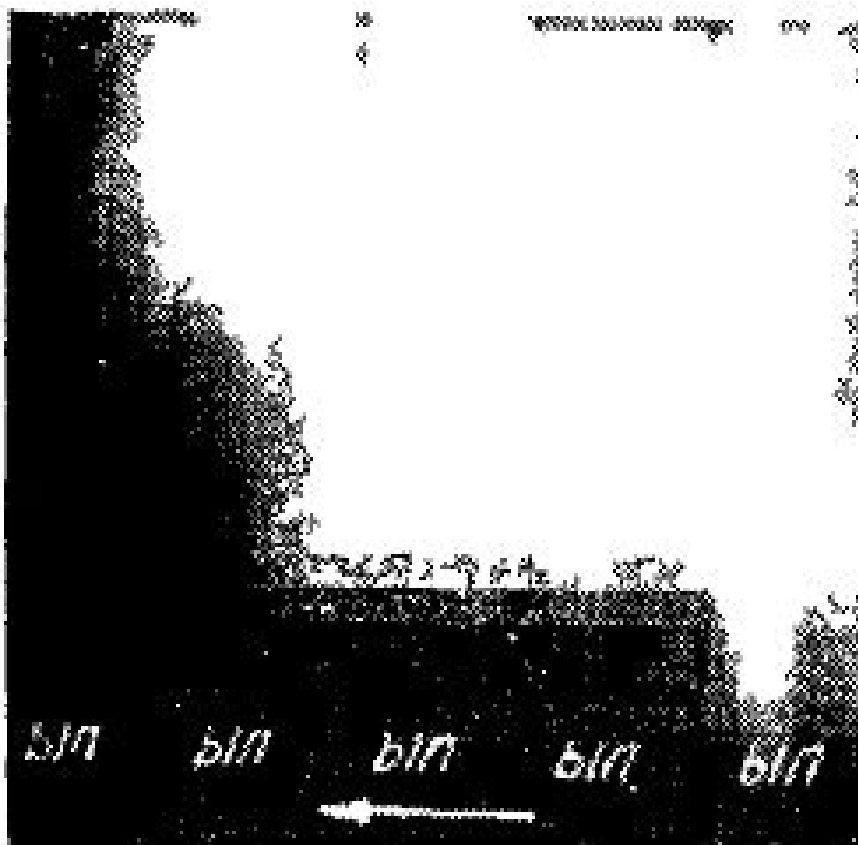


Рис. 75. Рентгенокинограмма произнесения слога *лы* (1 сек.)

Так как голосовые связки включены, а шум от трения воздуха по боковым щелям невелик, то получается довольно значительная общая

акустическая мощность этого звука. На кимограмме видно падение диафрагмы после некоторого начального ее подъема, что и вызывает поправочное, уравнительное падение воздушного давления и соответственно ослабление силы звука, т. е. выравнивание динамического диапазона.

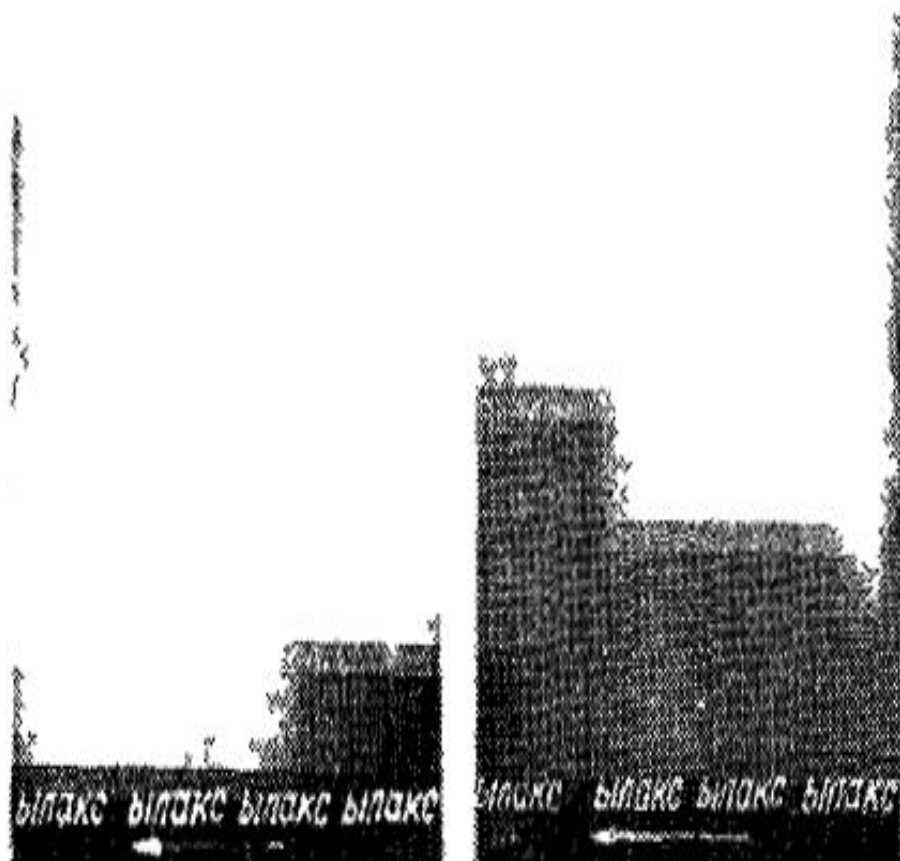


Рис. 76. Рентгенокимограмма произнесения слова *скалы* (1–2 сек., 2–3 сек.)

Далее на *ы* так же как и на *и*, снова идет подъем диафрагмы и увеличение давления.

На кимограмме (рис. 76) представлено произнесение слова *ска́лы*, составленного из ранее

расмотренных слогов (1-я – экспозиция – 2 сек.; 2-я – 3 сек.). Из кимограмм видно, что по модуляциям диафрагмы произнесение разделилось на два слога. На слоге *ска* диафрагма вначале делает два движения вверх (*ск*), потом опускается на *а*. После этого идет краткое нижнее слогостояние диафрагмы и новый слог *лы*, который начинается малым подъемом диафрагмы на *л* и вторым, большим подъемом на *ы*. Словораздел заметен по низкому падению диафрагмы.

В главе X указывалось, что кинорентгено съемка модуляций глоточной трубки дает возможность проследить процесс слогообразования, в то время как слоговое деление скрадывается вследствие инерции глоточной трубки, которая медленно меняет свою форму в момент спада воздушного давления. На модуляциях же диафрагмы, наоборот, процесс слогообразования заметен хуже, так как на подъемах и опусканиях диафрагмы одновременно отражаются как слоговые колебания, так и колебания динамики каждого из звуков. Слогораздел образуется при наибольшем относительном падении давления. В этот момент подача из источника энергии значительно ослабляется, хотя выдох продолжается. Может

продолжаться фонация и резонанс, вот почему глоточная трубка сохраняет определенную форму. Вместе с тем падение давления в слогоразделе будет отчетливо обнаруживаться по характерному вертикальному опусканию диафрагмы.

Те явления слоговых перестроек, которые были зарегистрированы в акустических записях на динамических профилях сценической речи, получили лишь частичное объяснение при исследовании модуляции глоточной трубки. Теперь, разбирая материал о регулировке энергии речевого дыхания, мы снова встречаемся с тем же процессом. На кимограмме движений диафрагмы мы видим аналогичные профили динамических подъемов и спадов, большие и малые вершины, несущую волну и несомую ею зыбь, отставки вершин и их сдвигание. Все это – единый процесс, каждую из составных частей которого мы до сих пор рассматривали по отдельности, сходство же этих акустических, глоточных и диафрагмальных модуляций бросается в глаза. Разномощность речевых звуков, образование слоговой дуги громкости, слогоразделы, "пропажа" слогов, выделение слога в словесном стереотипе, слоговая фразовая перестройка в потоке речи – все это явления речевой динамики, для осуществления которой включаются все уровни управления и все

три системы речевых органов.

Рассмотрим несколько глубже относящийся сюда материал. На рисунке 77 представлены рентгенокинограммы произнесения слов *Ката* (*Катя*) и *кат-ка* (*кадка*). Первый слог *ка* в слове *Катя* является открытым, в слове *кадка* первый слог *кат* – закрытый. На модуляциях диафрагмы это различие отразилось следующим образом. Открытый слог *ка*, как и следовало ожидать, дал одну слоговую вершину с подъемом на *к* и падением на *а*. В закрытом слоге *кат* (рис. 77, 2) падение диафрагмы на ударном *а* быстро сменилось подъемом при произнесении *о*. После этого идет слоговое падение диафрагмы и ее стояние на слогоразделе. Таким образом, в первом случае диафрагма дала на одном слоге одну вершину, а во втором случае две, но слогораздел отчетливо заметен по глубине ниепадения края диафрагмы. Этот рубеж разделяет два слога в обоих словах. Второй слог (*тя*) образовал две вершинки, что можно объяснить тем, что смычка на мягком согласном длительнее, чем на твердом. Диафрагма за это время удерживает столб воздуха до места смычки. Фонация *а* производится путем подачи энергии, начиная с небольшого подъема диафрагмы и глубокого падения, которое осталось за кадром.

В слоге *ка* переход диафрагмы на произнесение *а* не дал подъема, так как смычка на твердом согласном короче, чем *иа* мягком. Сложность перехода от мягкого согласного к *а* была отмечена и в акустических записях на кривых динамики слова *рада* (*ряда*).

После сделанных замечаний модуляции диафрагмы при произнесении обоих разбираемых слов читаются легко. Следует только иметь в виду, что падение диафрагмы в конце обоих слов осталось за кадром. Из приведенных сопоставлений видна тесная связь между модуляциями глоточной трубки и диафрагмы. Если произнесение ускоряется, например, так, что за то же время произносится не одно слово слогораздельно, а слитно два слова, то диапазон слогаделения сильно сжимается. Слогаделение становится едва заметным по очень малым вершинкам диафрагмальных модуляций. Главные же вершины резко разделяются на границах между слов. Это явление представлено в кимограмме рисунка 78; где зафиксировано произнесение двух слов *Катя* – *Китти* за 3 сек. На каждой из больших вершин, соответствующих этим словам, вырисовались очень мелкие слоговые вершинки, при этом в слове *Китти* вершинки выше, чем в слове *Катя*, так как в

первое слово входяг два *и*, требующие более сильного воздушного давления, чем два *а*.

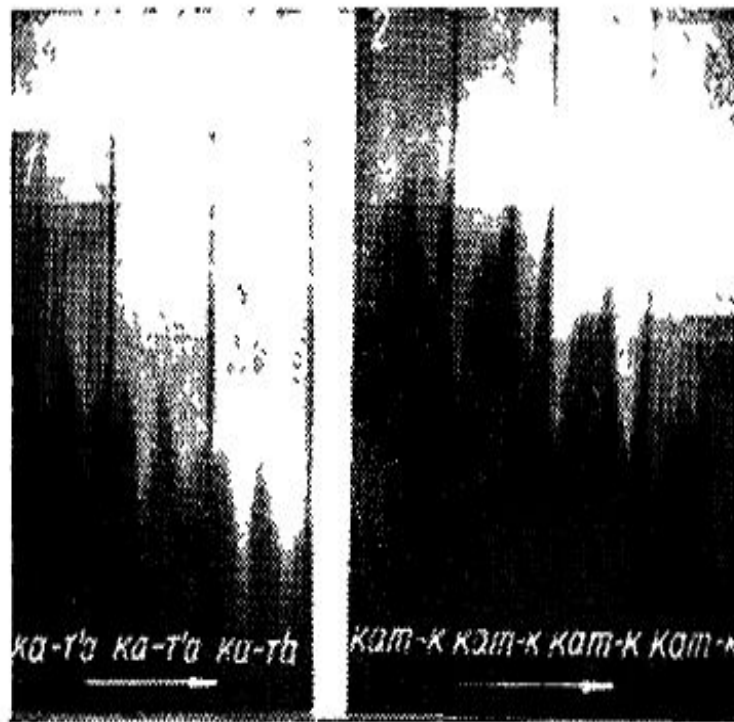


Рис. 77. Рентгенокимограмма произнесения слов (3 сек.): 1 – *Ка-тя*, 2 – *кад-ка*



Рис. 78. Рентгенокинограмма произнесения слов (3 сек.): *Катя, Китти*

Однако при разделе слогов на стыке согласных модуляция диафрагмы в слогоразделе не так отчетлива, как на стыке гласного и согласного. На рисунке 79 представлены кимограммы произнесения разными лицами слова *акция* (*ак-ци-а*). Кимограмма 1 является ступенчатой. Это значит, что здесь зафиксировано движение только одной точки диафрагмы в 1 мм, тогда как при скользящей кимограмме щель между пластинками проходит ряд точек на протяжении 12 мм. Из кимограммы 1 видно, что у левого края полосы образовалась первая слоговая вершина *а/с*. Вторая слоговая вершина *ци* видна только в подъеме и едва заметна в спаде. Наивысшая точка подъема диафрагмы соответствует из третьего слога *а*. После этого идет падение на *а*. Аналогичная картина наблюдается в скользящей кимограмме 3, но три слоговых вершины здесь несколько более заметны. (Падение на *а* осталось за кадром.) В кимограмме 2 низкое плато у левого края полосы следует понимать как диафрагмальное ослабление на слоге *а*. Следующее за ним *к* отошло к слогу *ци*. Заметны малые вершинки на *к* и *ц*. После этого идет подъем на третьего слога и падение на *а*. Таким образом, учитывая разномощность звуков речи, по рентгенокимограмме можно определить разные

случаи произносительного слогоделения (*ак-ци а*; *а-кци-а*).



Рис. 79. Рентгенокинограмма произнесения слова *акция* (3 сек.): 1-ступенчатая (*ак-ци-ја*), 2-скользящая (*а-кци-ја*), 3-скользящая (*ак-ци-ја*)

Величина диафрагмальных колебаний уменьшается с увеличением скорости произнесения слов. Увеличение времени слогообразования, растягивание слотов относительно увеличивают размахи диафрагмальных колебаний. Это соотношение может быть прослежено на рентгенокинограммах, регистрирующих произнесение слова *колокола*,

ранее рассмотренного в акустических записях и кинокадрах, фиксирующих модуляции глоточной трубки. На рис. 80, 1 дана килограмма слогораздельного произнесения этого слова, на рис. 80, 2-слитного произнесения и на рис. 80, 3 – ускоренного произнесения (дважды за 3 сек.). При слогораздельном произнесении в модуляциях диафрагмы вырисовалось 4 слога, при этом первые два более сомкнуты, чем последние. При слитном произнесении колебания диафрагмы ничтожно малы. Все же можно найти три малые вершинки. При ускоренном произнесении в первом случае (слева) обозначились две вершинки, во втором случае – одна вершина и большое плато. Во (всех этих записях звуки, входящие в состав слова, были

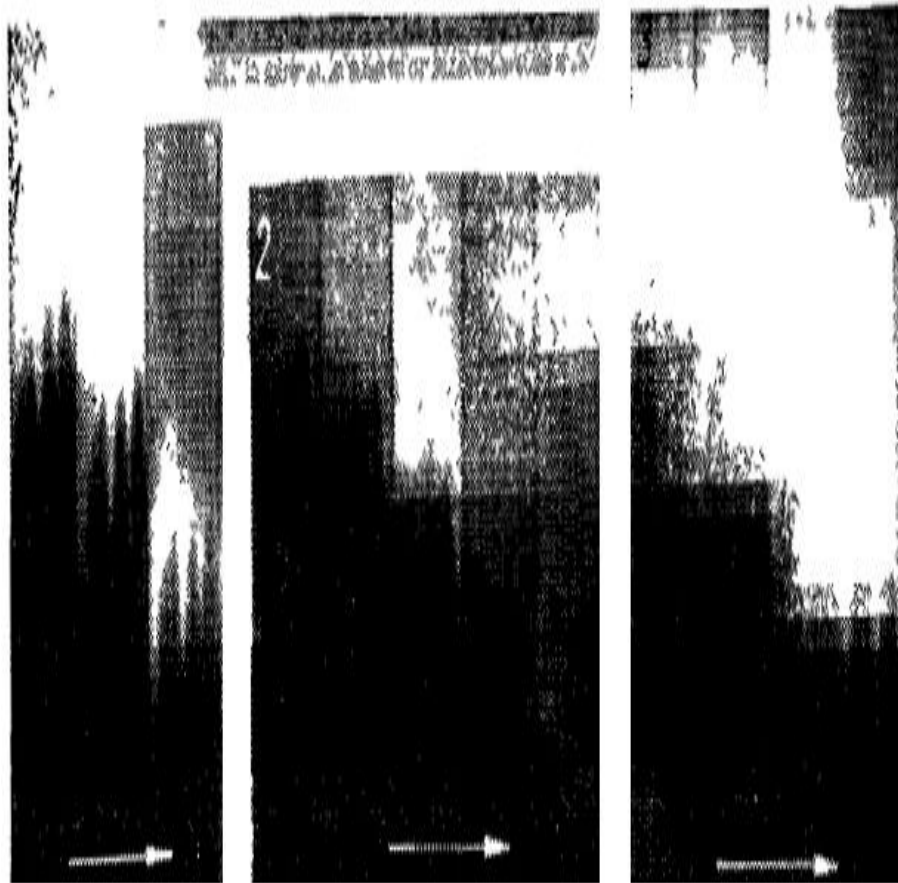


Рис. 80. Рентгенокимограмма произнесения слова *колокола* (3 сек.): 1 – слогораздельное произношение, 2 – слитное произношение, 3 – ускоренное произношение (2 раза)

произнесены полностью, что специально контролировалось и входило, как обязательное, в условие опыта. Вполне возможно, что при большей скорости движения кассеты и на большем пространстве пленки могло бы получиться более точное изображение диафрагмальных модуляций, но, независимо от абсолютных величин, сравнительное сопоставление кимограмм показывает сильнейшее сглаживание слоговых модуляций по мере

ускорения произнесения слов. Совпадение акустических записей с регистрацией глоточных и диафрагмальных модуляций подтверждает ранее сделанный вывод о том, что верхний предел диапазона слогового квантования не превышает величины колебания для оодельно произносимого слога, а нижний предел сводится к нулю.

Полученные при помощи рентгенокимографии факты прекращают всякие споры о том, способен ли громоздкий дыхательный аппарат регулировать силу произнесения гласных. На кимограмме (рис. 81) зарегистрировано произнесение *а* тихо; *а* "громко; *и* тихо; *и* громко. Видно, что с увеличением громкости произнесения увеличивается и подъем диафрагмы. Как и следовало ожидать, подъем диафрагмы на громком *и* больше, чем на громком *а*. Подъем диафрагмы на тихом *и* на 0,5 мм больше, чем на тихом *а*¹³⁹. На каждом простом слоге диафрагма поднимается и опускается. Сопоставляя эти записи с ранее показанными кимограммами произнесения двух простых слогов *аи*, *иа* и слога можно установить, что падение диафрагмы при произнесении *а* начинается еще в момент фонации *а*, тогда как падение диафрагмы при произнесении *и* начинается в момент окончания фонации *и*. Это значит, что модуляция диафрагмы выполняет две

функции: а) усиления и ослабления самого звука и б) образования слогораздела. Так, на *а* вначале звук усиливается, потом ослабляется; на *и* звук все время усиливается; после окончания фонации" *и* сразу же наступает слогоразделяющее падение диафрагмы. Говоря сейчас об усилениях и ослаблениях звука, мы имеем в виду не ослабление и усиление в слоговой дуге громкости, а те усиления и ослабления, которые происходят при переходе от одного звука к другому.

Представленные кимограммы произнесения простых слогов на разных уровнях громкости позволяют сделать еще одно очень важное наблюдение.

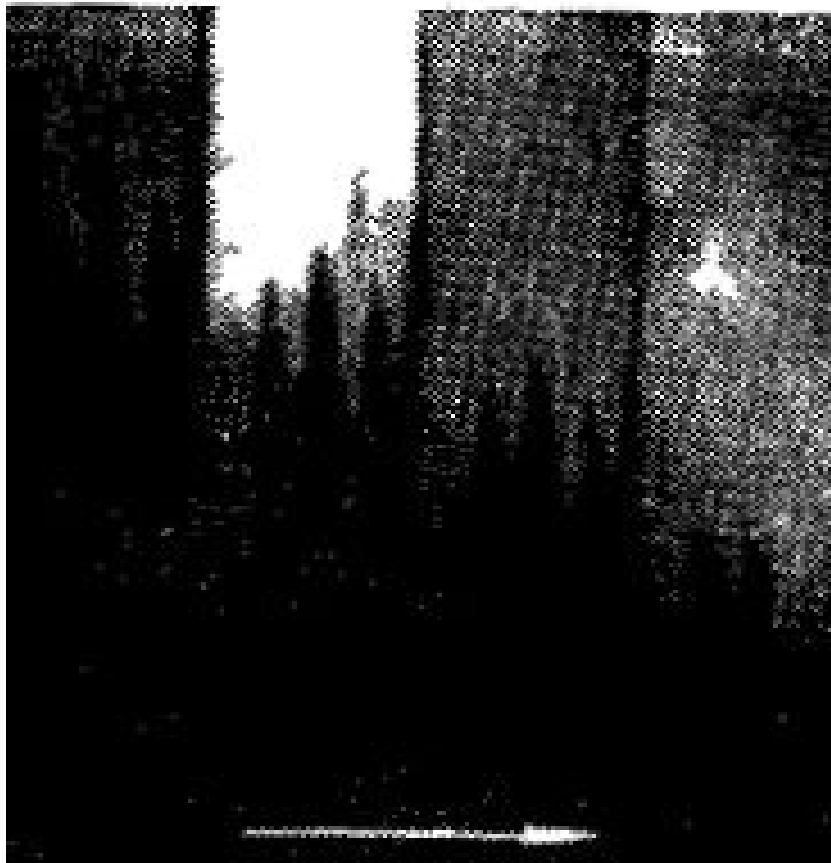


Рис. 81. Рентгеноки-мограмма произнесения *а* тихо, *а* громко; *и* тихо, *и* громко (3 сек.). И громко у правого края полосы

В момент падения диафрагмы на слогоразделе вдоха не происходит. Для того чтобы в полной мере убедиться в этом факте, предварительно следует обратиться к ранее рассмотренной томографической записи произнесения слова *кадка* (*ка́т-ка*). На *т* диафрагма спускается вниз (что является парадоксальным слогоразделительным движением). Одновременно с этим смычка перекрывает дыхательную трубку в полости рта. Вследствие этого атмосферный воздух не может проникнуть

через рот в трахею при опускании диафрагмы. Наоборот, в момент взрыва *m* воздух энергично выходит изо рта, но одновременно с этим диафрагма опускается, вследствие чего взрыв к его концу теряет энергию, необходимую для образования критической точки турбулентности. Так возникает слогораздел.

Пользуясь этими достаточно очевидными фактами, можно понять более сложный случай произнесения по отдельности четырех простых слогов на разных уровнях громкости, показанный на рисунке 82. По заданию эти четыре слога произносились на одном выдохе. Происходила задержка выдоха, но не было вдоха после каждого простого слога. Это значит, что в момент слогового стояния диафрагмы в промежутке между произнесениями в легких оставался запас воздуха, необходимый для дальнейшего произнесения. Этот воздух был заперт в легких. Для определения механизма речевого дыхания следует прежде всего установить, в каких местах могут происходить воздушные запоры в момент слоγοделения.

В предшествующем параграфе была приведена томограмма гортани, на которой видно закрытие голосовой щели. Известно, что после вдоха, т. е. после опускания диафрагмы в момент ее нижнего

стояния, голосовая щель рефлекторно замыкается. После этого она размыкается то больше, то меньше, в зависимости от особенностей выдыхательного лл" фонационного акта. Если к этому добавить только что разобранный случай опускания диафрагмы в момент перекрытия смычкой $\bar{z}$ ротовой полости, то достаточно вероятным будет предположение о том, что воздухоносный путь рефлекторно перекрывается всякий раз, когда диафрагма совершает слогоделительное опускание. Тогда на мгновение прекращается фонация, возникает слогораздел, но вместо реального вдоха (при опускании диафрагмы) происходит ложный вдох, так как перекрытие в воздушной трубке не дает возможности воздуху проникнуть в легкие.

Таким образом, в момент парадоксального опускания и слогового стояния диафрагма работает как бы "вхолостую". Она делает выдыхательные движения без вдоха с тем, чтобы занять позицию, необходимую для подачи энергии следующего звука. Это позволяет ей, "не переводя дыхания", производить парадоксальных "холостых" ходов вниз. При разборе работы Стетсона было показано, что выдвинутая им концепция постепенного опускания ребер и подъема диафрагмы встречается с элементарным

затруднением. Простой подсчет показывает, что при постепенном опускании ребер на одном выдохе нельзя произнести больше 10–15 слогов. Теперь мы видим, что "холостые", парадоксальные ходы диафрагмы вниз на "мнимом" вдохе чрезвычайно увеличивают проходимость ее путь и тем самым обеспечивают не только произнесение очень многих слогов за один выдох, но и весьма разнообразные градации слогов по силе, длительности и времени слогового перерыва.



Рис. 82. Рентгенокинограмма произнесения *a* тихо, громко и *и* тихо, громко (у правого края полосы) (3 сек.).

Рентгенокинограммы произнесения слогов на разных Динамических уровнях показывают, что увеличение подъема диафрагмы соответствует усилению звука. Однако не нужно думать, что модуляции силы звука находятся в простой линейной зависимости от диафрагмальных колебаний. Дело не только в том, что, например, усиленный "подъем диафрагмы на *и* вызывает звук менее интенсивный, чем малый подъем или даже опускание диафрагмы на *а*. Если сравнить между собой разную силу произнесения одних и тех же звуков, то и здесь нет простого линейного соотношения. В представленной выше киннограмме (рис. 82) тихое произнесение происходило на уровне 40 дБ, громкое – 80 дБ. Соответственно этому диафрагма на более интенсивном *а* поднялась по сравнению с тихим *а* на 3 мм. При усилении *и* в тех же условиях подъем ее увеличился на 5 мм. На другой киннограмме (рис. 83), снятой на том же объекте вслед за первой в градации *и* тихо—"громко"—тихо, получались сходные результаты – подъем диафрагмы больше на 4,5–5 мм¹⁴⁰.

Форсированная фонация представлена на киннограмме (рис. 84) и громко – 94 дБ а крик – 106 дБ. Подъем диафрагмы на крике больше на 5 мм по сравнению с громким произнесением.

Таким образом, при Переходе от тихого произнесения к громкому с разницей на 40 дБ диафрагма поднялась (при *a*) на 3–4 мм, при переходе же от громкого произнесения к крику с разницей только в 12 дБ диафрагма поднялась на 5 мм.



Рис. 83. Рентгенокинограмма произнесения и тихо, громко, тихо (3 сек.)

Отсюда следует, что на низшем и среднем уровне малое усиление энергии, достигаемое малым подъемом диафрагмы, вызывает заметное и сильное увеличение громкости, а на крайне повышенном уровне, при крике, усиленный подъем диафрагмы обеспечивает лишь очень малый прирост громкости. Вступающий в этот

момент механизм ослабления энергии быш рассмотрен в предшествующей главе при разборе регулировки громкости речи по максимуму.

Основные выразительные модуляции речи происходят в средней части динамического диапазона. В этой зоне уже очень малые подъемы и падения диафрагмы, при малых тратах воздуха, дают заметный акустический эффект.



Рис. 84. Рентгенокимограмма произнесения а громко – 94 дб, и а криком – 106 дб (3 сек.)

Излишний запас воздуха выбрасывается перед фонацией как ненужный. Это явление заре" гистрировано на рентгенокимограммах (рис. 85). Здесь зафиксирован омех *хи-хщ ха-ха* (1) и *ха-ха-ха хи-хи-хи* (2). В обеих кимограммах прежде всего обращает внимание то, что перед началом фонации был произведен очень глубокий вдох, диафрагма опустилась очень низко. Однако фонация началась не с низкого уровня диафрагмы, а с очень высокого, зубчики на диафрагме в период смеха появились только после того, как диафрагма быстро (вертикально) поднялась на высокий уровень. Это соответствует сбросу воздуха без звука. При смехе на *ха-ха* произошло слоговое деление в виде зубчиков, так как звук *х* требует усиления давления, а звук *а* – ослабления. При смехе же на *хи-хи* слоговых зубчиков не видно, так как после *х* воздушное давление продолжает нарастать на *и*. Несколько слогов, следуя друг за другом, образуют восходящий контур. Слоги *хи-хи* отделены от *ха-ха* слогаосоянием диафрагмы.

Из представленного в этом параграфе материала могут быть сделаны следующие краткие обобщения.

1. Во время речи диафрагма совершает парадоксальные вдыхательные движения без

реального вдоха. По функции эти движения могут быть разделены на два вида:

во-первых, относительно медленные опускания диафрагмы в процессе фонации на сверхмощных (по способу образования) звуках *а* и *л*, что приводит к выравниванию этих звуков в общем динамическом диапазоне;

во-вторых, быстрое (мгновенное) опускание диафрагмы в момент перекрытия дыхательного пути смычкой (на согласном) во рту или сужением голосовой щели что приводит к образованию слогораздела и чрезвычайно увеличивает слоговой путь диафрагмы.

При первом виде парадоксального движения выдох и фонация продолжаются, хотя диафрагма опускается; при втором виде опускание диафрагмы происходит на задержанном выдохе и в мгновенный перерыв фонации.

Таким образом, по фактическому материалу, легко вскрываются функции парадоксальных модуляций диафрагмы, дальнейшая задача состоит в том, чтобы объяснить их механизм управления, что будет сделано в следующем параграфе.

2. Каждый подъем диафрагмы вверх и опускание вниз выполняют две функции. Во-первых, таким способом регулируется энергия,

необходимая для производства каждого определенного звука речи; во-вторых, регулируется отпуск энергии для квантования динамических слоговых ступеней. Соответственно этому следует признать, что диафрагма получает специальный импульс, закодированный для данного, определенного звука речи, т. е. динамический индекс данного звука речи, и, кроме того, особые импульсы по сетке квантования динамики.

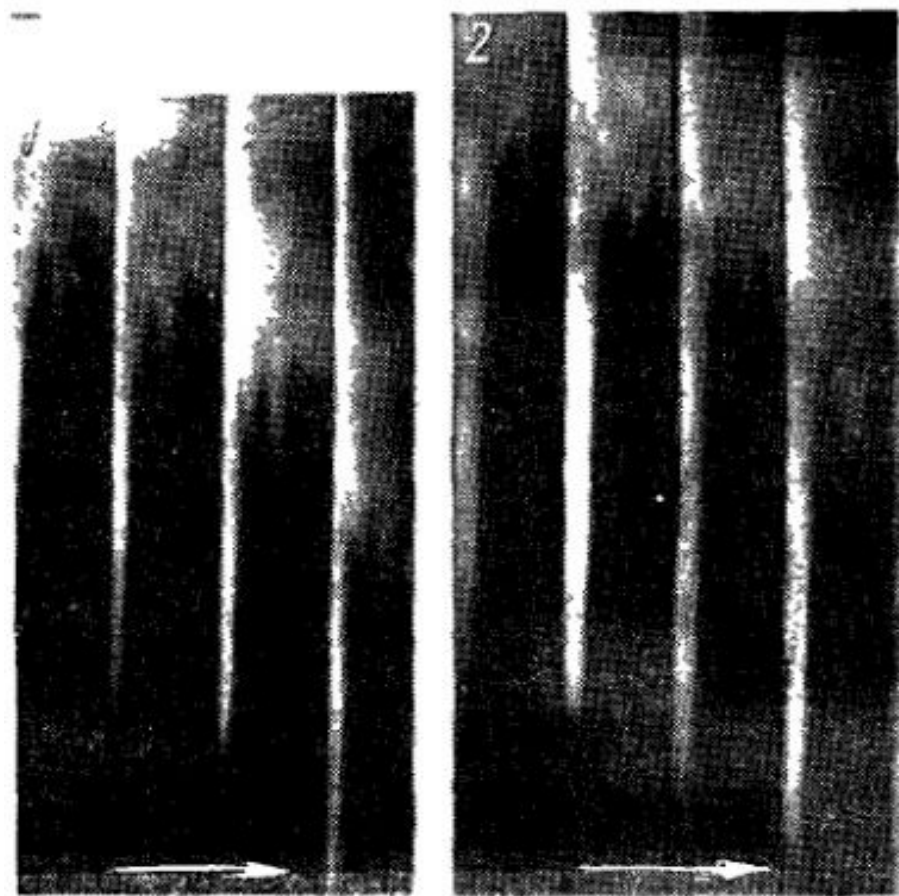


Рис. 85. Рентгенокимограмма смеха (3 сек.):
 1 – *ху-ху; ха-ха*; 2 – *ха-ха-ха; ху-ху-ху*;

В первом случае имеется в виду тот простой, но вместе с тем примечательный факт, что диафрагма, так же как и глоточная трубка, по-своему повторяет ротовую артикуляцию. Диафрагма это делает путем учета меры подъема и опускания, глоточная трубка – путем учета воздушных объемов.

3. Ротоглоточный резонатор, с одной стороны, и всю систему дыхательных трубок с фонирующей гортанью, с другой стороны, можно рассматривать как две дополняющие друг друга саморегулирующиеся части общего механизма. Конечные и постоянно меняющиеся условия, которые создаются в резонаторной системе, требуют такой же постоянной и строгой смены воздушных давлений, скорости потока воздуха и его массы. Комплекс взаимоучитываемых условий довольно сложен и неоднороден по направлению. В одних компонентах усилению звука соответствует усиление воздушного давления, в других компонентах конечное усиление звука обусловлено снижением давления. При этом одновременно должен быть учтен как разнокачественный состав всех звуков, так и разная степень податливости их к квантованию в общей сетке динамического уровня. Естественно предположить, что все эти сложные

взаимоотношения возникают в результате постепенно складывающейся авторегулировки, обеспеченной системой многих перекрестных путей внутренних обратных связей. Подход к решению этого вопроса будет намечен в главе XII.

§ 34. Механизм внешнего речевого дыхания

В предшествующем параграфе был установлен прежде всего самый факт парадоксального движения диафрагмы (двух видов) и во-вторых, определены функции этих движений в процессе речи (сжатие Динамического диапазона). Необычайность наблюдаемого явления заставляет искать более глубокого объяснения всего механизма внешнего дыхания.

Традиционное представление иллюстрируется на простой модели Дондерса. В стеклянном сосуде (рис. 86) помещены два резиновые баллона (легкие), соединенные трубкой с атмосферой. Полость стеклянного сосуда (плевральная полость) соединена с манометром. При оттягивании резиновой мембраны (диафрагма) вниз в полости сосуда создается разрежение, и в баллоны поступает из атмосферы воздух. Постепенно отпуская мембрану, мы будем увеличивать воздушное давление в сосуде, вследствие чего резиновые баллоны, сжимаясь, будут отдавать воздух обратно в атмосферу.

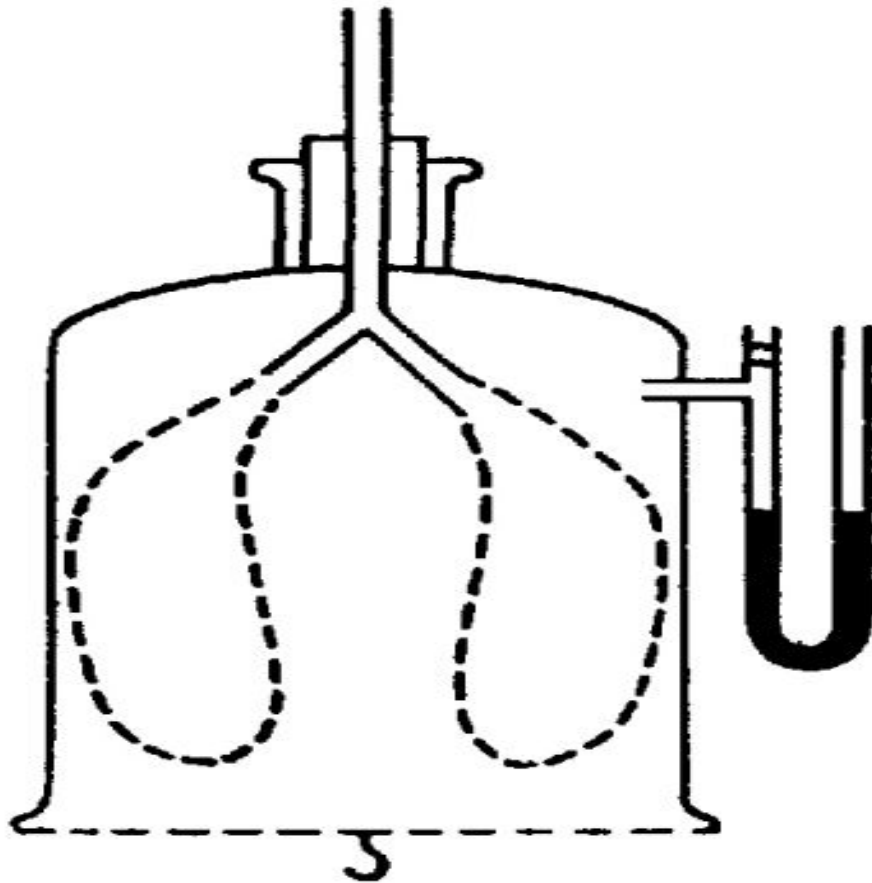


Рис. 86. Модель для демонстрации механизма внешнего дыхания

Вдох производится активным подъемом грудной клетки при помощи иннервации межреберных мышц и опускания диафрагмы. Выдох происходит пассивно. После расслабления наружных межреберных мышц и диафрагмы грудная клетка, повинувшись силе тяжести, возвращается в исходное положение. Выдох может стать активным в тех случаях, когда при некоторых патологических состояниях спадение грудной клетки затрудняется. Тогда усиливается сокращение внутренних межреберных мышц, и вступают в действие вспомогательные

экспираторные мышцы, главным образом брюшной

Процессы особенно активны выдыхатели при — кашле, когда на высоте вдоха прекращается работа вдыхателей и вступают в действие выдыхатели, которые производят энергичные кашлевые движения.

Эта концепция удовлетворительно объясняет процесс вдоха и выдоха при свободном дыхании, но тотчас же наталкивается на затруднения при переходе к объяснению таких явлений, как певческое и особенно речевое дыхание. Даже оставаясь в пределах общеизвестных сведений о речевом процессе и временно оставляя в стороне факты, изложенные в предшествующем параграфе, нельзя думать, что выдох на речи происходит пассивно. Действительно, при речи выдох не идет равномерно, но и не происходит энергичных кашлевых выбросов. Выдох распадается на мелкие; точно рассчитанные по силе слоговые волчки. Если вдох осуществляется одним импульсом, то выдох должен регулироваться многими, постоянно меняющимися по силе импульсами. Вот почему всякий, подходящий к изучению речевого дыхания, например Ф. Ф. Заседателев или Стетсан, вынужден выдвигать специальную

концепцию регулировки слоговых толчков, будь то концепция о баллистических движениях или содружественных движениях антагонистов. Однако любая из таких теорий, если она остается при прежних представлениях о внешнем дыхании, впадает в резкие и неизбежные противоречия. Прежде чем говорить об управлении дыхательными движениями, следовало бы выяснить, что именно входит сюда как объект управления.

Согласно традиционной концепции, объектами управления являются мышцы – вдохатели и выдыхатели. Выход воздуха из легких ни чем другим не регулируется, так как предполагается, что воздухоносные пути нигде не перекрываются. Легкие свободно сообщаются с атмосферой через трахею. На вдохе поток воздуха идет в легкие, на выдохе – из легких, а при слоговой остановке давление в легких и атмосфере уравновешено. При этих условиях слоговой путь диафрагмы ограничен ее максимальным подъемом. Как только диафрагма опустится, хотя бы, например, в момент ротовой смычки, выдох сменится вдохом. Разрежение при расширении грудной клетки не может быть компенсировано ничем, кроме вхождения в легкие атмосферного воздуха. При разборе теории Стетсона было

показано, что слоговой путь диафрагмы от минимума до максимума ее подъема безусловно меньше, чем путь, необходимый для произнесения на выдохе средней по величине фразы. Но, независимо от этих фактов или теоретических расчетов, ясно, что всякая регулировка будет более тонкой, если она контролируется не только в одном направлении, но и в противоположном. Так, если мы условимся изменять ряд по пяти ступеням только путем прибавления, то получится 1, 2, 3, 4, 5. Если допустить прибавку нуля, то некоторые числа могут (повторяться – 1, 2, 2, 2, 3, 3, 4, 5, 5. После пятой ступени перемены в ряде уже невозможны. Если же регулировка идет одновременно и путем прибавления, и путем убавления, то ряд может быть значительно более разнообразным – 1, 5, 4, 3, 2, 4, 3 или 1, 2, 5, 4 и т. д. Именно такой ряд и получается при возможности движения диафрагмы на выдохе вверх и вниз.

Традиционная концепция внешнего дыхания опровергается документированным выше фактом парадоксального опускания диафрагмы на выдохе. Противоречие с фактами получается потому, что в этой концепции учитываются не все объекты управления при регулировке внешнего дыхания. (Величина воздушного давления может

измениться под влиянием двух обстоятельств: а) увеличения (уменьшения) силы экспирации, зависящей от работы мышц, и б) увеличения (уменьшения) (количества подаваемого воздуха. Традиционная концепция признает только первый объект управления, считая, что легочный мешок является всегда открытым и сообщается с атмосферой. Если же допустить, что регулируется также и количество выдаваемого на выдохе воздуха, то ранее показанная схема предстанет в другой форме (рис. 87).

Пусть вместо одного мешка в сосуде будут находиться три мешочка – 1, 2, 3 (соответственно на симметричной стороне а, 2а, 3а), при этом у каждого из них будет свой сфинктор, управляемый на заперение и отпирание. При оттягивании резиновой мембраны вниз (диафрагмы) и при открытых сфинкторах мешочки наполнятся воздухом (вдох). При начале подъема диафрагмы (выдох) сфинкторы заперут выход из мешочков. Останется открытым только мешочек L. Воздух будет выходить с силой давления диафрагмы, которая, допустим, поднимется до отказа.

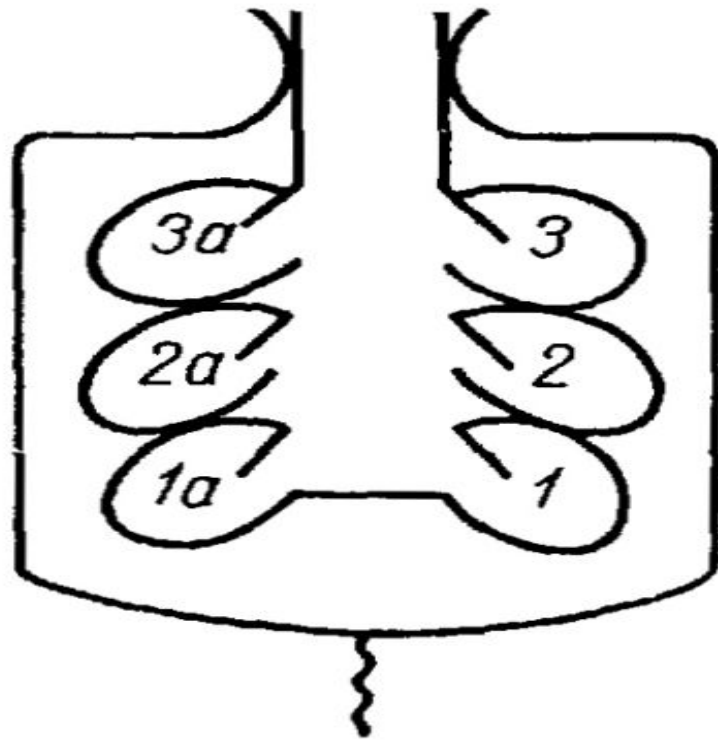


Рис. 87. Гипотетическая модель механизма внешнего дыхания

В этот момент откроется сфинктер мешочка 2 который удерживает давление выше атмосферного. Вследствие этого, а также в результате эластической тяги легочной ткани выдох будет продолжаться. Но так как диафрагма опускается, то скорость течения воздуха и его давление будут ослаблены. Так произойдет то, что нами было внимательно прослежено на рентгенокинограммах при произнесении а. После этого диафрагма снова начнет подниматься, но в этот момент откроется сфинктер еще одного мешочка — 3; количество выводящего воздуха прибавится, и он будет подаваться с усиленным давлением вверх. Так возникнут условия, в

точности соответствующие произнесению *и* и зарегистрированные как *файты* в виде расширения глоточной трубки и сильного подъема диафрагмы. После этого трахея будет перекрыта сомкнувшейся на мгновение голосовой щелью, а диафрагма *IV* тот же момент опустится вниз. Так появится (вертикальное на килограмме) слоговое падение диафрагмы. Разрежение будет компенсировано открытием того или другого сфинктора.

Изложенная здесь схема есть не что иное, как наиболее вероятный вывод из фактов, которые были установлены и которые оказались несовместимыми с традиционной схемой. Она согласуется и с другими общеизвестными положениями физиологии. Подчеркнем основные аргументы излагаемой концепции. При парадоксальном опускании диафрагмы воздух продолжает с определенным давлением выходить из трахеи, так как при этих условиях происходит фонация *а*. Спрашивается, какая сила может заставить его выходить из легких в тот момент, когда выдыхатели не только не способствуют этому, но, наоборот, превратились во вдыхатели. Ясно, что, кроме механизма поперечнополосатых мышц, существуем другой механизм, влияющий на выдыхание.

Никто не отрицает, что и при обычном пассивном выдохе воздух выходит не только под влиянием тяжести спадающейся грудной клетки, но и в силу эластической тяги легочной ткани, расширившейся при вдохе. Эта сила остается и в том случае, когда грудная клетка не спадается в целом. Необходимо только открыть выход для действия этой силы. Если часть долек легких перекрыта запорами, а некоторая группа альвеол остается с открытыми воздухоносными путями, то воздух из этой части альвеол будет выходить вследствие сжатия ткани, хотя грудная клетка в целом расширяется. При определенных соотношениях расширение грудной клетки вызовет лишь ослабление давления в трахее и подсвязочном пространстве, что и приведет к необходимому ослаблению звука. Однако колебания диафрагмы и ребер вверх и вниз не могут быть при этом очень глубокими, что и подтверждается фактами. Выше было показано, что слоговые модуляции диафрагмы происходят при ее относительно высоком положении и очень ограничены по диапазону колебаний и порциям регулируемого воздуха. С излишком забранный воздух перед речью выбрасывается. Известно, что при форсированном дыхании, например в момент бега, речевое произнесение становится

затруднительным.

Таким образом, вторая сила, принимающая участие в речевой фонации, найдена – это эластическая тяга тех частей легких, проходы к которым остаются открытыми. Однако сама эта сила является производной от работы все тех же поперечнополосатых дыхательных мышц. Потенциальная энергия для речевой фонации накапливается только в период вдоха за счет подъема грудной клетки и опускания диафрагмы. Физически это и есть единственная сила, энергия которой расходуется при фонации на вдохе. Однако регулировка этой накопленной энергии идет при выдохе двумя путями – отпиранием и запираанием воздухоносных путей, с одной стороны, и подъемами и опусканиями грудной клетки и диафрагмы, с другой стороны. Эти разные механизмы взаимно дополняют друг друга. Отпирание и запирание воздухоносного пути само по себе не является силой. При этом только освобождается или консервируется ранее накопленная энергия. Регулировка достигается включением большего или меньшего числа запертых или отпертых альвеолярных элементов. Наоборот подъемы и опускания грудной клетки и диафрагмы являются результатом реальной мышечной силы. Регулировка здесь достигается

определением момента и величины опусканий и подниманий.

Так как в процессе произнесения все время расходуется воздух и легкие сжимаются, то диафрагма в конце отрезка речи стоит выше, чем в начале. Иначе говоря, диафрагма во время речи совершает сложное движение. Общее направление главного движения — подъем, вполне соответствующий обычному выдыхательному подъему. На фоне этого общего движения наслаиваются движения второго порядка, в состав которых входят подъемы и опускания, — это собственно речевые модуляции диафрагмы. Таким образом, здесь происходит то же самое, что и в других местах эффекторного конца речедвигательного анализатора. Как в ротоглоточной трубке, так и здесь специфически речевые движения наслаиваются как вторичные, используя все возможности анатомо-физиологического субстрата. Следует думать, что для обеспечения речевого ядроэоса вступают в действие, наряду с новыми, филогенетически более древние формации, в частности гладкая мускулатура трахеобронхиального дерева, при помощи которой происходит перекрытие воздухоносных трубок в тех или других местах.

В конце концов отличие концепции,

вытекающей из документированных фактов, от традиционного представления о механизме внешнего дыхания может быть сведено к одному пункту. В основе традиционной схемы лежит допущение о том, что легкие работают как один целый и нерасчлененный на отсеки мешок, постепенно и равномерно наполняющийся воздухом и так же постепенно и равномерно эвакуирующий его. Факты же заставляют признать, что легкие функционально включаются в процесс движения воздуха то полностью, то по отдельным частям, каждая из которых может то запирается, то отпираться. В целом выдыхаемый поток составляет как бы алгебраическую сумму, все время меняющуюся в речевой фонации. Часть величин воздушного давления прибавляется, часть вычитается, некоторые величины входят с обратным знаком (в момент парадоксального опускания диафрагмы). Эта концепция вполне согласуется с гистологическими данными о структуре легочной ткани, альвеолярных ходов и бронхиальных веточек. В работе Бальтисбергера подробно описаны¹⁴¹ разные виды альвеолярных и бронхиальных сфинктеров, при помощи которых происходит запирание и отпирание воздухоносных трубок трахеобронхиального дерева.

Вопрос о роли гладкой мускулатуры трахеобронхиального дерева в процессе дыхания высших млекопитающих является спорным и не решенным окончательно, главным образом вследствие неполноты фактического материала. Вот почему привлечение данных речевого дыхания представляет не только узкоспециальный, но и общенаучный интерес. Мысль об активной рефлекторной сократимости гладкой мускулатуры легких появилась еще в начале XIX в., но после работ Дондерса она была оставлена и совершенно забыта. Наиболее радикально стал отстаивать эту мысль в 1932 г. Л. Д. Работнов, но, как указывалось, его аргументация осталась мало убедительной и шаткой. Мысль о том, что гладкая мускулатура является в процессе фонации главной силой и что эта мускулатура может производить дыхательные движения, никем не была признана и не опиралась на убедительные факты. В 1936–1937 гг. к "вопросу о рефлекторной сократимости легких с новой стороны подошли фтизиатры, в первую очередь Ф. А. Михайлов¹⁴² и целый ряд других авторов (Л. Р. Перельман, Я. Г. Ужанский, Ю. П. Фролов, М. Я. Бабицкий. Из рентгенологов С. А. Рейнберг и Н. Ф. Першина и др.). Выдвинутая проблема считается дискуссионной. Еще

продолжают доказывать наличие самого явления рефлексорной сократимости легкого и требуют его признания. Об этом можно судить по работам недавнего времени (1954 г.)¹⁴³

Основная сущность новых наблюдений состоит в следующем. В практике лечебного пневмоторакса постоянно наблюдаются случаи, когда при вдувании в полость плевры небольшого количества воздуха, через некоторое время в полости образуется газовый пузырь значительно большего размера, чем можно было ожидать, исходя из количества первоначально введенного газа. Больше того, газовый пузырь образуется даже тогда, когда газа не вводят, а только орошают плевральную полость малыми дозами оливкового масла, раствора глюкозы, риваноля и другими жидкостями. Наконец, газовый пузырь может появиться в результате осмотра плевральной полости. Эти явления всеми авторами; единодушно объясняются рефлексорным спадением части легкого. Легкое реагирует активным сокращением на самые различные возбуждающие агенты.

Более осторожно и сдержанно к проблеме сократительной способности легких относится В. А. Равич-Щербо. Однако и он признает, что некоторые явления це могут быть объяснены

ничем, кроме самопроизвольного сокращения легкого¹⁴⁴. В. А. Равич-Щербо решительно отвергает рефлекторную сократимость самих альвеол, так как, по его мнению, в норме они лишены гладкой мускулатуры. Рефлекторное спадение или расширение участков легкого можно объяснить, по мнению В. А. Равичк Щербо, сужением или расширением отводящих бронхов, действительно обладающих гладкой мускулатурой. Кроме того, может иметь место ангиоспастическое сокращение легкого, т. е. сокращение легкого в результате спазма кровеносных сосудов. Вполне понятно, что второй случай для процесса речевого дыхания не имеет значения.

Рефлекторная сократительность бронхов убедительно показана в работе В. В. Гучкова, К. Н. Тараканова и Л. А. Эмдина¹⁴⁵. Наблюдения проводились на больных с наличием у них в легких так называемой блокированной каверны. При вливании в бронх контрастного вещества – йодолипола оно не могло проникнуть и заполнить каверну. Следует допустить, что бронх больного находился в спазматическом состоянии. Если же контрастное вещество вливалось непосредственно в самую каверну, то в дренирующих бронхах возникала бурная перистальтика и контретное

вещество выходило из каверны по бронхам за 15 минут. Таким образом, бронх был закрыт для вдоха и открыт для выдоха.

Не менее убедительный наблюдения В. А. Иванова¹⁴⁶. Им было произведено непосредственное воздействие на парасимпатическую нервную систему, иннервирующую гладкую мускулатуру легких. Карбохсшш стойко повышает тонус гладкой мускулатуры бронхов; атропин ослабляет ее тонус. В результате применения этих фармакологических веществ у ряда больных наблюдалось уменьшение каверн, а у части больных – полное закрытие каверн. Изменение объема каверн является доказательством зависимости функций гладкой мускулатуры легких от состояние тонуса парасимпатической части нервной системы.

Несмотря на резкое отличие дыхания, осложненного патологическим процессом, от нормального речевого дыхания, кратко изложенные ниже факты помогают понять общую основу механизма дыхания. Можно с достаточным основанием говорить о том, что сложная система воздухоносных путей трахеобронхиального дерева обладает запорными приспособлениями, позволяющими то рефлексорно включить, то выключить группы

легочных элементов. В патологии возникает длительный спазм бронхиальных веточек, трудно преодолимый даже при помощи сильных воздействий. При нормальном же речевом дыхании происходят быстрые изменения просвета бронхиальных трубочек, тонко координированные с артикуляционными движениями. То, что в патологии длится днями, часами и изредка наблюдается минутами, то в речи должно происходить за доли секунды. Это различие между патологией и нормой все же настолько велико, что ссылка на явления патологии в лучшем случае может служить лишь косвенным доказательством правильности общего-направления толкования вышеизложенных фактов речевого дыхания.

Для получения, прямых доказательств нами был собран некоторый материал рентгенокимограмм в условиях бронхографии. Эта часть работы проводилась на базе Государственного научно-исследовательского исторического института Министерства здравоохранения РСФСР¹⁴⁷. Напомним применяемую в этих случаях методику.

Бронхография проводится на больных при наличии соответствующих показаний и, при соблюдении необходимых условий, является

совершенно безопасным приемом. У нас объектами наблюдений были дети в возрасте 13–15 лет. Они в полной мере могли понять и легко выполнить задание, состоящее в том, чтобы произнести в нужный момент несколько слогов или слов. Подбирались пациенты, которым по контрольным целям необходимо было произвести бронхографию здорового легкого. Таким образом, всякий раз получалась рентгенограмма здорового легкого. Испытуемому при помощи солянокислого дикаина последовательно анестезировались слизистая носа, задняя стенка глотки, задняя спинка языка и гортань. Далее шприцем через катетр, капельным способом, проводилась анестезия трахеи и главного бронха с исследуемой стороны. Под рентгеноскопическим контролем катетр продвигался несколько глубже, и через него шприцем вводили контрастное вещество – йодолипол (30% йода в растительном масле). Контрастное вещество задерживалось в легких около 30 минут. За это время производилось несколько рентгенокимограмм.

Как и при исследовании движений диафрагмы, рентгенокимограф устанавливался так, чтобы была видна диафрагма и вся заполненная контрастным веществом область трахеобронхиального дерева. Испытуемый,

находясь в стоячем положении, произносил по сигналу те или Другие слова и слоги. В этих опытах применялись только ступенчатые кимотраммы, как более точные. Двигалась пленка, а не решетка, через каждую щель регистрировалось движение только одной точки бронха.

Изучение бронхорентгенокимограмм встречает ряд трудностей. Бронхиальные веточки малы, их контуры не всегда очерчены точно, на пленке в одной плоскости фиксируются бронхи, расположенные на разной глубине и в разном ракурсе. Движение каждого бронха комбинированно, он движется по сложному пути вместе со всем бронхиальным деревом и, кроме того, перистальтирует индивидуально. Все это, в конечном счете, образует сложную картину, из которой приходится выбирать наиболее отчетливые и понятные детали. На приведенных ниже фото, кроме общих обзорных полос кинограммы, будут представлены вырезки, фиксирующие внимание только на одной какой-нибудь детали. Материал отражает произнесение *ai* и *ia* двумя испытуемыми. Так как слизистая глотка анестезировалась, то фонация и все произнесение были несколько ослаблены. Кроме того, в некоторых случаях

вместо *а* произносилось прерывистое *а-а-а*, что зафиксировалось на контуре диафрагмы в виде мелких зубчиков. Это обстоятельство является благоприятным для интерпретации материала, так как дает возможность учесть очень тонкие движения бронхиальных веточек.

На бронхокимограмме (51 табл. альбома) представлено свободное дыхание. Видно, что точка каждого из бронхов, проецируемых на пленку, совершает движения в полном соответствии с движениями диафрагмы – крутой подъем вверх сменяется таким же отчетливым и параллельным движению диафрагмы падением вниз на выдохе. Измеряя амплитуду максимального подъема бронхов, можно заметить, что она несколько больше у нижних бронхов, расположенных ближе к диафрагме, чем у верхних, находящихся дальше от диафрагмы. Учитывая оба явления, т. е. параллельность движений бронхов и диафрагмы, а также уменьшение амплитуды колебаний бронхиальной точки по мере удаления от диафрагмы, можно было бы сделать вывод, что колебания бронха при свободном дыхании обусловлены механической тягой диафрагмы. Этот вывод совпадает с расчетами, проведенными Я. Л. Шиком¹⁴⁸ на основе рентгенокимографии диафрагмы. Согласно

расчетам, при спокойном дыхании в объеме 500–600 куб. см воздуха на долю диафрагмы приходится 250–500 куб. см. При увеличении дыхательного воздуха объемное участие диафрагмы уменьшается за счет других дыхательных мышц. В нашем случае объем вдыхаемого воздуха был очень мал, поэтому вполне естественно допустить, что наибольшей механической силой была именно тяга диафрагмы. Следует допустить, что диафрагмальная тяга, передаваясь через мягкие, лишенные упругости ткани, будет ослабляться по мере удаления от диафрагмы, поэтому-то верхние точки бронхов поднимаются и опускаются с несколько меньшей амплитудой, чем нижние веточки.

Таким образом, наблюдения за перистальтикой бронхов при свободном дыхании скорее говорят в пользу механической концепции, чем рефлекторной. Само явление бронхиальной перистальтики общеизвестно. Возникает лишь вопрос о том, происходит ли она вследствие сокращения гладких мышц по специальным нервным импульсам, или в результате перемещения бронхиальных веточек при вдохе и выдохе, производимом, согласно традиционным представлениям, только дыхательными мышцами.

Точки бронхов колеблются просто потому, что грудная клетка поднимается и опускается при работе дыхательных мышц, а все легкое в целом расширяется и сдается.

Однако такой вывод все же не может быть сделан с безусловной уверенностью. Зафиксированные на кимограмме бронхиальные веточки имеют разные калибры, поэтому уменьшение амплитуды колебания верхних веточек может зависеть не от удаления их от диафрагмы, а от разницы в величине. Параллелизм же в направлении перистальтики бронхов и движений диафрагмы может быть обусловлен разными причинами, а не только механической тягой диафрагмы. Мы получали бронхокимо-грамму свободного дыхания как контрольный, сравнительный материал заранее допуская, что на этом материале едва ли (получатся какие-либо доказательства рефлекторной природы бронхиальной перистальтики. Теперь обратимся к бронхокимограммам, фиксирующим речевую фонацию (51 табл. альбома). Здесь представлено прерывистое произнесение *аи*. Первые два зубчика на диафрагме соответствуют а-я, вторые два более высоких зубчика – *и-и*. Параллелизм бронхиальных и диафрагмальных движений

сохраняется. Зубчики на диафрагме и особенно на бронхиальных веточках очень малы. Последние в большинстве не превышают 1 мм. Каждому из четырех зубчиков диафрагмы в точности соответствуют четыре же зубчика на бронхиальных трубках.

Совершенно невозможно допустить, чтобы механическая тяга диафрагмы, передаваясь по мягким, лишенным упругости тканям вверх, не потеряла энергии и вызвала тождественные. Такие же тонкие и малоамплитудные колебания бронхиальных трубок. Да и на бронхограмме свободного дыхания амплитудные колебания, гораздо большие по размеру, уменьшились в верхней части не очень значительно. Среда между диафрагмой и верхними бронхами неоднородна. Сюда входят заполненные воздухом альвеолы, легочная ткань, бронхиальные трубки разных калибров, по-разному оснащенные хрящевыми образованиями, а также разной величины кровеносные сосуды. Точная механическая передача через такую среду малых колебаний с амплитудой в 1 мм невозможна. Параллелизм в движениях диафрагмы и бронхов трудно объяснить чем-либо иным, как только тем, что в обоих случаях как на диафрагму, так и на бронхи действовала одна общая причина. Один и тот же

нервный импульс, переданный по разным путям, вызвал одинаковые, одновременные и координированные движения диафрагмы и бронхов.

В разбираемом случае за 3 секунды произошло 4 перемены в колебаниях бронхов. Следовательно, каждое из них совершалось примерно за время 0,75 сек. Если бы бронхиальные веточки колебались с такой частотой пассивно, под влиянием механической силы, то могли бы произойти перегибы, закупорки трубок, вздутия и т. п. вне всякой зависимости от хода дыхательного и фонационного процессов.

Самый факт совпадения бронхиальной перистальтики с диафрагмальными речевыми модуляциями в полной мере соответствует другим установленным выше фактам. Ведь и глоточные модуляции совпадают с ротовой артикуляцией, а оба эти вида движений совпадают с диафрагмальными, которые в свою очередь находятся в соответствии с движениями ребер. При этих совпадениях не остается ничего другого, как признать, что на все эффекторные звенья речедвигательного анализатора одинаково распространяется одно общее центральное управление. Теперь в систему этих звеньев следует включить также и все трахеобронхиальное дерево.

Весь механизм речи в-целом останется непонятым, если упустить из изучения хотя бы одно из этих основных звеньев.

Если выделить детали той же бронхокимограммы (табл. 51), то можно заметить некоторые изменения просвета бронхиальной трубки на разных звуках. На этой таблице под буквой А выделен один из бронхов, получившийся наиболее удачно, так как контрастное вещество, покрывшее внутреннюю поверхность трубки, обозначило ее достаточно хорошо. Просвет трубки (внутренняя белая линия) сравнительно небольшой при фонации а, при переходе на фонацию и расширяется. Это значит, что пропускная способность трубки при произнесении а снижается и количество выходящего воздуха уменьшается. При фонации же и количество проходящего по этой трубке воздуха увеличивается.

Аналогичная картина представлена на той же 51 таблице под буквой Б. Здесь зафиксировано произнесение *на*. Из этой таблицы видно, что при фонации и просвет трубки несколько больше, чем при фонации следующего за этим а. Можно заметить, что в этой бронхиальной трубке произошел довольно ясно выраженный запор. В момент ее опускания вниз, т. е. при перерыве

фонации (на слогоразделе), стенки трубки настолько сблизились, что почти перекрыли просвет и тем самым задержали подачу воздуха. Перед запором трубка разбухает, сдерживая воздушное давление.

Сходное явление наблюдается на боонхокимограмме с произнесением *ai*, полученной на другом объекте (51 табл. альбома). В этом случае фонация не была прерывистой. На двух верхних бронхах видно, что вначале, при верхнем стоянии диафрагмы, просвет трубок был широк; при опускании точки бронха вниз и при сбавлении воздушного давления на *a* просвет трубки сузился; в момент перехода от *a* к *i*, т. е. при переходе к другому слогу, стенки бронха сблизились. Дальше, при фонации *i* просвет опять расширился так, что образовалось некоторое разбухание трубки.

Иногда попадаются трудные для интерпретации случаи. На бронхо килограмме (51 табл. альбома рентгенограмм) показан участок, в котором видно сложное переплетение бронхиальных веточек, встречающихся на пересекающихся путях. Так как на пленке регистрируется движение одной точки, то пересечение их путей обозначает противоположность в направлении движения.

Вероятнее всего предположить, что здесь зафиксированы движения бронхов, расположенных на разной глубине поперечного разреза грудной клетки, – одни ближе к спине, другие ближе к передней стенке клетки. Возможно, что бронхи, расположенные ближе к ребрам, находятся в значительной мере под влиянием силы их смещения, тогда как удаленные от ребер в большей мере испытывают другие влияния. Кроме того, здесь отражается ракурс бронха по отношению к плоскости пленки. Во всяком случае несомненно, что механическая тяга диафрагмы, ребер и брюшного пресса, образуя сложную сумму воздействий, влияет на смещение бронхиальных веточек. На эти смещения накладывается узор рефлексорных колебаний самих бронхиальных трубок и игра их просвета.

При всей сложности и тонкости наблюдаемых явлений, представленный материал дает все же достаточные основания для того, чтобы признать установленным не только общее положение о рефлексорной регулировке бронхов, но и более специальное, относящееся к речевому процессу. Итог изложенной выше аргументации сводится к следующему.

1. Диафрагмальный парадокс состоит в том, что на выдохе происходят движения вдоха. Так

как реального вдоха в данном случае нет, то, помимо дыхательных движений, должна существовать сила, заставляющая воздух выходить из легких. Такой силой является эластическая тяга легких, накопленная как потенциальная энергия, в момент вдоха. Освобождение этой энергии и регулировка ее поступления возможны лишь путем рефлекторного включения запорных и отпорных механизмов бронхиальных трубок. Это последнее положение подтверждается анализом бронхокимограмм, из которых видно, что бронхи, кроме механических смещений, перистальтируют в полном соответствии с движениями всех остальных речевых систем, вплоть до движения губ.

Ошибка Л. Б. Работнова состоит в том, что гладкую мускулатуру бронхов он рассматривал как дыхательную и полагал, что выдох может быть обеспечен силой этой мускулатуры. В действительности гладкие мышцы трахеобронхиального дерева следует рассматривать как регулирующую мускулатуру. Эта мускулатура не обладает силой, достаточной для вдоха или выдоха, но путем перекрытия воздухоносных путей при ее участии происходит регулировка процесса (внешнего дыхания,

парирование реактивных сил при быстро сменяющихся аэродинамических условиях и смена режимов воздушного давления. При свободном и спокойном дыхании нет необходимости в такого рода сложной регулировке дыхания, но она становится неизбежной в речевом процессе.

2. Речевое дыхание, так же как и другие звенья саморегулирующегося механизма речи, состоит из двух разделов. К одному из них относятся дыхательные поперечнополосатые мышцы, которые на выдохе непосредственно обеспечивают требуемые артикуляцией перемены скорости движения воздуха. К другому разделу относятся гладкие мышцы трахеобронхиального дерева, которые обеспечивают регулировку количества подаваемого на выдохе воздуха. Тем самым совместная работа обеих частей механизма определяет перемены воздушного давления при производстве речевых звуков и равносильных слогов. Одновременное действие обеих частей механизма позволяет производить тончайшую и многостепенную регулировку аэродинамических условий речевой фонации, так как объектами регулировки являются как количество воздуха, так и сила его сжатия. Вот почему, несмотря на кажущуюся громоздкость дыхательного аппарата, он является наиболее совершенным

пневматическим прибором, обеспечивающим саморегулировку подачи энергии при речевой фонации.

В следующей главе будет поставлен вопрос о способах саморегулировки всего "механизма речевого (произнесения в целом.

Глава двенадцатая

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ РЕЧЕВОГО ПРОИЗНЕСЕНИЯ

§ 35. Общая задача этой главы

Слова обладают довольно большой силой, которую они сохраняют даже тогда, когда обозначаемые ими понятия уже перестроились. Это положение применимо, например, к такому термину, как "органы речи". Никто не сомневается в том, что язык, губы, нёбная занавеска могут быть отнесены к органам речи, но применить это словосочетание к межреберным мышцам, бронхам, диафрагме, брюшному прессу кажется мало подходящим. Дело не только в том, что выражение "человек говорит языком" привычно, а фраза "человек говорит межреберными мышцами" совершенно не употребительна. Со словами "органы речи" связана определенная научная концепция. Она и мешает применять этот термин за пределами очень ограниченной номенклатуры того, что обычно называется активными и пассивными органами речи. Но даже если бы было доказано, что в номенклатуру органов речи

необходимо добавить еще несколько названий, то и тогда принципиальный подход к изучению речевого процесса не изменился бы, так как в основе традиционного учения об органах речи лежит представление о том, что можно изучать их работу, не ставя вопрос об управлении. Не важно, как происходит управление языком, достаточно лишь знать, в каком положении находится язык, когда производится один звук и в каком положении, когда производится другой звук. Потребность узнать точные положения органов во время речи возникла из практической задачи – обучать языку и исправлять неправильности произношения. Оптимизм при решении этой задачи возник из убеждения в том, что всякие движения органов речи являются произвольными. Действительно, если определены положения языка к другим активным органам речи при произнесении того или другого звука, то практически достаточно поместить язык в соответствующее положение, и требуемый звук возникнет. Однако никому лучше не известно, чем практика этого дела, каких значительных усилий требует от ученика овладение именно произношением незнакомого языка, хотя количество усваиваемых звуков редко превышает 40–50. Если же к этому добавить, что движения

некоторых речевых органов являются произвольными, тогда теоретическая концепция, удовлетворяющаяся описанием положения активных органов речи, теряет всякий практический смысл. Возникает настоятельная нужда в исследовании путей управления речевым процессом.

Из области смежной дисциплины и независимо от истории понятия "органы речи" пришло другое понятие, которое трудно рассматривать иначе, как заменитель первого, — это понятие о речедвигательном анализаторе. Новое понятие обладает множеством очевидных преимуществ перед старым. Теперь во всей полноте может быть поставлен вопрос об управлении, об анализе и синтезе речевых элементов, о системности любых речедвижений, где бы они ни происходили и как бы ни был велик их номенклатурный список. Однако, при всей обширности и привлекательности новой концепции ее фактический багаж оказался чрезвычайно бедным. Основная масса фактов, относящихся к явлениям речи, — образование звуков, слогов, звуковой оболочки слова, интонации и т. п. — должна быть взята из прежнего багажа, добытого под флагом "органов речи". Больше того, методика, при помощи

которой могли бы быть найдены новые факты, проверены и уточнены старые, не может быть иной, чем та, которая применяется для изучения звуков речи, слогов и т. п. Вот почему старое понятие "органы речи", обладая, кроме традиции, силой фактов, продолжает удерживать свои позиции.

Сопоставление этих двух понятий, естественно, приводит к выводу, который можно сформулировать так. Надо изучать органы речи так, чтобы в конечном счете был раскрыт полностью весь механизм речедвигательного анализатора. Так как оба понятия сложились независимо друг от друга и в разных дисциплинах (хотя изучаемые явления во многом остаются общими), то необходимо изъять из каждого понятия то, что мешает их сближению, и выделить то, что помогает этому. Для решения такой задачи следует обратить внимание на третий термин – "речевые эффекторы", от правильного понимания которого зависит очень, многое.

До И. П. Павлова существовало представление о том, что анализ и синтез, начинающиеся в рецепторах, осуществляются главным образом в высших отделах центрального управления. Тогда на долю эффекторов остаются чисто

исполнительские функции. Эффектор в точности выполняет движение, заданное из центра. В этой концепции понятие "речевые эффекторы" будет в значительной мере совпадать с понятием "органы речи". Получая импульсы из центра, органы речи приходят в движение, и получается речевое произнесение. Эта простая и, казалось бы, очевидная концепция встречается с непреодолимым затруднением в тот момент, когда ставится вопрос о том, откуда, и каким образом центральное управление могло бы накопить правила, по которым происходит верный запуск движений речевых эффекторов. Никто не думает, что такие правила готовы уже с момента рождения человека, – тогда не существовал бы вопрос об обучении языку и языкам. Следует признать, что правила формируются в процессе осуществления самих речедвижений. Это значит, что речевые эффекторы являются не только исполнителями, но в такой же мере и участниками формирования аналитико-синтетической системы. В таком случае органы речи целесообразнее рассматривать не только как эффекторы, но и как часть анализатора, что позволяет не только проследить конец процесса, но и его формирование.

Однако для решения поставленной задачи

необходимо соблюсти некоторые условия. Во-первых, надо учесть весь состав речедвигательного анализатора — как его начальную, периферическую часть, так и центральные уровни и приспособления для регулировки речедвижений. Во-вторых, надо не упустить из виду, что выдача речи невозможна, если нет приема, так как правила управления могут быть накоплены лишь через прием и контроль выдачи. Это значит, что речедвигательный анализатор должен изучаться как слухо-речедвигательный. И, наконец, если не приурочить аналитико-синтетическую системность к определенному нервному субстрату, то она "повиснет в воздухе". Соблюдение этих условий позволит уничтожить пропасть между старой концепцией органов речи и еще не сложившейся теорией слухо-речедвигательного анализатора.

В науке установлено достаточно фактов о мышечных связях, нервных путях и образованиях, регулирующих движения, о функциях органов и их взаимной связи, но эти факты не собраны в законченную систему и концепцию, применительно к речевому процессу. В задачу этой главы входит объединение установленных фактов и восполнение их некоторыми новыми

наблюдениями с тем, чтобы выдвинуть
предварительную концепцию механизма
управления речевым произнесением.

§ 36. Элементарный синтез звуков на периферии речедвигательного анализатора

Первоначально следует напомнить общеизвестные положения. Язык иннервируют три пары нервов – язычный, подъязычный и языкоглоточный. Язычный нерв является вкусовым и к процессу речи не имеет отношения. Подъязычный нерв принадлежит к XII паре черепномозговых нервов и является чисто двигательным. Ядро этого нерва, расположенное в продолговатом мозгу, соединяется при помощи вставочного нейрона с корой большого мозга в нижней трети передней центральной извилины (противоположного полушария). Область этой извилины относится к так называемой двигательной коре, в глубоких слоях которой (5–6 слои преимущественно) от гигантских пирамидных клеток Беца начинается множество эффекторных волокон, связывающих кору с подкорковыми узлами, с ядрами двигательных черепномозговых нервов и с клетками передних рогов спинного мозга (мотоневронами). От моторной коры начинается пирамидный путь ко всем органам произвольного управления. Это значит, что, например, язык может принимать

разные позиции в ротовой полости, определенные по чужой словесной инструкции или по самоинструкции.

Спереди от центральной передней извилины довольно широко распространяется премоторная зона коры. В пределах этой зоны, в задней части нижней лобной – извилины, (область Брока), сосредоточена премоторная речевая зона. От нее и от других лобных областей коры нервные волокна идут не только к другим зонам коры полушария, но и к нижележащим образованиям¹⁴⁹. Они направляются к зрительному бугру, от него в подбугровую область и к другим подкорковым образованиям. Следует заметить, что подбугровая область входит в состав механизма управления дыханием. Импульсы от подбугровой области передаются по блуждающим нервам на гладкую мускулатуру бронхов, просвет которых меняется при их перистальтике.

Мощная система нервных путей, идущая в разных направлениях от премоторной области к нижележащим образованиям ближней и дальней подкорки, образует экстрапирамидный путь. Движения, осуществляемые при передаче сигналов по этим путям, как самостоятельные, так и входящие как компонент в комплекс других движений, являются произвольными. К ним

относится, например, бронхиальная перистальтика и модуляции глоточной трубки.

Таким образом, в премоторной речевой зоне сходятся пирамидный и экстрапирамидный пути, чем обеспечивается включение в произвольные движения весьма разнообразной гаммы непроизвольных компонентов. Однако произвольная иннервация сосредоточивается лишь в некоторых органах – язык, губы и мышцы нижней челюсти, тогда как непроизвольная распространяется во всех внутренних областях обширной периферической части речедвигательного анализатора.

Функции премоторной области в полной мере не исследованы. Опыты над животными показывают, что при двустороннем удалении лобных долей у животного возникают не только вегетативные расстройства, но и наблюдается дезинтеграция двигательных навыков, недостаточность в организованности движений, которые становятся неловкими¹⁵⁰; сильно страдает выработка условных рефлексов, теряются цепи рефлексов, приобретенные в дрессировке; животное не учитывает предыдущий опыт, нарушается синтез временной последовательности.

Нарушение области нижней лобной извилины

у человека вызывает известные явления моторной афазии, потерю в той или другой форме условнорефлекторной выучки произнесения слов, затруднения в отборе слов, при этом нарушается разборчивость речи и появляется монотон. Так как моторная кора при нарушении речевой премоторной зоны может остаться сохранной, то разовые произвольные движения языка, не требующие предварительной выучки, производятся нормально.

Таким образом, есть основания предполагать, что речевая премоторная область является такой аналитико-синтетической инстанцией, которая получает обратные импульсы от всех нижележащих пунктов речедвигательного анализатора и тем самым приобретает возможность синтезировать их в одном цельном импульсе запуска. Этим достигается упреждение и удержание входящих в состав словесного стереотипа элементов. Произвольным движением может быть отобрано слово только как единый комплекс, запускаемый только одним импульсом. Минимальной и неделимой далее частью, в этом случае, является слог.

Весь аналитический материал для синтеза слова в одном импульсе доставляется от множества мышечных синергии, участвующих в

произнесении. Однако этот материал не является, так сказать, сырым. Он проходит свои этапы первичного синтеза, основным из которых является синтез слога. Речевой прибор устроен так, что может производить только слоги. Из этого первично оформленного материала синтезируются на высшем уровне слова.

Слог возникает в иной системе, чем образуемые из слогов значимые слова. Это система непроизвольного управления. Так как речевой прибор в конечном счете есть не что иное, как пневматическая система аэродинамических трубок, в состав которых входят резонаторы и звуковые генераторы, то необходим строгий учет постоянно меняющихся в процессе речи местных аэродинамических условий. Система, сохраняющая определенное постоянство в своей работе на основе учета меняющихся условий, может быть названа саморегулирующейся системой. Такой является вегетативная нервная система. Характерная ее особенность состоит в том, что троакаглионарное волокно, идущее от центра, прерывается в ганглиях вегетативного сплетения, которое выполняет функцию как бы местной подстанции, учитывающей местные условия. Из вегетативного сплетения отходит поеттанглионартное волокно, которое

ивнер-вирует рабочий орган.

К языку, кроме указанных выше непвов, подходит языкоглоточный, относящийся к системе вегетативного управления. Этот нерв принадлежит к IX паре черепномозговых нервов. Подходя к периферии, языкоглоточный нерв разветвляется на две веточки – одна идет к корню языка, другая опускается в глотку и входит в состав так называемого вегетативного глоточного сплетения. Все признают, что языкоглоточный нерв является афферентным, но многие исследователи уверенно приписывают ему также и двигательные функции. В дальнейшем мы увидим, что это утверждение достаточно обосновано. Сейчас важно подчеркнуть, что язык, сам по себе являющийся, конечно, цельным органом, разделен на две сферы нервного управления. Его передняя часть, средняя и спинка получают иннервации по пирамидному пути через подъязычный нерв, корень же языка иннервируется по экстрапирамидному пути. Однако только одна из ветвей языкоглоточного нерва входит как преганглиопарное волокно в глоточное сплетение, другая разветвляется прямо в корне языка. Таким образом, рот и глотка, составляющие два разных резонатора, объединенные в общую надставную трубу, с одной стороны, разделены по системе

нервного управления, с другой стороны, связаны не только по пространственному расположению, но и проводниками взаимной обратной связи. В дальнейшем на фактическом материале будет показано, как именно осуществляется эта связь и где проходит граница двух разных: систем иннервации.

В системе вегетативной иннервации находится и глоточная трубка. Доминирующее значение в глоточном сплетении приобретает одна из ветвей блуждающего нерва (п. *vagus*), составляющего X пару черепно-мозговых нервов. Кроме того, в состав этого сплетения входят ветвь языкоглоточного и симпатического нервов. Следует отметить некоторые особенности иннервации глотки. Как правило, вегетативные волокна подходят к железам и к гладкой мускулатуре внутренних органов. К поперечнополосатой же скелетной мускулатуре идут соматические двигательные волокна от мотонейронов передних рогов спинного мозга. Можно сказать, что сердце и глоточная трубка составляют исключение. Глоточная трубка снабжена поперечнополосатой мускулатурой и вместе с тем получает вегетативную иннервацию. В отличие же от мышц скелетной мускулатуры, мышцы глотки не имеют антагонистов. Она

обладает только (тремя) сжимателями. При ослаблении импульса сжиматели тонически расширяются и новым импульсом глотка удерживается в соответствующей форме, определяющей ее объем. Эти особенности обеспечивают, с одной стороны, ступенчатость изменений воздушного объема при образовании разных звуков речи, а с другой стороны, плавные и непрерывные модуляции при квантовании равносильных слогов. Так как глоточные сжиматели удерживают определенное воздушное давление, то интерорецепторы (барорецепторы) глотки постоянно учитывают силу этих воздушных давлений при слоговых переменах и потоками импульсов по обратной связи афферентируют вышестоящие инстанции. Эту связь следует рассматривать как одно из звеньев авторегулировки единого процесса слоогообразования, в котором принимают участие движения, происходящие в разных местах, широко распространяющегося во внутренних органах речедвигательного анализатора.

Гортань иннервируется также за счет блуждающего нерва. Перечень нервных путей, подходящих к тем или другим органам речи, не может дать ясного представления о их совместной работе. Необходимо выделить такие Элементы

мышечных и нервных связей, которые позволили бы определить пути соединения органов в систему, способную участвовать в анализе и синтезе основной произносительной единицы — слога. Вначале рассмотрим вопрос об управлении языком, глоткой и гортанью, в дальнейшем присоединим к этому комплексу трахеобронхиальное дерево.

Гортань и ротоглоточный резонатор теснейшим образом связаны между собой мышечными и нервными соединениями и представляют единую конструкцию, участвующую в анализе и синтезе речевого звука. Как гортань, так и глотка иннервируются по блуждающим нервам. Однако гортань получает постганглионарные волокна от симпатического Шейного узла. Таким образом, можно сказать, что в иннервации глотки преобладает парасимпатическое влияние, а в иннервации гортани — симпатическое. Этим как бы уравновешиваются оба влияния двух отделов вегетативной иннервации.

Наиболее существенными для фонационного процесса являются нервные и мышечные связи между глоткой и гортанью. К гортани подходят, две ветви блуждающего нерва — верхний гортанный нерв и нижний (возвратный). Вначале

рассмотрим верхний гортанный нерв.

Этот нерв делится на две части – внутреннюю и наружную. Внутренняя ветвь является чувствующим нервом. Наружная ветвь, двигательная, иннервирует передний перстнещитовидный мускул. Благодаря действию этой мышцы щитовидный хрящ .делает движение вперед и несколько вниз, что вызывает натяжение истинных голосовых связок. От наружной ветви верхнегортанного нерва идет веточка к нижнему сжимателю глоточной трубки. Это и есть внутренняя взаимнообратная связь между голосовым генератором и глоточным резонатором.

Если принять во внимание вышеизложенный рентгенографический материал, то авторегулировку генераторной и резонаторной систем можно представить следующим образом. Натяжение голосовых связок при определенном воздушном подсвязочном давлении вызовет усиление звука. Величина этого натяжения тотчас же передается по указанной взаимной связи нижнему сжимателю глоточной трубки. Мы знаем, что глоточная трубка, расширяясь, работает как глушитель (демфер). Таким образом, чрезмерное усиление звука может быть компенсировано расширением глоточной трубки.

Происходит тонкая двусторонняя регулировка силы звука: а) со стороны натяжения голосовых связок и увеличения подсвязочного давления и б) со стороны расширения глоточной трубки; при этом регулировка обеспечена противоположной направленностью действующих сил. Одна из них усиливает звук, другая – ослабляет. Решающим являются модуляции резонаторной полости, так как именно здесь формируется речевой звук. Подсвязочное давление приспособляется к требованиям резонаторных полостей.

Всякое чрезмерное усиление звука будет автоматически компенсировано определенной мерой его ослабления. Этим обеспечивается описанный выше механизм сжатия динамического диапазона речи. Гортань и глоточная трубка работают наподобие электронного логарифмометра в динамическом самописце типа Неймана. В этом приборе по делителю напряжения скользит контакт. Как только напряжение усиливается больше определенной величины, контакт плавно снимает часть напряжения, скользя по делителю. И, наоборот, при ослаблении напряжения скольжение контакта в противоположную сторону приводит к прибавке напряжения. Аналогично этому при фонации а подсвязочное давление мало, что ослабляет звук,

но глоточная трубка наиболее узка, что усиливает звук, при фонации же и подсвязочное давление велико, но глоточная трубка максимально широка. Соответственно меняются и соотношения по силе звука. Те же явления были описаны при образовании дуги громкости на простом слоге и при слоговых модуляциях глоточной трубки на гласном в составном слоге.

Тот же механизм авторегуляции вступает в действие при фонации глухих и звонких гоморганных согласных. Ротовая артикуляция в этих случаях одинакова. Различие состоит лишь во включении голосовых связок и в объеме глоточной трубки. Центральный импульс на произнесение звонкого согласного приводит к включению голосовых связок, что по взаимной связи рефлекторно вызывает расширение глоточной трубки. При произнесении глухого согласного голосовые связки расходятся, а глоточная трубка рефлекторно несколько сужается. В первом случае, при включении голосового генератора, происходит ослабление звонкого, во втором случае, при переходе на шумовой генератор, усиление глухого согласного. Переход с одного генератора на другой происходит от центрального импульсу, но регулировка аэродинамических условий,

обеспечивающая выравнивание звуковой динамики глухих и звонких согласных, обеспечена автоматической связью гортани и глотки. Связь между гортанью и глоточной трубкой обеспечивается другим способом в том случае, когда происходят звуковысотные модуляции. На гласных голосовые связки могут модулировать по частоте основного тона, однако соотношение между основным тоном и гармоническими составляющими может меняться в зависимости от включения резонирующих полостей. Это происходит через посредство мышечных связей глотки и гортани.

Частота колебаний голосовых связок определяется центральным импульсом на натяжение волокон определенной длины щиточерпалоидной мышцы (*m. vocalis*). Эта мышца получает иннервацию от нижнего гортанного нерва (возвратного). От указанной мышцы идут отдельные пучки волокон в состав ложных голосовых связок и черпалонадгортанных связок, которые хорошо видны в полости глотки на боковых рентгенограммах. При сокращении черпалонадгортанных связок надгортанник оттягивается назад и книзу, сужая просвет глоточной трубки.

Таким образом, перестройка гортани

согласуется с глоточными модуляциями не только нервной, но и мышечной связью. Так как при произнесении каждого гласного положение надгортанника и объем глоточной трубки различны, то к основному тону всякий раз будут добавляться разные гармоники и будут возникать разные динамические форманты.

Если же при модуляции частоты черпалонадгортанные связки по указанной выше мышечной связи примут относительно стабильное натяжение, тогда и перемены в склонении надгортанника и смена объема глоточной трубки будут сглажены. Именно это явление и было установлено в рентгенологических наблюдениях Л. Б. Дмитриева при изучении голоса певцов¹⁵¹, Вследствие стабилизации объема глоточной трубки в звуке голоса ослабнут речевые форманты и в большей мере выделятся специфические гармоники, что составляет то, что называется певческой формантой. Овладение в процессе выучки управлением этой гортанно-глоточной связью обеспечивает переход от речевого произнесения, или речевой форманты, к певческому произнесению и форманте.

Учитывая приведенный выше материал о модуляциях глотки и функциях гортани и сопоставляя его с анализом нервных и мышечных

связей, объединяющих эти органы, можно прийти к следующему общему выводу. Устройство, взаимное расположение и перекрещивающиеся (внутренние обратные нервные и мышечные связи гортани и глотки обеспечивают элементарный анализ и синтез речевого звука на выходе эффекторов. Уже тот факт, что надгортанник, входя в состав хрящей гортани, вместе с тем целиком расположен в полости глоточной трубки, показывает, что оба эти функционально отдельные органы составляют один компактно связанный узел. Именно здесь происходит элементарный синтез слога, самая возможность образования которого обеспечена авторегулирующими приспособлениями. Так как глоточная трубка одновременно является резонатором и модулятором воздушных объемов, то, приняв определенную форму на данном речевом звуке, она вместе с тем определяет давление потребного для фонации воздуха. Сведения об этом мгновенно передаются на гортанный сфинктер, который является звеном, предшествующим глотке. Таким образом, работа гортани регулируется по конечному акустическому продукту – слогу.

Еще раз можно подчеркнуть, что обратные связи между глоткой и гортанью являются лишь

условием для слогового синтеза на выходе эффекторов. Сам же синтез и взаимная регулировка гортанно-глоточного звука осуществляются через центральное управление в результате предварительной выучки. Однако такой вид синтеза, обеспеченный внутренними связями в самом гортанно-глоточном узле, должен быть выделен как особая форма элементарного анализа — синтеза на периферии речедвигательного анализатора. Своеобразие этого вида синтеза становится более отчетливым, если его сопоставить с синтезом речедвижений в других частях речевого прибора.

Язык, губы и нижняя челюсть, с одной стороны, глотка и гортань, с другой стороны, резко разграничены по путям подходящих к ним нервов. Это значит, что те и другие эффекторные звенья вступают во взаимодействие не на основе готовых периферических связей, а требуют специального центрального согласования. В несколько искусственной форме разобщенность этих систем иннервации показана на рентгенограммах рисунка 88. Здесь зарегистрировано произнесение с тихо и очень громко при условии зажима языка между зубами. Из рентгеносхем видно, что при языке, находящемся в одном и том же положении, объем

глоточной трубки и отклонение надгортанника и подъязычной кости в каждом из произнесений различно. Следовательно, глоточная трубка может меняться в объеме независимо от движения языка вперед, или назад.

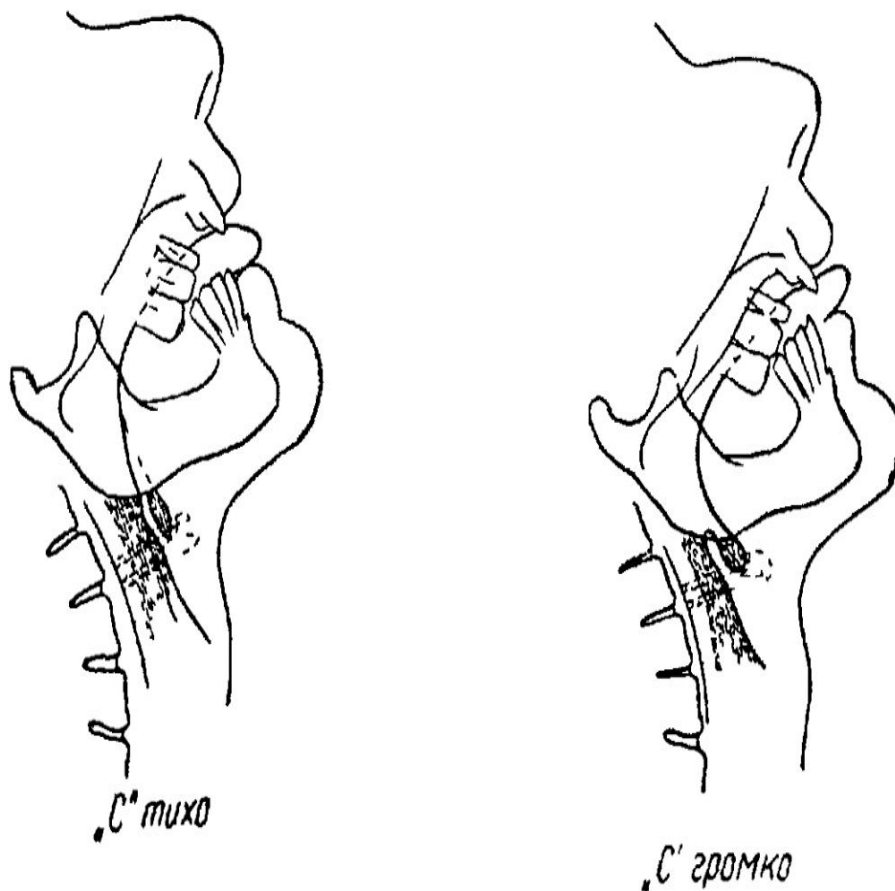


Рис. 88. Произнесение с тихо, громко

Это явление более точно может быть прослежено при регистрации естественного произнесения на киноленте. Предварительно следуега напомнить, что в языке различают две части: переднюю, или тело языка (*corpus linguae*), и заднюю, или корень языка (*radix linguae*). Тело языка отграничено от кор"ня языка пограничной

бороздой (*sulcus termi-nalis*). На рентгенограммах корень языка виден как образующий передний контур валлекулы. Конечно, несмотря на такое разделение язык в целом представляет собой единое компактное тело. Все его мышечные волокна сложно переплетены между собой. Тем более любопытно то обстоятельство, что движения обеих частей языка совершенно-независимы и не совпадают по направлению.

В альбоме рентгенограмм (табл. 3, 1) показано произнесение *т*, *д* и *л*. При произнесении *т* и *д* передняя часть спинки языка смыкается с альвеолами и верхними зубами. Положение языка при произнесении *н* аналогично (различно лишь положение нёбной занавески). Однако, как видно из фото (табл. 1, кадр 69; табл. 3, кадры 31–33 и кадры 33–35), линия корня языка, т. е. наружного края валлекулы, различна при *гид*, с одной стороны, и при *н*, с другой стороны.

То же самое можно наблюдать на табл. 1, кадры 17 и 59. Здесь показано произнесение губных *п* и *м*. В обоих случаях кончик и спинка языка не играют роли, тело языка лежит спокойно на дне рта. В то же время корень языка при произнесении этих звуков отходит кпереди по-разному. В других случаях, при очень

различных положениях спинки языка, контур корня языка меняется очень мало. Это видно из сравнения кадров (кадры 45, 85, таблицы 4, 6), где зарегистрировано произнесение с и х. На с (табл. 4) тело языка идет вперед, на х (табл. 6) назад, но положение корня языка меняется очень мало.

Таким образом, действительно, тело языка и его корень, несмотря на то что они составляют один орган, не имеющий внутренних суставов и хрящей, двигаются независимо. Это объясняется тем, что одна часть языка входит в одну систему иннервации, а другая часть – в другую систему. От корня языка начинается языкоглоточная мышца (*m. glosso-pharyngeus*), которая относится к группе мышц верхнего сжимателя глотки. На поверхности корня языка разветвляется языкоглоточный нерв, который вступает одной из своих ветвей в глоточное сплетение. Следовательно, тело языка иннервируется соматической частью центральной нервной системы, а корень языка вегетативной ее частью. Следует также думать, что языкоглоточный нерв выполняет двигательные функции, а языкоглоточная мышца является связующим звеном между корнем языка и сжимателем глотки, которые принадлежат к общей системе иннервации. Можно считать, что по *sulcus*

terminalis проходит демаркационная граница разных путей иннервации.

Наряду с этим разграничением путей иннервации, определенное положение языка, губ и нижней челюсти всегда (в системе данного языка) соответствует определенному же объему и форме глоточной трубки. Это значит, что синтез речевой статики и динамики осуществляется в вышестоящих инстанциях центрального управления. Пути нервного управления языком и глоткой резко разделены, в то время как сами эффекторные звенья связаны, по взаимному расположению, мышечным соединением и нервными ответвлениями в путях вегетативной иннервации. Все эти звенья могут работать содружественно только в том случае, если к каждому из них будут поданы согласованные импульсы, идущие по разным путям.

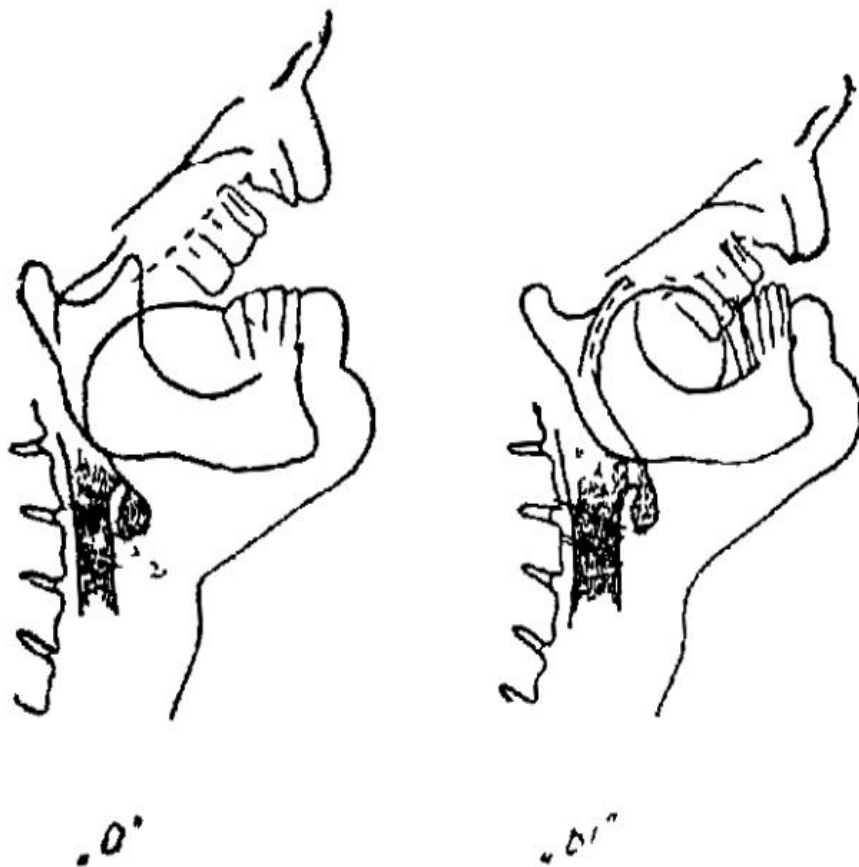


Рис. 89. Беззвучная артикуляция

Теоретически необходимо допустить существование регулировки речедвижений по конечному акустическому продукту как в отношении статики, так и динамики речи. Центральное управление не может регулиро Рис. 89. Беззвучная артикуляция вать и согласовать движения языка и глотки без учета конечного результата. Это и происходит при участии, слухового контроля. Включается новая сложная система слухового анализа и синтеза при приеме речи, которая и приводит к эквивалентности речедвижения и акустический результат, выдачу речи и прием. Эта наивысшая инстанция

управления речевым процессом будет рассмотрена, в дальнейшем.

Из оказанного в этом параграфе вытекает, что можно говорить о трех уровнях анализа и синтеза речевого звука: 1) элементарный, периферический уровень, обеспеченный самим устройством и внутренними связями речевых эффекторов, являющихся вместе с тем и периферией анализатора; 2) подкорковый уровень и 3) высший корковый уровень. Заранее ясно, что вышестоящий уровень командует нижележащими. В частности, периферический уровень является только афферентационным, так как здесь нет никакого самостоятельного двигательного центра, а происходит лишь учет местных условий и авторегулируемое согласование полученных двигательных приказов. Пневматический гортанно-глоточный прибор приспособлен только к тому, чтобы делать слоги. В каком порядке располагаются эти слоги, какова их относительная сила, длительность и высота основного тона, паузы и т. п., — все это получается по приказу высших инстанций. Да и самый импульс на образование слога приходит, конечно, из центрального управления. В какой мере внутренние обратные связи ротоглоточного периферического звена могут в результате выучки

обеспечить координацию движений, видно из рентгенограмм (рис. 89). При беззвучной артикуляции органы речи работают, так сказать, вхолостую. Афферентация импульсов от движения воздуха и образования звуковой волны в надставной трубке не возникает, и все же произвольный импульс на ротовую артикуляцию" а и ы выявил изменения в объеме произвольно не управляемой глоточной трубки.

§ 37. Подкорковый уровень автоматического регулирования слогообразовательного процесса

В главе XII при разборе функций гортани был сделан вывод о том, что частота колебаний голосовых связок регулируется по обратной связи в самой колеблющейся системе. Импульс на натяжение волокон определенной длины должен быть восстановлен всякий раз после прорыва связок воздушным подсвязочным давлением определенной силы. Как только связки разошлись, сведение об этом по обратной, связи поступает в центр, который шлет новый восстановительный импульс на ту же группу волокон и то же их натяжение. Так как прерыватель находится в самой колеблющейся системе, то возникающий процесс является автоколебательным по частоте.

Вопрос о том, является ли фонационный процесс автоколебательным не только по частоте, но и по силе, остался не решенным до конца. Нельзя закрывать глаза на сложность поставленной проблемы. Подсвязочное давление является внешней силой по отношению к голосовым связкам как колеблющейся системе. Концепция Форхаммера, предполагающая регулировку силы путем изменения ширины

голосовой щели (что согласуется с принципом авторегулировки), была отвергнута. Больше того, были приведены факты, показывающие, что вся дыхательная система в целом регулирует не только скорость потока выдыхаемого воздуха, но и его массу. Спрашивается, каким образом происходит регулировка и отмеривание точных порций воздуха, поступающего в подсвязочное пространство? Трахеобронхиальное дерево не может быть отнесено к колеблющейся фонационной системе, поэтому принцип авторегулировки по силе ставится под сомнение.

Задача этого параграфа состоит в том, чтобы показать, что и регулировка звука по силе осуществляется по принципу автоколебаний. Если признать, что динамические слоговые модуляции происходят в глоточном резонаторе, принадлежащем к гортанно-глоточному фонационному узлу, тогда регулятор слоговой силы будет находиться в самой фонационной системе. Весь вопрос теперь сводится только к тому, чтобы узнать, каким образом происходит регулировка воздушного давления по конечному требуемому эффекту, по слоговой силе, как глоточная трубка включается в общую систему автоматического регулирования речевого дыхания.

Во многих исследованиях по регулировке дыхания на всем протяжении XIX века и до сегодняшнего дня наибольшее внимание обращалось на роль блуждающих нервов. Эти нервы, широко разветвляясь в гладкой мускулатуре бронхов и легких, вместе с ветвями симпатического нерва образуют два легочных сплетения – переднее и заднее, многократно соединяющиеся между собой. Перерезка обоих блуждающих нервов не прекращает дыхания, которое продолжается под управлением автоматически работающего дыхательного центра. Однако двойная перерезка значительно нарушает ход нормального дыхания.

М. В. Сергиевский¹⁵² в обширной монографии, посвященной изучению дыхательного центра, на основании ряда экспериментальных фактов опровергает распространенное мнение о том, что блуждающие нервы оказывают только тормозящее действие на дыхательный центр. По его наблюдениям, блуждающие нервы в начале вдоха благоприятствуют его развитию, в середине вдоха – оказывают тормозящее действие и стимулируют возникновение выдоха. Стимулирующее действие продолжается до середины фазы выдоха. Импульсы, возникающие в конце выдоха, тормозят выдох и возбуждают

вдох.

В этой концепции, уточняющей предшествующие исследования, основная роль отводится афферентации по блуждающим нервам, т. е. обратной связи движущегося органа с пунктом его управления. Возбуждение в принимающих, рецепторных приборах происходит благодаря адекватным раздражениям, создаваемым дыхательным актом. Для окончаний блуждающих нервов таким адекватным раздражением является расширение и спадение легких. Для волокон, окончания которых находятся в слизистой оболочке дыхательного тракта, таким раздражением будет изменение направления движения воздуха. Для волокон, разветвляющихся в разнообразной дыхательной мускулатуре, адекватные раздражители возникают вследствие изменения механического состояния этих образований¹⁵³. В результате одновременного и последовательного действия всех этих раздражений, идущих с разных концов дыхательного аппарата, говорит М. В. Сергиевский, составляется алгебраическая сумма центростремительных импульсов. Благодаря этому происходит формирование ритма и амплитуды дыхательных движений с полным учетом местных условий, о которых информирует

эта многосторонняя обратная связь.

Таким образом, обратная связь обеспечивает авторегулировку дыхания. Уничтожение этой связи при перерезке блуждающих нервов вызывает резкое расстройство процесса дыхания по амплитуде колебания и по ритму дыхательных фаз. Механизм авторегулировки выясняется еще лучше, если принять во внимание устройство дыхательного центра, расположенного в продолговатом мозгу. Дыхательный центр работает по двоичному коду. Он имеет два альтернативных отдела – инспираторный и экспираторный. Возбуждение одного отдела тормозит другой. Включение инспираторного отдела вызывает запуск вдыхательных мышц, например опускание диафрагмы. Включение экспираторного отдела соответствует запуску выдыхателей, например подъему диафрагмы. Поток сигналов по путям обратной связи за каждый момент той или другой дыхательной фазы автоматически вызывает накопление возбуждения до определенной величины попеременно то в инспираторном, то в экспираторном отделах дыхательного центра. Накопление возбуждения в одном отделе вызывает постепенное накопление и уравнивание его силой торможения в другом отделе. Вот почему афферентация по

блуждающим нервам в начале вдоха благоприятствует его развитию, а в середине вдоха начинает оказывать тормозящее действие и постепенно приводит к выдоху. В процессе осуществления дыхания возникают афферентные импульсы, под влиянием которых возбуждается то инспираторный отдел, а экспираторный тормозится, то возбуждается экспираторный отдел, а инспираторный тормозится. Возбуждение же этих отделов через дыхательные мышцы приводит к дыхательным движениям. Так циркулярно афферентация от процесса дыхания возбуждает центр, а центр посылает двигательные импульсы для процесса дыхания.

Как видно, здесь мы встречаемся с явлением, аналогичным тому, о котором говорилось при обсуждении сжатия динамического диапазона речи. Дыхательный центр работает подобно двум запорным электронным лампам. Накопление напряжения до определенной величины в одной лампе запирает другую и одновременно отпирает в первой проход для импульсов, приводящих в движение исполнительный механизм. Перед фазой окончания работы исполнительного механизма первая лампа запирается и тем самым отпирается вторая – в этот момент происходит движение исполнительного механизма в обратном

направлении.

Применяя эту концепцию к процессу речевого дыхания, следует признать, что она недостаточно полна для объяснения факта парадоксального движения диафрагмы, так как фазы свободного дыхания являются равномерными, а речевой выдох прерывистым. Однако частичное объяснение все же возможно. С достаточным основанием можно допустить, что при произнесении *а* ослабление давления воздуха в воздухоносных путях будет тотчас же сигнализироваться через блуждающие нервы на дыхательный центр. Хотя выдох продолжается, он настолько ослаблен, что величина сигнала вполне соответствует фазе конца выдоха, при которой возбуждение инспираторной части дыхательного центра переходит критическую величину. Вследствие этого экспираторный отдел затормаживается и вступает в действие инспираторный. Центробежные импульсы от инспираторного центра пойдут к передним рогам спинного мозга, и соответствующие мышцы, т. е. межреберные и диафрагма, будут совершать вдыхательные движения на выдохе. В следующий момент, когда при произнесении *и* скорость и давление потока воздуха в дыхательном тракте нарастают, блуждающие нервы понесут к

дыхательному центру сигналы, вполне соответствующие по знаку началу выдоха, что будет благоприятствовать дальнейшему развитию выдоха, так как в этот момент на инспираторный отдел накладывается тормоз.

В описанном механизме все ясно, кроме момента начала процесса. Остается непонятным, вследствие чего в какой-то момент фонации а давление и скорость воздуха в воздухоносных путях ослабляются, о чем и идет афферентация в дыхательный центр. При разборе механизма свободного дыхания этого вопроса не возникало, так как весь процесс разворачивался постепенно и планомерно, фаза за фазой, и не происходило перерыва выдоха ложным вдыхательным движением. Необходимо признать, что в воздухоносных путях произошли какие-то активные изменения – сужения или расширения! Об этих изменившихся аэродинамических условиях центральное управление и афферентируется по блуждающим нервам. В дальнейшем процесс, естественно, будет разворачиваться так, как описано выше.

Из материала, представленного в параграфе о бронхиальной перистальтике, нетрудно сделать вывод о том, что перемены в воздухоносных путях произошли в результате активного изменения

просвета бронхиальных трубочек, которые на разных звуках речи то сжимаются,, запираются, то расширяются, отпираются, и тем самым пропускают разные порции воздуха. В то время как при свободном дыхании идет равномерный и непрерывный выдох, при речевом дыхании выдох становится закономерно неравномерным и даже прерывающимся в момент слогового стояния диафрагмы.

Для того чтобы бронхиальные трубки могли менять просвет, необходима серия моторных центробежных импульсов на трахеобронхиальное дерево. Такие импульсы не могут быть поданы ни по каким иным путям, кроме блуждающих нервов, которые распространяются по всему трахеобронхиальному дереву. Следовательно, представление о только афферентационной роли блуждающих нервов должно; быть заменено признанием за ними как афферентационной, так и моторной, центробежной функции. Однако бульбарный дыхательный центр не может быть источником этих моторных импульсов, так как он связан лишь с мото нейронами поперечнополосатых межреберных мышц и диафрагмы. Таким образом, регулировка речевого дыхания должна восходить к вышележащим уровням центральной системы.

М. В. Сергиевский предлагает весьма плодотворное различие двух сфер регуляции дыхания: а) дыхательный центр (в продолговатом мозгу) и б) центральная, могущая принять участие в регуляции дыхания, система¹⁵⁴. Под последней понимаются различные участки центральной нервной системы – подкорка и кора, анатомически или функционально контактирующие с дыхательным центром. Эта система не имеет точных границ локализации. Наоборот, границы ее изменчивы, в зависимости от роли, выполняемой дыханием в данный момент конкретной деятельности человека, например в процессе речи.

Остается выяснить более точно, какая же часть нервной системы посылает двигательные регуляторные импульсы на трахеобронхиальное дерево в процессе речи.

Для ответа на этот вопрос необходимо напомнить о роли подбугровой области в регуляции дыхания. Известно, что импульсы от всех без исключения рецепторов поступают в зрительные бугры (*thalamus opticus*) и коленчатые тела. Под зрительными буграми, отделенная небольшой полоской, расположена подбугровая, гипоталамическая область (*hypothalamus*), к которой подходят волокна из премоторной и

моторной зоны коры. Волокна, выходящие из подбугровой области, идут к продолговатому и спинному мозгу, оканчиваясь на клетках, аксоны которых образуют прегаглионарные волокна вегетативного отдела центральной нервной системы. Расположение нервных путей показывает, что ядра подбугровой области могут принимать и отправлять импульсы, идущие как от зрительных бугров, так и от коры больших полушарий. Подбугровая область является промежуточным звеном (через зрительные бугры) между корой и вегетативной иннервацией. В частности, через блуждающие нервы от подбугровой области передаются импульсы на гладкую мускулатуру бронхов, вызывающих изменение величины просвета бронхиальных трубок, а также расширение и сужение легочных сосудов. Таким образом, подбугровая область и является той частью центральной нервной системы, могущей принять участие в регулировке дыхания, которая через импульсы, идущие по блуждающим нервам, вызывает бронхиальную перистальтику.

Теперь возникает наиболее важный для нашей темы вопрос: почему моторные импульсы от подбугровой зоны поступают на трахеобронхиальное дерево в строго

определенном порядке и в полной мере соответствуют артикуляции и вообще всей системе речевых движений?

Вопрос ставится о регулировке аэродинамических условий речевой фонации, о смене звуков речи и об образовании слоговых квант. Естественно, что источником информации обо всех этих изменениях, которые одновременно являются и конечными требованиями, контролируемые на выходе речевых эффекторов, является тот орган, который производит слоговые модуляции на каждом звуке речи. Это глоточная трубка. Она одновременно входит и в резонаторно-фонационную систему, и в систему воздухоносных путей. На материале кинорентгено съемки мы видели, что глоточная трубка еще до начала фонации по центральному импульсу принимает определенную форму, необходимую для произнесения данного звука речи. В этом отношении она обладает повышенной чувствительностью. Сама глоточная трубка находится в системе вегетативного управления и получает иннервацию, так же как и трахео-бронхиальное дерево по блуждающим нервам. Звуковые и слоговые модуляции глотки афферентируются по этим нервам в подбугровую область, вследствие чего моторные импульсы на

бронхиальную перистальтику от подбугровой области в точности соответствуют глоточным модуляциям и артикуляции.

Таким образом, глоточная трубка является? приспособлением, следящим за ходом воздушного давления при образовании раз носильных слогов, включенным в фонационную систему и замыкающим цепь автоматического регулирования. Этот тезис и был выставлен для доказательства в начале параграфа.

Необходимо признать, что афферентация от глоточной трубки распространяется не только на подбугровую область, но по тем же блуждающим нервам идет дальше до дыхательного центра в продолговатом мозгу. Факты показывают, что при сужении глоточной трубки не только уменьшается порция подаваемого воздуха, но и скорость его по" тока, так как диафрагма опускается одновременно или вскоре после начала сужения. Это значит, что сужение трубки является для дыхательного центра сигналом перехода от возбуждения экспираторного отдела к его торможению и возбуждению инспираторного отдела. Но так как центральный корковый импульс подан на фонацию, и часть бронхиальных трубок продолжает подавать воздух из легких под давлением выше

атмосферного, то выдох продолжается. Этим дается полное объяснение диафрагмального парадокса при речевом дыхании.

Изложенная здесь концепция авторегулировки речевого дыхания является не чем иным, как попыткой объяснить полученные в рентгенологических наблюдениях факты о глоточных модуляциях, движениях, диафрагмы и перистальтике трахеобронхиального дерева и согласовать их с общепризнанными положениями современной физиологии. Сложность и новизна разбираемых вопросов, конечно, позволяет говорить лишь о гипотетическом характере этой концепции.

§ 38. Кортиковый уровень регуляции произносительного процесса

В главе X было показано, что дифференцировки объемов глоточной трубки для определенных звуков различны в разных языках. Разные виды *и* и *а* в русском и немецком языках образуются в разных формах глоточного резонатора. Строго говоря, ни один звук речи какого-либо языка не тождествен звуку другого языка. При одинаковых нервных и мышечных связях на периферии анализатора и при тех же самых устройствах авторегулировки в подкорковых областях конечный акустический результат не только может, но и должен быть различен у людей, говорящих на разных языках. Это значит, что объемы резонаторной трубки на каждом речевом звуке определяются исключительно внешними раздражителями, приемом речи на данном языке при помощи слуха. Резонаторная трубка, как эффектор, находится под контролем слухового анализатора.

Система корковых импульсов на речевое произнесение все время приспособляется к тому, что должно быть, отбрасывая то, что реально получается, но чего не должно быть. В этом и

состоит наивысший корковый анализ и синтез при произнесении звуков речи. Он держится на отборе, на сопоставлении и противопоставлении, выборе и отклонении. Всегда есть сопоставление как минимум двух элементов или признаков. Один из них принимаемый, слышимый или представляемый: слухом, другой произносимый. Эталоном является слышимый, подконтрольный – произносимый элемент. В конечном же счете оба сравниваемых явления остаются слышимыми, так как свое произнесение может быть оценено только по слуху. Различие состоит лишь в том, что вводится разделением "своего" и "чужого" слуха.

Вместе с тем очевидно, что речевого звука вообще не (возникнет, если он не появится на выходе речевых эффекторов. Прием речи в такой же мере обусловлен выдачей, как выдача приемом. Различие здесь состоит в том, что при выдаче происходит контроль, который осуществляется по конечному акустическому результату. Это значит, что и на этом высшем, корковом уровне наблюдается все тот же принцип управления по конечному продукту. Вследствие этого управление речью нуждается в расчлененных слуховых представлениях и освобождается от двигательных представлений. Можно и должно для правильного произнесения

представить различия между тембрами *а* и *о* или разницу их громкости, но невозможно и не нужно представлять весь аналитико-синтетический комплекс речедвижений для того, чтобы получались эти звуки. Дифференцировки в двигательном анализаторе создаются на основе различия слуховых образов.

Ход этого различения общеизвестен – гласные противопоставляются согласным; гласные внутри себя различаются тоновым тембром; согласные – по шумовым тембрам, глухости и звонкости, взрывности и длительности, наличию носового тембра или отсутствию его и т. п. Все эти противопоставления дают о себе знать лишь тогда, когда из звуков составляются звуковые комплексы – слова. Слова могут различаться и отбираться только потому, что всякий раз сохраняется однозначная система дифференцированных признаков отбора речевых звуков. Таким образом, для речевого звука характерно то, что это не отдельный звук, а звук, соотнесенный с системой всех остальных звуков данного языка. В этом и состоит высшая аналитико-синтетическая деятельность отбора признаков речевого звука в процессе их дифференцировки. Это значит, что отбор звуков производит слуховой анализатор.

В противоположность этому, речедвигательный анализатор не производит отбора звуков. Говорящий отбирает в процессе общения не отдельные звуки, а слова, как сложившиеся и значимые комплексы звуков. Отбор речедвижений для производства звуков, входящих в словесный звуковой комплекс, происходит в процессе предварительной выучки. В этот период формируется словарь. Одна из основных задач исследования механизма речи состоит в том, чтобы выяснить, как образуется-этот словарь. Прежде всего следует признать, что словарь формируется; не в слуховом анализаторе. Услышанное слово узнается только потому, что оно отождествляется с ранее выученным. Неизвестное слово не может быть узнано, так как его нет в словаре. В незнакомом слове могут быть узнаны лишь отдельные элементы, например морфемы, входящие в состав слов выученного словаря. Словарь приобретает через слуховой анализатор, но складывается он в двигательном и им же воспроизводится.

Из сказанного следует, что корковая часть речедвигательного анализатора производит лишь один импульс для запуска слова, если оно есть в словаре. Однако запущенное по одному импульсу слово распадается на множество речедвижений.

Выучка состоит в составлении устойчивого стереотипа или подпрограммы этих движений. Так как от премоторной зоны начинается экстрапирамидный путь и вместе с тем идут импульсы к моторной коре, откуда берет начало пирамидный путь, то в корковом словесном отделе сходятся оба пути управления. В процессе выучки при взаимодействии прямой и обратной связи от мышечных речевых синергии составляется точная схема последовательности возбуждательных и тормозных процессов на все речедвижения, необходимые для воспроизводства статики и динамики данного слова. При помощи кинорентгено съемки надставной трубки удается проследить не только последовательное развертывание стереотипа, но и обратное явление – резкое торможение речевых эффекторов в том случае, когда предстоящее к произнесению слово попадает в зону торможения. Рассмотрим относящиеся сюда факты, помогающие понять механизм коркового управления речедвижениями при помощи словесных подпрограмм.

Интересующее нас явление возникло неожиданно, независимо от намерений экспериментатора. В момент кинорентгено съемки испытуемый должен был в течение 4–5 секунд произносить слова: *за́мок, замо́к, мокро́та,*

мокротá, áтлас, атлáс. Предварительно надо было запомнить порядок произнесения этих слов. Испытуемый начал запоминать эти слова за 15–20 минут до начала съемки. В процессе съемки все слова были произнесены правильно, но между словами *мокрота* и *атлас* появилась пауза, более длительная, чем между другими словами.

В день съемки на это обстоятельство не было обращено внимания, но при изучении полученного материала обнаружилось очень странное явление, представленное в альбоме рентгенограмм на таблице 28, кадры 61–65. На этих фото по положению глоточной трубки видно, что произнесение конечного *а* в слове *мокрота* закончено в кадре 60, таблица 27. Однако дальше на протяжении пяти кадров (61–65), 0,2 сек. идет не свойственное ни для *а*, ни для нормальной паузы расширение глоточной трубки, и только в кадре 66 (таблица 29) начинается фонация *а* в слове *áтлас*. Таким образом, на паузе между словами возникло неожиданное резкое и стабильное расширение глоточной трубки. При нормальной паузе трубка сохраняет форму, соответствующую произнесению предшествующего звука, медленно ее теряя. Здесь же возникло расширение. Так как эта картина напоминает заикание, то испытуемый был вызван

для беседы. Оказалось, что речь его совершенно нормальна. Он никогда не страдал заиканием. Из дальнейшего выяснилось, что испытуемый в процессе киносъемки забыл последние два слова, поэтому возникла пауза, во время которой происходило вспоминание, поиск забытого слова. Этот момент и зарегистрирован на киноленте.

Весь процесс можно понять так. Хорошо известное слово *áтлас* было забыто к концу опыта. Это значит, что двигательный стереотип этого слова вследствие каких-то обстоятельств попал в зону торможения, и поэтому слово не могло быть воспроизведено. При поиске забытого слова в какой-то из областей корковой зоны речедвигательного анализатора возникло усиленное возбуждение, что по закону отрицательной индукции вызвало торможение в соседних участках и временно прервало связь коры с подкоркой. Сжиматели глотки, лишенные коркового импульса, расширились, вследствие присущего им тонического напряжения. Зарегистрированные явления показывают, что корковый импульс на глотку входит в состав двигательного стереотипа слова и что специфическое, стабильное расширение глоточной трубки является признаком функционального, временного и тормозного разрыва связи коры и

подкорки.

Совершенно ясно, что слово вспоминается как одно целое образование. Как только был задан единый импульс всплывшему слову, тотчас же развернулся весь его двигательный стереотип с точным распределением силовых позиций, что и зарегистрировалось на киноленте (табл. 29, 30, кадры 66–86). Описанное случайное наблюдение дало основание предположить, что рентгенологическая методика позволяет до некоторой степени проследить сложные взаимоотношения между корой и периферией речедвигательного анализатора. Понятно, что этот вопрос имеет большое значение для раскрытия механизма внутренней речи.

Уже статическая рентгенография дает некоторые результаты. На таблице 52 альбома даны рентгенограммы произнесения про себя *а* и *и*. Объектом съемки был автор этой работы, который заботился о том, чтобы при регистрации не было никакого, даже едва заметного шепотного произнесения. Задача состояла в том, чтобы лишь представлять себе один раз произнесение *а*, другой раз – *и*.

Из рентгенограмм видно, что рот в обоих случаях остается замкнутым и неподвижным. Однако в форме глоточной трубки заметны

отчетливые изменения, различно и положение языка. При представлении звука *а* язык лежит в большей мере на дне рта, чем при "представлении *и*. В последнем случае он без просвета прижимается к твердому нёбу. При таком положении языка в громкой речи или при шепоте не получится ни *а*, ни *а*. Глоточная трубка на всем протяжении более узка на *а*, чем на *и*. Особенно резко различие в контуре корня языка, т. е. внешнего края валлекулы. При *и* валлекула вогнута наружу, тогда как при *а* она образует прямую, идущую по диагонали от нижней челюсти до подъязычной кости. Таким образом, основные изменения происходят в области среднего сжимателя глотки.

Из этих рентгенограмм можно сделать вывод о том, что при внутреннем представляемом произнесении надставная резонаторная трубка, хотя и не модулирует совершенно так же, как при громком произнесении, но и не остается нейтральной и одинаковой по форме на разных представляемых звуках. Периферия анализатора так или иначе реагирует и каким-то образом помогает анализу и синтезу, происходящему в наивысшем корковом, словесном отделе. Можно думать, что корковый процесс нуждается в усилении для того, чтобы произошел отбор

элементов. Из большого запаса представлений следует отобрать один раз *а*, другой раз *и*. При отборе *а* все остальное должно попасть в тормозную зону. Так, как аналитические компоненты речедвижений, необходимые для отбора *а*, осуществляются Только периферией, а центр дает синтетический запуск целому слогу *а*, т. е. возникает его звуковое представление, то выбор *а* и его удержание могут быть усилены теми обратными импульсами с периферии, через посредство которых в свое время сложился сам синтетический представляемый образ звука или слова.

Правильность такой концепции, в общей форме предложенной И. П. Павловым в его учении о речевых кинестезиях, может быть подтверждена более детальным изучением этого процесса при помощи кино-рентгено съемки.

Опыт ставился так. Кинорентгено съемка производится в затемненном помещении, поэтому зрительные словесные раздражители должны подаваться на специально освещенном плакате. После того как испытуемый усаживался перед рентгеновским экраном, ему давалась следующая инструкция: "Как только вы увидите перед собой освещенный плакат с надписью, вы прочтете про себя эту надпись. В ней записана задача, которую

надо решишь в уме, не произнося ничего вслух, кроме ответа". Предварительно производилась репетиция для того, чтобы установить наилучшее расстояние плаката от глаз испытуемого и убедиться на пробной задаче в том, что испытуемый вполне понял инструкцию. Одновременно с включением рентгеновской трубки и киноаппарата перед испытуемым ставился освещенный плакат с надписью, сделанной крупными, удобочитаемыми буквами. Сеанс съемки продолжался 5–6 секунд.

Получились следующие результаты. Испытуемому No 1 была предложена задача: "Отец брата и брат отца – это одно и то же или нет?" Тотчас же после решения задачи требовалось ответить: "да" или "нет". Выборочные кадры киносъемки представлены на 53, 54 таблицах альбома. Испытуемый задачу не решил. Через мигуту во втором сеансе тому же испытуемому была предложена та же задача, которая опять осталась нерешенной (55, 56 таблицы альбома).

В третьем сеансе тому же испытуемому была предложена другая задача: "Какой из трех кружков возрастающей величины – красный, зеленый, синий – больше, чем красный, и меньше, чем синий?". Задача не была решена

(рентгенограммы, 57, 58 табл.).

Сравнение рентгенограмм по кадрам, а в особенности просмотр киноленты на экране показывают, что в процессе решения задачи в уме в надставной трубке испытуемого происходили заметные активные движения, при этом рот оставался замкнутым. Язык плавно то поднимается к твердому нёбу, то опускается. Глоточная трубка проявляет особую активность в области верхнего сжимателя. Резко меняется контур валлекулы у корня языка, связанного с верхним ежимателем языкоглоточной мышцей. При просмотре ленты на экране наблюдаются ритмические движения языка и мгновенные сдвига в области глоточной трубки. Однако формы изменения надставной трубки своеобразны. Они не соответствуют формам, в которых резонирует тот или другой определенный звук речи. Расшифровка производимой испытуемым артикуляции не удается. Возможно, что при дальнейшем изучении этого явления все же могут быть найдены некоторые индикаторы для расшифровки.

Ритмичность артикуляционных движений позволяет предположить, что испытуемый не воспроизводил отдельных звуков, а выделял группы слов, производил деление по синтагмам,

что позволяло отобрать и отделить один значимый комплекс от другого. В этом, возможно, и состояло кинетическое усиление одних слов лексикона и ослабление других. Для испытуемого, несомненно, создались условия, при которых решение этой простой задачи оказалось трудным, что видно из того, что он ее не решил. Для противопоставления мыслей, сосредоточения и выделения предметных отношений ему необходимо было усиливать то одни слова из предложенной задачи, то другие. В этот момент развертывались сложные индукционные отношения в корковой части речедвигательного анализатора – разные слова то возбуждались, то притормаживались. Это не только отразилось на периферии анализатора, но и происходило при ее активном участии по путям обратной связи.

У испытуемого No 2 получились другие результаты. Первая задача "Отец брата и т. д." была решена на первом сеансе. Из кадров киносъемки (59 таблица) не заметно каких-либо смещений глоточной трубки, но она остается во все время решения задачи расширенной, по сравнению с ее объемом в норме, при спокойном состоянии.

Момент расширения и спадения объема глоточной трубки стал хорошо заметным во

втором сеансе при решении той же задачи. Испытуемый не знал, что ему будет предъявлена та же задача, поэтому он начал ее решать. Вполне понятно, что повторное, так сказать проверочное, решение было более быстрым. В связи с этим на киноленте отразились последовательные стадии всего процесса – вначале период решения задачи, потом момент упреждающего импульса на эффекторы и ответный обратный, проверочный импульс с эффекторов, далее самый ответ *нет* и наконец спокойное состояние после ответа.

Все это отражено в кадрах следующим образом (табл. 60, 61), в кадрах 2–28 при решении задачи заметно стабильное расширение глоточной трубки на 1,12 сек. Это такое же расширение, которое наблюдалось у другого испытуемого при поиске слова *атлас*. То же произошло у испытуемого No 2 при решении первой задачи в первом сеансе (кадры 1–53, табл. 59) и при решении им же второй задачи о кружках (табл. 62). В следующий период (табл. 60) отрицательный ответ на задачу был найден. Посылается корковый импульс на эффекторы, глоточная трубка сильно расширяется и становится в позицию для произнесения я мягкого в слове *нет* (кадр 32, 33). Однако произнесения еще не происходит, если обратить внимание на

положение языка. В этот момент и подается, надо думать, обратный, проверочный импульс с периферии анализатора. Далее в кадрах 34–42 (табл. 60, 61) показано произнесение слова *нет*. После этого от кадра 44 до конца съемки глоточная трубка спадает по объему по сравнению со всеми предшествующими кадрами, что соответствует периоду после решения задачи и после ответа.

Решение второй задачи испытуемым No 2 прошло так же, как и решение первой задачи.

Испытуемому No 3 *было* предложено только прочитать про себя мало понятный для него текст: "Механизмы, пропорционально распределяющие и перераспределяющие подаваемую энергию". Измерение рентгенограмм показывает очень малые модуляции глоточной трубки за время чтения про себя.

Полученный материал, конечно, недостаточен для того, чтобы делать какие-либо окончательные и далеко идущие выводы. Несомненно все же, что у испытуемого No 1 удалось зафиксировать прямые наблюдения за движением языка и модуляцией объемов надставной трубки в процессе внутренней речи при решении интеллектуальной задачи. Сравнивая результаты опытов с испытуемыми No 1 и No 2 и принимая

во внимание другие факты из области изучения речевых кинестезии, в частности изложенные в первой части этой работы опыты с ритмическим постукиванием, следует допустить, что при решении мыслительной задачи процесс может пойти в двух направлениях. В обоих случаях происходит усиление процесса отбора слов и перераспределение индукционных взаимоотношений возбуждения и торможения, но двумя разными способами.

1. Усиление отбора и противопоставления слов, сложившихся в корковой части речедвигательного анализатора как динамические стереотипы, происходит путем включения обратной, афферентационной связи. В резонаторной трубке появляются активные ритмические движения, которые то усиливают, то ослабляют следы словесных стереотипов и тем самым вводят или выводят их из зоны торможения. Этим достигается отбор комбинаций для возможных ответов на поставленную мыслительную задачу.

2. При другом способе усиление отбора и противопоставление слов происходит путем образования зоны торможения на выходе из премоторной зоны. Вследствие этого в ядре речедвигательного анализатора по закону

одновременной отрицательной индукции возникает возбуждение, что и способствует усилению отбора слов. Но так как выход на подкорку и эффекторы заперт, то торможение распространяется и на эти области. Не получившая импульсов глоточная трубка расширяется. Это разлитое торможение вызывает еще большее возбуждение в корковом ядре речедвигательного анализатора.

В обоих случаях происходит, принимая концепцию И. М. Сеченова, усечение эффекторной дуги рефлекса. В обоих случаях речевые органы не работают как эффекторы, не издаются звуков и не производят точной артикуляции. Но в первом варианте по обратной афферентационной связи поступают серии возбуждающих импульсов, что усиливает корковую часть. Во втором же варианте еще большее ее усиление достигается торможением, разлившимся на периферии и в подкорке.

Эти варианты достаточно согласуются с постоянно наблюдающимися фактами при изучении речевых кинестезии. При решении тех или других задач у одних испытуемых обычно регистрируются очень бурные речедвижения, а у других, наоборот, наблюдается отсутствие их. В этом отношении испытуемые довольно отчетливо

распадаются на два типа. Вместе с тем в ряде случаев один и тот же испытуемый, в зависимости от условий опыта и решаемой задачи, переходит от одного способа работы к другому. Один раз у него обнаруживают заметное усиление речедвижений, другой раз они пропадают. Однако описанный в главе о кинестезиях опыт с порядковым счетом квадратов и одновременным ритмическим постукиванием рукой приводит у всех испытуемых без исключения к сильнейшему общему торможению и к срыву этой простой операции. Имея в виду обсуждаемые результаты кинорштеносъемки, этот случай может быть понят так. В корковой двигательной зоне руки возникает стереотип с одним распределением динамики, в речедвигательной же зоне должны усилиться словесные стереотипы с другим распределением слоговой динамики. Возникает интерференция динамических стереотипов, вследствие чего простейшая задача не решается. Если же при чтении словесный стереотип усиливается за счет зрительного восприятия и соответственно его слоговая динамика ослабляется, так как записанное слово может узнаваться сразу одним актом, то ритмическое постукивание рукой тормозит весь процесс значительно меньше. Это

происходит при чтении простых текстов. При этом снова возникают различия, в зависимости от типа испытуемого и характера читаемого текста.

Для подведения итогов этого параграфа по вопросу о корковом управлении процессом речевого произнесения и о соотношении центра с периферией можно предложить следующую схему.

При сложившемся запасе слов их отбор для составления фразы происходит по одному синтетическому импульсу для каждого словесного стереотипа. При запуске отобранного стереотипа в премоторной области импульс раздваивается по двум путям – один идет по пирамидному пути к эффекторам ротовой артикуляции, другой – по экстрапирамидным путям в подкорковые области. Здесь снова происходит дальнейшее расщепление импульса на потоки так, чтобы произошла его кодовая переишфровка на специфические речедвижения. Импульс разделяется на пути, идущие 1) к глотке, 2) к гортани, 3) к нёбной занавеске, 4) к трахеобронхиальному. дереву, 5) к дыхательному центру, от которого направляется а) к диафрагме и б) к межреберным мышцам.

Импульсы на глотку кодируются на величину объемов глоточной трубки, на гортань по частоте колебаний голосовых связок, на нёбную занавеску

по включению и выключению носового резонатора, на трахео-бронхиальное дерево по количеству перекрытий бронхиальных трубочек, на дыхательный центр по подъему и опусканию диафрагмы и грудной клетки. Все эти аналитически распределенные по разным путям импульсы, вызывая одновременные сокращения определенных мышечных синергии и торможение других, образуют систему речедвижений, в результате которых возникает один слог. Так как в процессе выучки слов в слоговой стереотип включаются силовые индексы, то не только последовательность слогов, но и их разносильность задана в словесном стереотипе. По этому эталону и происходит перешифровка силовых модуляций.

Описанная схема относится лишь к сложившемуся запасу словесных стереотипов. До момента образования стереотипов корковая речедвигательная зона пуста. Ее заполнение, т. е. формирование словесных стереотипов, может происходить лишь по путям обратной связи. Определяющую роль в этом случае будет играть надставная трубка, так как только здесь формируется речевой звук. Любой посыл из центра первоначально будет неточным и ненормативным и поэтому будет отклонен

слуховым контролем. Для нахождения правильной двигательной дифференцировки все время должны поступать обратные импульсы от ротовой артикуляции – в премоторную зону, от глоточной трубки – в премоториую зону, в под-бугровую область и дыхательный центр. Таким образом, надставная трубка является своеобразным "пультом переключения", при помощи которого центральное управление переадресуется на кодовые системы, особые для произвольной ротовой артикуляции, для произвольных движений гладкой мускулатуры бронхов, а также особые – для движений диафрагмы, небной занавески и межреберных мышц. Перемены режима потока воздуха в меняющихся по просвету трубках трахеобронхиального дерева в свою очередь афферентируют дыхательный центр. Во всех направлениях идет сложная взаимная афферентация. Однако все принаравливается к речевым модуляциям надставной трубки, которая, находясь на конечном выходе, определяет речевой акустический эффект.

Таким образом, в процессе произнесения осуществляется двойная регулировка. Полное согласование этих, регулировок достигается просто тем, что они совпадают в едином конечном акустическом эффекте. Этот эффект принимается

слухом, но он же производился и эффекторами. Пустота корковой части речедвигательного анализатора заполняется, и все богатство центрального управления приобретает только из этих двух источников, один из которых находится на приеме, другой – на выдаче. Однако и последний расчленяется на свои два источника, один из которых является собственно выдачей, другой – снова приемом этой выдачи, но уже двигательным приемом, потоком обратных, афферентных импульсов. Отличие слухового приема от двигательного состоит в том, что первый оснащен осознаваемыми и расчлененными представлениями, второй же сплошь автоматизирован. Авторегулирующийся механизм произнесения, освобожденный от двигательных представлений, становится способным производить отбор слов по значимым, семантическим признакам. Так в процессе анализа и синтеза произносительных элементов уравниваются центр и периферия. Центр не содержит больше того, что получает с периферии. Все новое поступает в центр с периферии и всякое затруднение в отборе слов требует в той или другой форме помощи с периферии.

Учитывая функции сложно разветвленной периферии речедвигательного анализатора и

множество потоков обратных импульсов, идущих от нее к центру, а также то обстоятельство, что механизм речи оснащен двумя "идами периферии – слуховой и двигательной, следует допустить, что лексикон формируется и хранится в центральном отделе именно речедвигательного анализатора, а не слухового. Хотя слуховой анализатор является контролером для речедвижений, слуховой прием речи не может осуществиться, если нет отождествления принимаемых слов и их элементов со словами и элементами, ранее усвоенными при помощи речедвижений. Это значит, что принимаемое слово должно при узнавании репродуцироваться и отбираться из сложившегося запаса или вновь вводиться в фонд слов при помощи тех же речедвижений. В обоих случаях, хотя и в разной форме, вступает в действие механизм речедвигательного анализатора просто потому, что слуховой не обладает средствами воспроизводства речи, а только ее приема, тогда как речедвигательный способен на то и другое.

Однако слуховой анализатор принимает чужую речь и речь самого говорящего, двигательный же анализатор принимает только речь самого говорящего. Но именно поэтому слуховой прием и невозможен без участия

речедвигательного анализатора. Если слушающий не будет декодировать звуковой состав слов на речедвижения, он не сможет отождествить принимаемый элемент с выдаваемым, а поэтому и различить звуковой состав приема. Весь вышеприведенный фактический материал свидетельствует о точной эквивалентности всего звукового состава речи и речедвижений. Так как элементы обоих видов речи – своей и чужой – должны быть тождественны (иначе из них не могут быть составлены слова с определенным для двух говорящих сигнальным значением), то на приеме будут дифференцированы только те звуки, которые раньше под контролем самого слухового приема были усвоены двигательным анализатором.

Вообще говоря, конечно, слух способен к репродукции ранее воспринятых звуковых комплексов, независимо от деятельности двигательного анализатора. Так можно репродуцировать представление о мелодии, звуке гудка, свистка, шорохе листьев и т. п., не имея возможности и способности самому произвести такие же звуки. Однако речевые звуки находятся в особом положении. Они являются средствами взаимного общения, поэтому принятый комплекс звуков должен соответствовать

воспроизводимому. Если свисток, гудок или флажки приобретают сигнальное значение, то возможны два "случая: а) общение остается односторонним, ограничиваясь только приемом у одного и выдачей у другого, и б) общение является взаимным, двусторонним, с приемом и выдачей у обоих людей. В первом случае, например, при сигнализации гудком пешеходу, не возникает необходимости воспроизводства сигнала со стороны принимающего (пешехода). Во втором случае, например, в переговорах судовых сигнальщиков при помощи флажков, появляется необходимость установить эквивалентность между движением рук и зрительной фигурой сигнала, т. е. соответствие между приемом и выдачей.

Речь является двусторонним, взаимным общением. Элементы, из которых составляются слова, должны быть эквивалентными в ряду приема и в ряду выдачи. Слушающий только тогда примет *а* как речевой звук в слове *Анна*, когда установит его соответствие с произносимым им самим звуком *а* в каком-нибудь другом слове, например *аист*. Иначе взаимное общение не состоится. Эквивалентность этих рядов свидетельствует о том, что при слуховом приеме происходит декодирование звукового ряда на ряд

речедвижений, в результате чего из сформировавшегося словаря выбирается данное слово данного принимаемого сообщения.

Когда принимаемый сигнальный комплекс не дифференцирован на эквивалентные с речедвижениями элементы, то он может быть принят в разных кодовых системах, если установлено соответствие между этим комплексом и соответствующими кодовыми системами речедвижений. Таково китайское иероглифическое письмо. Иероглиф какого-либо понятия расчленяется на определенные начертательные элементы, но они не эквивалентны элементам звукового и речедвигательного рядов, из которых составляются слова. Поэтому при чтении китаец, говорящий на одном из диалектов, произнесет тот же иероглиф в своей системе речедвижений, а китаец, говорящий на другом диалекте, – в своей системе. Каждый из них будет декодировать текст в системе тех речедвижений, на основе которых сформировался словарь данного диалекта.

Ойладение иероглифической письменностью вызывает значительные трудности, так как в ней не находит отражения одно из основных звеньев механизма речи – составление слов из звуков. В современном китайском языке количество более

или менее употребительных иероглифов доходит, до шести-семи тысяч, тогда как в фонетическом письме число букв обычно не превышает 40–60. В фонетическом письме буквенный код составляется после того, как выделены звуковые элементы языка. Буквенные обозначения и орфографические правила относительно легко могут изменяться и упрощаться путем декретирования и распространения письменности. Для бесписьменных языков также относительно легко могут быть составлены алфавиты. Переход же от звукового ряда к речедвигательному не может быть декретирован. Он возникает в процессе усвоения живого, разговорного языка и требует специальной дифференцировки речедвигательного анализатора. Вот почему в Китае переход от иероглифического письма к фонетическому нуждается, как об этом говорят китайские ученые¹⁵⁵, в таких мероприятиях, которые вызовут нормализованное переустройство самого живого языка, в частности более широкое распространение среди говорящих на семи диалектах единого национального языка путухуа. Только после того, как будет сформирован общий для всех китайцев словарь, строящийся на основе общей системы речедвижений, станет возможным установить общий же буквенный код, т. е.

привести к эквивалентности зрительный, звуковой и двигательный ряды в процессе речи. Из сказанного видно, что в основе формирования словаря лежит ряд речедвижений, контролируемых слухом. Это положение еще недостаточно практически оценено. В частности, при исследовании острой проблемы усвоения орфографии говорят много о разных явлениях, но при этом ставят на одну доску слуховые, зрительные и двигательные представления полагая все же, что в орфографии зрительные образы играют наибольшую роль. Факты общей теории слога как произносительной единицы опровергают это допущение. Зрительный прием слов невозможен без участия речедвигательного анализатора, так же как и запись слов буквами. Эти три ряда эквивалентны, но прием слов идет цепочкой — зрительный ряд кодируется на звуковой, а звуковой на двигательный. Без последнего ряда прием слов вообще невозможен.

§ 39. Краткие замечания о перестройках речедвигательного анализатора в разных видах речи

Разобранные в предшествующих параграфах этой главы способы управления речевым процессом являются лишь общей схемой регулировки речедвижений. В конкретной деятельности человека работа речедвигательного анализатора все время перестраивается. Меняется соотношение между центром и периферией, корой и подкоркой, слуховым контролем и контролируемым акустическим результатом и особенно между произвольным и непроизвольным управлением. Практически очень важно исследовать перестройки речевого управления в разных видах речи – разговорной, письменной, внутренней, изобразительной, при чтении текстов и при переходе от родного языка к иностранному. Общая теория произнесения слов дает основу для выводов в этом направлении.

Так как речь производится органами движения, выполняющими одновременно и другие важные для организма функции, то на речевом процессе так или иначе отражается жизнедеятельность организма.

Раздражители внешней среды, действуя через анализаторы, вызывают у животного разнообразные реакции, которые являются ответом всего организма в целом. Участие всего организма обнаруживается среди прочего в том, что внутренняя его среда приспособляется к изменяющимся условиям внешней обстановки. Внутренняя среда – это все то, что обеспечивает жизнедеятельность организма, его нормальную саморегулировку. Как только внешний раздражитель угрожает нарушением саморегулировки, вступают в действие приспособления для перестройки режима жизнедеятельности, восстановления регулировки и согласования внутренней среды с требованиями внешних условий. Тем самым в двигательные реакции животного вносится мощный компонент, через который обнаруживаются разнообразные изменения режима жизнедеятельности. Таковы крики, выразительные движения, секреторные, пиломоторные и другие реакции животных.

У человека речедвигательный анализатор широко распространяется во внутренних органах. Здесь теряются границы между проприо- и интерорецепцией. Перестройки внутренней среды организма тотчас же сказываются на режиме работы речедвигательного анализатора.

Принципиальное отличие криков животных от речи человека состоит в том, что в речи высказывается мысль, отражающая действительность, поэтому уже в самом содержании речи заключена все время меняющаяся ситуация. Эта обозначаемая ситуация, а не только непосредственный раздражитель и определяют перестройку внутренней среды и соответственно эмоциональный компонент речевой реакции.

Простое произнесение слов еще не составляет речи. Даже при беглом чтении вслух, когда фразы расчленены на синтагмы, а каждая из фраз отчетливо отграничена от другой и слышимый текст не только разборчив, но и понятен, все же работает только часть речедвигательного анализатора. Читающий произносит чужие слова, вне зависимости от сменяющихся в записанной речи обозначаемых ситуаций. При чтении сделать чужие слова своими очень трудно. Для этого необходима замена лиц и ситуаций. В чтецкой интонации содержится меньше информации, чем в разговорной, "в той мере, в которой читающий не интонирует соответственно той ситуации, в которой находится лицо, говорящее в тексте. Чтение является одновременно и приемом и выдачей речи.

Возможно, что прием, в части учета ситуации, будет неполным. Но даже и при его полноте читающий, находящийся в своей собственной ситуации, может при выдаче не воспроизвести интонации лица, говорящего в тексте. Таким образом, потеря информации может произойти с обоих концов. Читающий должен стать на место впервые говорящего данный текст, а ситуация чтения должна превратиться в ситуацию реального живого разговора. Тогда вступят в действие перестройки внутренней среды организма, будет меняться режим эмоциональной регуляции и, вместо чтения, появится другой вид речевой деятельности – живая устная речь: чтецкая интонация станет разговорной.

Человек говорит по нужде, по потребности. Он старается добиться своей речью того, чего хочет, и отклоняет то, что, по его мнению, ему вредит. Самой своей речью он совершает действия и поступки, которые влияют на других людей и вызывают поступки с их стороны. В речь людей врываются желания, скрытые намерения, страсти и аффекты, это захватывает всю личность и не может в той или другой форме не отразиться на внутренней среде организма. Речь вспыльчивая, ироническая, вызывающая, просительная, повелительная, жалобная и т. п. – все это разные

виды экспрессивной выразительности – компоненты живой речи. Экспрессия переходит границы интонации, широко распространяется на мимику и пантомимику. В разных ситуациях разговора меняется режим соотношения между корой и подкоркой. Перестраивается способ и ход отбора слов, вплоть до перерывов в речи, не оправданных предметным значением слов. Изменяется дыхательный процесс, а в связи с этим кровообращение и вегетативное управление. Все это закономерно отражается на динамике речи и в настоящее время может быть изучено более точно при помощи акустической методики.

В акустических записях, приведенных в главе IX, показано, что в динамической экспрессии живой разговорной речи есть некоторые постоянные структуры, соотнесенные с переменами ситуации. Разнообразие этих структур можно рассматривать как акустические эквиваленты к перестройкам внутренней среды организма.

Работа речедвигательного анализатора резко меняется при переходе к письменной речи. Цельный звуковой образ слова должен быть раздроблен на составляющие его звуки, которые в свою очередь должны быть обозначены буквами. Это значит, что происходит перестройка

слухового приема. Казалось бы, что фактически при составлении письменного текста слухового приема нет. Пишущий реально не слышит записываемые им слова, как при диктуете. Однако устранение слухового контроля из механизма речи невозможно ни при каких условиях. Это означало бы потерю самого слышимого образа слова как конечного продукта речи, который в процессе общения, и в особенности при письменной речи, является также и начальным, исходным пунктом запуска. Надо думать, что при письменной речи слуховой прием перестраивается. Вместо воспринимаемых звуков возникают представляемые. Вступает в действие специфический внутренний, речевой слух.

Однако в слуховом анализаторе нет словаря. Слух является только приемником и контролером, а не производителем слов. Поэтому сама возможность появления слуховых представлений должна быть обеспечена деятельностью двигательного анализатора, воспроизводящего слова. Слух продолжает выполнять функции контроля, откуда бы ни пришел подконтрольный элемент – будь это слово, произносимое другим человеком, или произносимое вслух самим говорящим, или представляемое во внутреннем произнесении перед записью его в текст.

В процессе письменной речи перестраиваются и затрудняются условия работы речедвигательного анализатора. Вместо запуска по одному импульсу целого динамического стереотипа, длящегося определенное и относительно короткое время, как это бывает в живой устной речи, происходит подача отдельных сигналов на написание букв, каждая из которых должна находиться в определенном соотношении со звуковым составом внутренне произносимого слова. Необходимость разделять запись на звукобуквы и производить слогораздельное произнесение десемантизирует слова. Слоги *ту* и *на* только тогда составят слово *туча*, когда отдельные импульсы на слоги будут заменены одним импульсом на слово. Все это – как изменение слухового контроля внутреннего произнесения, так и ослабление словесного стереотипа, сложившегося в устной речи, – вызывает перестройку режима работы механизма речи в целом.

Так как фактически при письме производства звуков не происходит, то отпадает всякая необходимость в регулировке аэродинамических условий фонации. Исключается обширная область интерорецептивных афферентаций, речевое дыхание переключается на свободный вдох и

выдох, часть речедвигательного анализатора, связанного с внутренними органами и вегетативной иннервацией, усекается. Вместе с тем требуется чрезвычайное усиление не только отдельных "словесных стереотипов, но главным образом усиление процесса отбора слов и далекое упреждение предстоящих к написанию фраз. Это может быть достигнуто путем усиления обратной связи от органов речи и сложной перестройкой индукционных отношений в коре и подкорке. Известно, что многое из того, что предварительно проговаривается перед записью текста, не попадает в него, а если и попадает, то в значительно измененном виде. В сложных индукционных отношениях упреждаемые слова затормаживаются иногда раньше, чем включаются в текст.

Таким образом, при составлении текста не возникает специфически оечевых, экспрессивных приспособлений. Эмоциональное состояние пишущего может отразиться на отборе слов и конструкций предложений, но это только отбор, а не само произнесение, в котором осуществляется экспрессия.

Проблема экспрессивных приспособлений в наиболее острой форме возникает в особом виде речи – изобразительной или сценической. При

изучении речевого механизма эта проблема интересна тем, что здесь обнаруживаются пути управления произвольно не управляемой системой. В живой устной речи, какая бы она ни была, экспрессивные приспособления возникают сами собой, как результат перестройки внутренней среды организма в данной ситуации разговора. Поэтому такая речь всегда выразительна. На сцене же реальная ситуация лица, исполняющего роль, и ситуация лица, изображенного в роли, совершенно различны, поэтому возникает задача замены одних экспрессивных приспособлений другими. Решение такой задачи возможно лишь в результате произвольного управления произвольно не управляемой системой. Заслуга К. С. Станиславского состоит в том, что он открыл систему, применяя которую, осуществляется произвольное управление произвольно не управляемой системой. Актер должен восстановить меняющиеся ситуации речи лица роли в своем представлении. И тогда по простой схеме идеомоторного акта вступит в действие обратная связь от всей периферии речедвигательного анализатора. Перемена воображаемой ситуации вызовет перемену экспрессивных приспособлений. Внутренняя среда организма актера, несомненно, изменится – это и

есть то, что называется сценическим самочувствием, которое вместе с тем является сценическим одиночеством, так как личные экспрессивные приспособлеменены другими. Однако актер не перевоплощается в другое .лицо и не гневается "по-настоящему", потому что он приспособливается не к реальной ситуации, а к воображаемой.

Добиться такого рода экспрессивных приспособлений можно лишь в результате чрезвычайного усиления представления о "предлагаемых обстоятельствах", усиления "как будто бы" неожиданно возникших перемен ситуации. Для усиления представлений требуется особое сценическое внимание, сущность которого состоит в том, что актер на сцене внимателен к тому, чего нет. Он с удовольствием отхлебывает чай, которого нет в стакане. Наиболее же важным для усиления представлений является освобождение тела от всяких тормозов, откуда бы они ни возникали, — от посторонних представлений, штампов или от переноса внимания. Только при этих условиях периферия всего двигательного анализатора, включая физические действия, мимику, пантомимику и речь, освобождается для того, чтобы послать обратные импульсы и усилить зачатки

представления, превратив его в "видение". Это видение по самой своей природе не зрительное и не слуховое, а экспрессивно двигательное – это уже действие.

Оно не может появиться сразу, а медленно вырабатывается по кускам, вначале по грубым, потом более тонким дифференцировкам. Оно не может появиться и без контролера, каким в системе К. С. Станиславского является режиссер. Он контролирует двумя словами – "верю", "не верю". Интонация, найденная в долгих поисках роли, не может быть заучена, так как (всякий раз актер приходит с новьщ самочувствием, поэтому отправные пути для обратной связи с периферии двигательного анализатора будут разными. Но на репетициях "проторяются" пути для обратной связи, и актер становится отзывчивым, быстро входя в отработанную роль.

Таким образом, вся эта система является не чем иным как тонко продуманной техникой управления произвольно не управляемой системой.

Не менее остро, но в совершенно новом виде проблема овладения произвольно не управляемой системой возникает при обучении произношению на иностранном языке. Ни объяснение учащемуся системы фонем иностранного языка, ни рисунки,

муляжи и т. п. органов речи, ни даже разъяснение всех деталей устройства речедвигательного анализатора не помогут осуществить дифференцировки произвольно не управляемых речедвижений. Есть только один способ налаживания правильного произношения. Это организация перехода от контроля со стороны чужого слуха к контролю своим слухом. Иначе говоря, переход от расчлененного слухового восприятия к расчлененному слуховому представлению. Так как остов механизма речевого произнесения построен на принципе саморегулировки по конечному результату, то дифференцированная выдача будет только Там, где есть дифференцированный контрольный прием. В этих условиях и будет заполнена связями управления первоначальная "пустота" речедвигательного анализатора.

В какой мере именно слух регулирует дифференцировки в органах непроизвольного управления будет видно из фактического материала следующей главы.

Глава тринадцатая

РАЗЛАДКА МЕХАНИЗМА ПРОИЗНЕСЕНИЯ СЛОВ

В этой главе приведены данные наблюдений за модуляциями надставной трубки при двух видах нарушений речевого механизма – глухонемоте и заикании. Задача состояла в том, чтобы проверить на патологических случаях положения общей теории произнесения слов, полученные на материале нормы.

Исходя из глоточной концепции словообразования, следовало ожидать резких изменений в модуляциях глоточной трубки, анатомически вполне нормальной, но функционально дефектной, в зависимости от того, какая часть общего механизма речевого управления нарушена. При глухонемоте устраняется слуховой контроль, поэтому обратная связь периферии речедвигательного анализатора с центром будет формироваться с очень большим трудом. Без специальных мероприятий в ядре анализатора могут быть сформированы лишь самые грубые дифференцировки для центробежного запуска. Следует ожидать достаточных дифференцировок в части

произвольного управления и отсутствие их в системе непроизвольного управления, по мере ослабления слухового контроля. При заикании слуховой контроль исправен, в ядре речедвигательного анализатора сложились нормативные связи для запуска словесного стереотипа, но нарушается самый запуск, так как выходит из подчинения произвольно не управляемая система. Таким образом, здесь нарушается прямая связь центра с периферией анализатора, прерывается центробежный импульс.

В обоих случаях должно страдать слогообразование, так как именно оно зависит от произвольно не управляемой саморегулировки аэродинамических условий фонации. Различие состоит лишь в том, что в одном случае (глухонмота) нарушается афферентная, центростремительная связь, вследствие чего затрудняется самонастройка слогового механизма, хотя и есть фонация звуков речи. В другом же случае (заикание) нарушается центробежная, прямая связь, вследствие чего начатое слогообразование или прекращается, или неимоверно растягивается. Так как глоточная трубка является синтезатором слогов и главенствующим пунктом афферентации слоговых движений, то наблюдения за ее работой при

глухонемые и заикании должны дать достаточный материал для проверки глоточной концепции слогообразования.

§ 40. Ослабление дифференцировок слоговых модуляций глоточной трубки при нарушении слухового контроля (глухонемота)

Уже статическая рентгенография раскрывает довольно отчетливую картину дефектов модуляции глоточной трубки при глухонемоте. В качестве объектов наблюдения были взяты три учащих в возрасте от 15 до 18 лет из школы глухонемых при Институте дефектологии АПН РСФСР¹⁵⁶. Двое из них – Н. и М. – имеют слабые остатки слуха. Третий – В. совершенно лишен слуха. Все испытуемые хорошо говорят при помощи дактильной азбуки и через посредство воспитательницы в полной мере поняли требовавшееся в опыте задание. Все испытуемые обучались звуковой речи, но с разными результатами. Н. говорит охотно, довольно уверенно, но с большими колебаниями по громкости. Разборчивость достаточная для того, чтобы при очень напряженном вслушивании можно было разобрать большую часть произносимых им слов. Испытуемая М. говорит очень тихо и неохотно, разборчивость, хуже, чем у Н., вследствие общей ослабленности голоса. Испытуемый В, большею частью молчит.

Многократные побуждения к ответу часто не достигают цели. Речь совершенно невнятная. Все испытуемые обладают не только достаточно точными знаниями о положении губ и языка при произнесении звуков речи, но и навыками для постановки этих органов, в соответствующие положения. Перед рентгеносъемкой произнесения каждого из звуков они воспроизводили эти знания и, получив одобрение со стороны учительницы, становились к рентгеноустановке. Кроме этого, в предварительной беседе испытуемые, особенно Н., обнаружили грамматические знания в области склонения имен существительных, спряжения глаголов, согласования и управления слов в предложении.

На рентгеносхемах 1 и 2 (рис. 90) представлено произнесение глухонемым Н. простых слогов: *а* и *и*. Из схем видно, что ротовая артикуляция проделана очень точно. Бросается в глаза резкое различие объемов глоточной трубки при *а* и *и*. Проверка других звуков производилась рентгеноскопически. Обнаружилось, что на *о* трубка принимает такой же объем, как на *а*, на *у* такой же объем, как на *и*.

Таким образом, у глухонемого Н. наблюдаются две резко разграниченные ступени грубых дифференцировок объема глоточной

трубки. Громкие звуки мало различаются между собой по эдсгаи, образуясь очень узким объемом глотки. Маломощные звуки, образуясь в очень расширенном объеме трубки, также мало дифференцированы по акустической мощности, но обе группы гласных резко разграничены. Заметно слышимые в речи Н. сцады и всплески громкости объясняются этими резко разграниченными модуляциями глоточной трубки.

На рентгенограммах 3 и 4 (рис. 90) показано произнесение *а* и *и* глухонемой М. И здесь ротовая артикуляция произведена вполне точно. В противоположность испытуемому Н., диапазон расширения глоточной трубки на крайних гласных *а* и *и* очень сужен. В этом диапазоне должны уложиться объемы для произнесения всех шести гласных русского языка. Так как динамические форманты при этом будут отличаться очень мало, то речь становится мало разборчивой. Кроме того, слабые модуляции глоточной трубки вызывают такую же слабую афферентацию при регулировке речевого дыхания, поэтому речь М. остается очень тихой.

На рентгенограммах 5 и 6 (рис. 90) представлено произнесение *а* и *и* глухонемым В. И здесь ротовая артикуляция достаточно

правильна. В объемах же глоточной трубки нет никакого различия при произнесении крайних по громкости гласных – а, и. Дифференцировки объемов-глоточной трубки здесь полностью отсутствуют. В результате этого, при сохранности ротовой артикуляции, полностью потеряно слоговое деление и разборчивость речи.

Из этого, даже ограниченного по количеству, материала видно, что по мере исключения слухового контроля ослабляются дифференцировки объемов глоточной трубки и процесс слогообразования. На патологическом материале подтверждается, что произвольно не управляемая глоточная трубка в своих модуляциях подчиняется слуховому контролю, нарушение которого лишает возможности наладить правильную афферентацию от резонаторной системы в подкорковые пункты саморегулировки и в премоторную речедвигательную область коры. Вместе с тем произвольное управление ротовой артикуляцией сохраняется, так как оно обеспечено накопленными знаниями и может регулироваться по самоинструкции. Все трудности обучения глухонемых звуковой речи определяются только тем, что не удается наладить формирование импульсов обратной связи при полной сохранности всех проводниковых путей

речедвигательного анализатора. Для компенсации глухонемому необходимо дать нового контролера для оценки конечного речевого продукта.

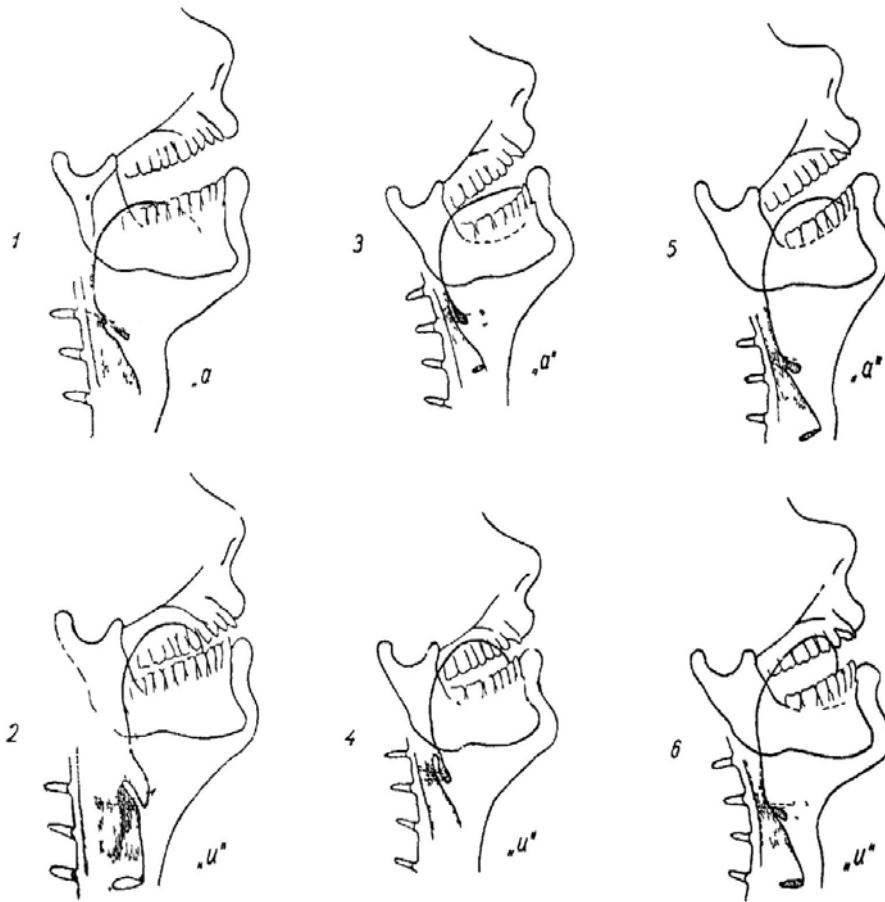


Рис. 90. Рентгеносхемы произнесения а и и глухонемыми. 1,2-Н.; 3, 4-М.; 5, 6-В.

Для проверки и уточнения полученных результатов в 1953 г. была проведена кинорентгено съемка произнесения фраз другими тремя глухонемыми из той же школы.

Испытуемая Ф., девочка 12 лет, имеет небольшие остатки слуха на левое ухо. Испытуемая Ю., девочка 12 лет, на правое ухо слышит хуже, чем Ф. Испытуемый Х., мальчик 11

лет, лишен слуха. Разборчивость речи Ю. и особенно Х. очень плохая. Участвующие в съемке рентгенотехник и кинооператор не могли ничего разобрать из того, что произносили Ю. и Х.

В процессе киносъемки испытуемые произносили фразу: *Катя упала со стула и больно ушиблась*, которая была сообщена им при помощи дактильной азбуки. Фраза произносилась с большим старанием, напряженностью и со значительным растягиванием слов. Только Ф. произнесла всю фразу полностью, другие два испытуемых за 5 секунд произнесли лишь *Катя упала со стула*. Словесное ударение в большинстве случаев было выражено длительностью и падало ненормативно то на начало, то на конец слов примерно по следующей схеме: *Катя упала со стула*¹⁵⁷. Съемка движений надставной трубки при нормальном произнесении той же фразы была произведена на студентке 2-го курса Института иностранных языков.

На 63 и следующих таблицах альбома рентгенограмм дано сравнительное сопоставление произнесения этой фразы нормально слышащим и глухонемым. Внутри каждого фото впечатан номер серии снимков за один сеанс съемки: 20 – соответствует нормальному произнесению, 15 – произнесению испытуемой Ф., 16 – произнесению

испытываемой Ю.. и 17 – произнесению испытываемым Х. Следует также заметить, что испытываемый Х. все время сопровождал звуковое произнесение движением пальцев, т. е. одновременно произносил фразу дактильно. Он как бы совершал перевод с одного вида речедвижений на другой вид.

Из серии фото на 63, 64 таблицах альбома видно, что в норме первый слог *ка* произносился 0,2 сек.; на /с в момент смычки заметно сжатие глоточной трубки, на а – значительное слоговое уменьшение ее объема. Второй слог *фа* длился 0,28 сек., видно расширение трубки на мягком *т* и сужение ее на а, но меньшее, чем в предшествующем ударном слоге.

Другая картина наблюдается при произнесении глухонемым Х. Первый слог *ка* произносился 0,12 сек., второй – 0,24 сек. В общей сложности слово *Катя* глухонемой произносил на 0,12 сек. быстрее, чем нормально слышащий. Первое слово было как бы "проглочено" им,, зато другие слова значительно растянулись. Ударные позиции сместились, и слоговое деление потерялось. Глоточная трубка не модулировала не только на согласном /с, но и на гласном а. Сужение трубки на а по сравнению с положением при произнесении *к* едва заметно. На

мягком *m* (кадр 17) трубка расширилась, но в следующем 18-м кадре при открывании рта и артикуляции *a* трубка совершенно не изменила этого" широкого объема. Небольшое сужение появляется лишь в кадре 19, которое и остаемся неизменным на всем протяжении звучания *a*. Сравнение кадров 12, 13, 14, 19, 20, 21, отражающих нормальное произнесение, и кадров 15, 18, 19, 20, 21, отражающих произнесение глухонемым, обнаруживает резкое различие в диапазоне глоточных модуляций. Ни в одном из зарегистрированных нами случаев произнесения *a* нормально слышащим глоточная трубка не была так широка и так малоподвижна, как у глухонемого.

После первого слова в произнесении глухонемого появилась пауза к концу которой возникло сильное тоническое расширение глоточной трубки (кадры 22, 24) (в таблицах для сокращения места не показано). Это явление следует понимать как полное высвобождение глоточной трубки от коркового управления, как запредельный тормоз на выход импульса из премоторной зоны.

На 65–68 таблицах альбома представлено продолжение произнесения той же фразы. В произнесении нормально слышащего нет паузы

между словами *Катя* и *упала*, в кадре 22 сразу следует у. Заметна модуляция трубки на у (кадры 22–23), перестройка на *п* (кадр 26), сужение на ударном *а* (кадры 27–30, таблица 67) и характерный подъем надгортанника на звуке *л* в слогe *ла* (первый ряд фото на табл. 68). Произнесение слова *упала* длилось 0,64 сек.

Глухонемой произносил слово *упала* 1,08 сек. При произнесении у глоточная трубка в течение 0,32 сек. то сужалась, то несколько расширялась, что соответствует произвольному колебанию громкости затянувшегося звука: у-у-у-у. На *п* вместо сужения трубки, как в норме, видно значительное ее расширение и тем самым ослабление тонуса при смычке губ. Особенно резко различие сравниваемых произнесений видно на таблице 67 альбома (нижний ряд фото). У глухонемого на *а* трубка совсем не модулирует, оставаясь в неизменно большом объеме. При произнесении глухонемым *л* (кадры 43–46 на табл. 67, 68 альбома) надгортанник остается внизу неподвижным. На последнем *а* (кадры 47–51) все же происходит некоторое уменьшение объема глоточной трубки.

На 69–71 таблицах альбома рентгенограмм показано произнесение обоими испытуемыми слов *со стула*. У нормально слышащего нет пауз между

словами. Энклитический слог со претерпел значительную редукцию и зарегистрировался только в одном кадре (0,04 сек.). У глухонемого после паузы в 0,12 сек. слог со занял 0,24 сек., при этом, вместо расширения, – на редуцированном гласном к концу его звучания появилось некоторое сужение глоточной трубки (кадр 57–60). На звуках *ст* у глухонемого наблюдается значительное ослабление тонуса глоточной трубки, которая становится очень широкой. На *у*. (кадры 67–70, таблицы 70, 71) трубка хотя и сужается по сравнению с объемом на *сту* но не модулирует на протяжении звучания *у*. В норме – в начале звучания *у* трубка уже (кадр 42), чем к концу (кадр 44). На *л* (кадры 71–74) заметно (постепенное ненормальное расширение трубки. Но на последнем *а* все же есть незначительное сужение, но нет расширения на конце слога, что всегда наблюдается в норме.

На 72, 73 таблицах альбома показано произнесение в норме слов *и больно ушиблась*. Последовательное изменение объемов глоточной трубки не требует разъяснений. Глухонемой Х. не успел за 5 секунд произнести этот конец фразы.

На 74–80 таблицах альбома представлено произнесение всей фразы глухонемой Ф. У нее слух сохранен в наибольшей степени, по

сравнению с двумя другими испытуемыми. Это отразилось на кадрах киносъемки. В слоге *ка* заметно сужение трубки на *с* и слоговая модуляция, хотя и очень вялая, на *а*. Также и на слоге *т'а* видно недостаточное по сравнению с нормой расширение трубки на мягком *т* и вялая модуляция на *а*. Отчетливого различия ударного слога от неударного – нет. В слове *упала* заметна модуляция на *у* и *л*, изменения же на ударном *а* снова остаются вялыми. Перед *л* заметен некоторый подъем надгортанника, но и в этом слове нет различия ударного и неударного слога. При произнесении слов *со стула* отмечаются те же явления – ослабленная модуляция при переходе от звука к звуку и отсутствие слоговых модуляций по позиционной равносильности.

При произнесении *и больно* (кадры 73–85) на *и* трубка приобретает характерную широкую форму, на *б* (кадр 77) происходит некоторое сужение, но модуляция на ударном *о* выражена очень слабо, при этом на неударном последнем гласном трубка даже меньше по объему, чем на ударном *о*. Очень своеобразно произнесение *у* в слове *ушиблась*. Длительность возросла до 0,44 сек., глоточная трубка расширилась до максимальных пределов, даже больше, чем на *и*,

чего в норме не бывает. Глотка раздалась в стороны вследствие избыточного переполнения ее воздухом. Это так называемая воздушность произнесения, дефект, характерный ;в ряде случаев для глухонемых. Из этих кадров хорошо видно, что именно глоточная трубка является афферентационным регулятором воздушных давлений в нормальной речи.

Таким образом, у глухонемой девочки Ф. с остатками слуха глоточная трубка обладает значительно большей подвижностью, чем у Х., лишенного слуха. Перемены происходят при переходе к разным звукам, но слоговые модуляции и различия по позиционной силе остаются вялыми. Длительность слогов также выпадает из регулировки, нарушается речевое дыхание. Все это приводит к значительному снижению разборчивости речи.

На 81–85 таблицах альбома рентгенограмм показано произнесение глухонемой девочки Ю. (серия 16), обладающей меньшими остатками слуха, чем Ф. Прослеживая кадр за кадром регистрацию этого произнесения, можно обнаружить отчетливую картину чрезвычайной вялости модуляций глоточной трубки. Ее просвет все время остается почти без перемен. В то же время рот то открывается, то закрывается, губы ,и

язык принимают на каждом звуке правильное положение.

В отличие от Ф., здесь нарушены и переходы объемов трубки от звука к звуку. Произнесение *к* в начале первого слова сильно растянуто (0,24 сек.), при этом к концу смычки (кадр 30) глоточная трубка несколько расширяется вместо того, чтобы сузиться. Слоговая модуляция трубки на ударном *а* в кадре 32 едва заметна, то же на последнем *з* в слове *Катя* (кадры 38–40). При переходе от *у* к *п* в объеме трубки не заметно никакого различия. Трубка сохраняет одинаковый объем на таких различных звуках, как *с* и редуцированный гласный в слоге *со* (кадры 58–59, 84 табл.). Наибольшее сужение трубки происходит на последнем неударном *а* в слове *стула* (85 табл., кадры 71–74). Это результат ненормативного переноса ударения. В целом у испытуемой глоточный резонатор сохраняет во время речи некоторый постоянный средний объем и выполняет роль просто проходной трубки.

Нельзя найти лучшей вариации опыта для того, чтобы показать, получается на выходе речевых эффекторов при выключении слоговых и формантных модуляций глоточной трубки.

Представленный материал достаточен для подтверждения положений, установленных при

изучении функций глоточной трубки в процессе речи. Глухонмота вызывает дефект слогообразования вследствие ослабления или полного отсутствия афферентации от произвольно не управляемой части резонаторной системы. В результате, при сохранности статики речи, ослабляется или целиком нарушается динамика. Так как пропадает контроль по конечному продукту, произносимые слова почти не узнаются слушающим, но у самого говорящего все-таки складываются, хотя и ненормативные, стереотипы словесного произнесения. Это значит, что глухонемой может мыслить при помощи этих слов, может читать написанный текст и отождествлять записанные слова со словами по-своему произносимыми, он может переводить дактильную речь на звуковую. У него отсутствует лишь разборчивость звуковой речи. Конечно, потеря устной речи, подкрепляемой взаимным пониманием, тотчас же сказывается на объеме словаря и на процессе мышления, поэтому вполне понятно, что одной из основных задач сурдопедагогики является повышение процента разборчивости речи глухонемых.

При выработке словесного стереотипа следует принять во внимание три его особенности.

1. Как и всякий динамический стереотип,

словесный комплекс речедвижений представляет собой одно целое образование. Поэтому дифференцировка его компонентов происходит в комплексе, а не по отдельно отобранному компоненту. Отдельно произносимый звук или, что то же, слог, по характеру управления подобен слову. Это значит, что соотношение произвольно и не произвольно управляемых движений в отдельно произносимом слоге и в слогах целого слова различно. При постановке отдельных звуков (слогов) можно добиться лишь очень грубых дифференцировок.

Приведенный выше материал показывает, что у глухонемых, в особенности с остатками слуха, нет средних и тонких дифференцировок. Более точные дифференцировки могут быть достигнуты или через подбор определенных рядов противопоставленных в разных отношениях слов или через произнесение простых фраз.

2. Как и во всяком двигательном стереотипе, последовательность движений при образовании звукового комплекса слова является функцией времени. Это цепь условных связей на время. Из представленного материала видно, что у глухонемых в значительной степени нарушены временные соотношения элементов словесного стереотипа. Упорядочение временных отношений

в составе словесного стереотипа возможно лишь в результате упреждения предстоящих к произнесению звуковых длительностей. При этом условии, независимо от абсолютного времени произнесения слова, соотношение длительностей разных слогов останется постоянным. Это значит, что появляется возможность подготовительных упражнений в замедленном и вместе с тем вполне нормативном произнесении слов. Что касается организации самого упреждения, то оно может быть достигнуто путем компенсатора слуха типа *visible speech*, описанного в первой части работы в параграфе о глухонемоте.

3. Словесный двигательный стереотип является в буквальном смысле динамическим, т. е. регулятором силовых индексов при произнесении слов. Из представленного материала видно, что эта часть механизма речи у глухонемых наиболее дефектна. Казалось бы, что показ динамики произнесения при помощи взмахов руки поможет глухо-немому усвоить соотношение силовых позиций в слове. Однако это положение не подтверждается на практике. Таким способом удастся достигнуть лишь самых грубых силовых дифференцировок. Неудача объясняется тем, что усиление и ослабление слогов является процессом нелинейным. Нет прямой пропорциональности

между мышечными усилиями и акустическим эффектом. Нервные импульсы на глотку, гортань и диафрагму для усиления разных звуков так, чтобы получить определенный эффект в выровненном динамическом диапазоне, должны быть разными. Силовые выделения соотносительны и касаются не какого-нибудь одного слога в слове, а всех слогов в его составе, при этом обычно происходит не усиление одной позиции, а ослабление других позиций, конечный же эффект воспринимается как усиление одного из слогов.

Теоретически возможно построение такой зрительной схемы, которая отражала бы динамическую сетку уровней системы речевых звуков. Такая сетка должна быть не акустической, а кинетической. В сочетании *иа* первый член акустически слабее второго, кинетически же соотношение членов обратное. Именно это последнее отношение и должно быть положено в основу регулирующей зрительной сетки. Глухонемой должен уловить, что на *и* следует сделать большие усилия, чем на *а*. Мера этих усилий может быть найдена на опыте и проконтролировала слухом обучающего.

В заключение этого параграфа хочется обратить внимание на рентгенологическую

методику как средство изучения патологии речи и, в частности, глухонемы. Кинорентгенография открывает новые возможности для исследования дефектов в работе слухо-речедвигательного анализатора. Эта методика помогает решать не только общие вопросы механизма речи, но и специальные, чисто сурдопедагогические проблемы. Рентгенологическая методика может быть применена и как диагностическое средство для классификации и типизации разных степеней и форм речевых дефектов. На этой основе учащиеся могут быть укомплектованы в специальные, более точно подобранные группы. Эта методика может быть средством учета проведенной с глухонемыми работы. Не нужно думать, что рентгенография является громоздкой, трудной и даже опасной для здоровья облучаемых. Кинорентгено съемка может быть налажена без особого труда при любом институте и учреждении по изучению и исправлению дефектов речи. В практической работе можно широко пользоваться рентгеноскопией, требующей тока значительно меньшего напряжения и силы, чем рентгенокиносъемка.

§ 41. Дефекты запуска словесного стереотипа (заикание)

При произнесении заиками гласных статическая рентгенография не показывает никаких отклонений от нормы. На рентгенограммах (рис. 91) представлено произнесение заикающимся *а, о, э, у, и*. Видно, что, в отличие от глухонемых, объем и формы глоточной трубки на каждом из звуков вполне соответствуют норме. Это значит, что дифференцировки как в области произвольного, так и непроизвольного управления выработаны вполне точно и нормативно. Обратная связь от периферии анализатора к центру действует исправно. Ядро речедвигательного анализатора обладает всем необходимым для того, чтобы дать запуск нормативно сложившемуся словесному двигательному стереотипу.

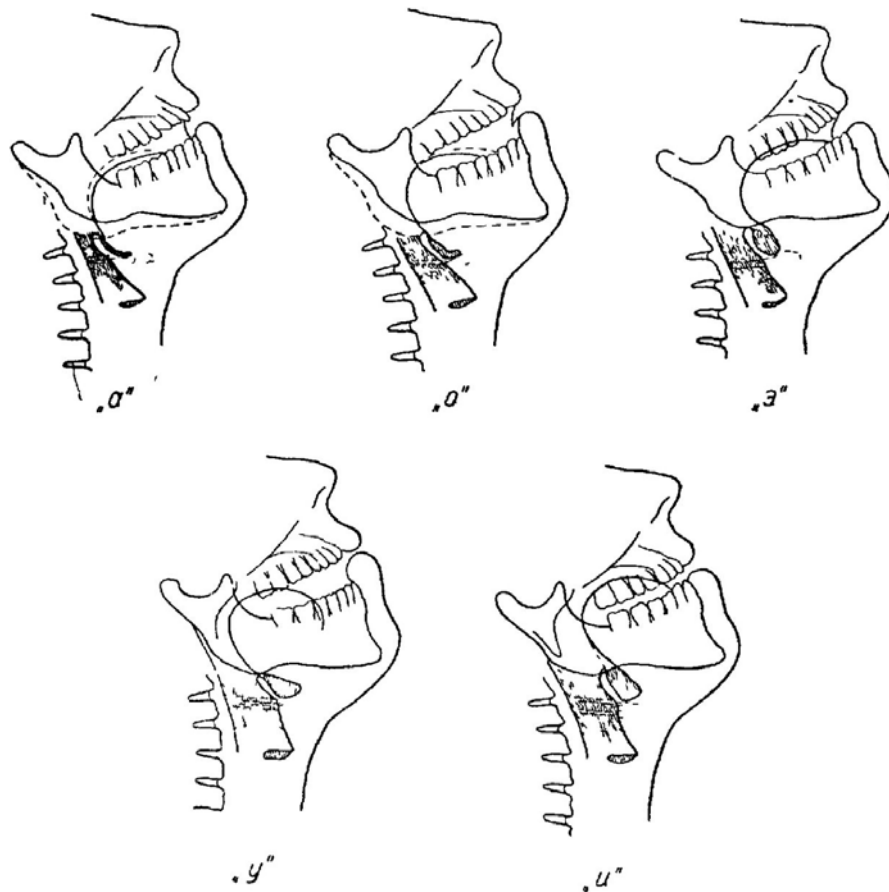


Рис. 91. Произнесение заикающимся гласных

Однако в момент произвольного запуска словесного стереотипа наблюдается совершенно другая картина. Нами было произведено 4–5 секундных кинорентгенорегистрации движений надставной трубки у двух заикающихся. Покадровый анализ полученного материала достаточен для того, чтобы уловить общие особенности дефекта.

Испытуемый С., 17 лет, учится в IX классе средней школы, заикается с пяти лет, лечится от заикания в поликлинике по болезням уха, носа, горла и расстройств речи. Заметного улучшения не наблюдается. Испытуемый П., 15 лет, учится в

VIII классе средней школы, заикаться начал с четырех лет во время войны, по мнению родителей, в связи со страхом при воздушных налетах и обстановкой в бомбоубежище. Лечится с 14 лет в той же поликлинике, что и С. Вначале лечение принесло заметные результаты, но в последнее время, после получения низкой отметки, заикание возобновилось с прежней силой.

Результаты кинорентгено съемки представлены на 86 таблице альбома и следующих. В серии 19 (отмечено номером у левого угла фото) зарегистрировано произнесение испытуемого С. Ему был задан вопрос: *Куда ты поедешь летом?* На таблице 86 (кадры 15–20) зарегистрировано состояние надставной трубки в момент приема вопроса. Из этих кадров видно, что глотка находится в состоянии меняющегося тонуса. Верхний сжиматель в области языкоглоточной мышцы, вначале расслабленный, к кадру 20 сжимаетсй, что можно установить по изменению внешнего контура валлекулы, являющегося очертанием корня языка"

Тонические колебания глоточной трубки в области верхнего сжимателя, – явление, соответствующее норме. Оно было неоднократно отмечено в этой работе. Перед произнесением

ряда заученных слов или, как здесь, при выслушивании задания или вопроса, требующего ответа, у испытуемых нередко наблюдается активность периферии. Это неосознаваемое внутреннее проговаривание полученного задания, в результате которого, надо думать, импульсы обратной связи усиливают следы слов, составляющих задание, или слова подготавливаемого ответа. Таким способом отобранные из словаря слова удерживаются в состоянии возбудительной готовности. Следовательно, у заики не только нет никакого дефекта в обратной связи, но скорее можно говорить о повышенной чувствительности периферии речедвигательного анализатора в момент слухового приема.

На вопрос о том, куда он поедет летом, С. ответил: *На дачу поеду*. При изучении ленты на просвет видно, что в кадре 21 язык принял положение для произнесения *н*. Соответственно объем глоточной трубки увеличился. Фонация *н* продолжалась ненормально долго – 0,32 сек. На это время глоточная трубка застыла в совершенно не изменяющемся положении. Инертно затяжной возбудительный импульс на эту артикуляцию не затормаживался. После *н* не последовало никакого гласного, а сразу появилось *д* (*ннндд.ачу*).

Напомним, что ротовая артикуляция *н* и *д* одинакова. В обоих случаях кончик языка образует смычку с верхними губами. Различие заключается в положении нёбной занавески и в объеме глоточной трубки, т. е. в органах произвольного управления. Звук *н* не взрывается, а длится (воздух выходит через нос), звук *д* взрывается. Эти различия в аэродинамических условиях и определяют разные формы глоточной трубки. На 1 таблице альбома (кадр 69) показана форма трубки на *н*, на 3 таблице (кадр 35) форма на *д*. Сравнение этих двух кадров с разбираемым куском ленты, регистрирующим заикание, показывает, что глоточная трубка уже на 24 кадре принимает положение для произнесения (3, однако магнитофонная запись регистрирует носовой звук *я*). Таким образом, в кадрах 24, 28 рот и небная занавеска установлены на произнесение *я*, а глоточная трубка на произнесение *д*. И только с 29 кадра носовой оттенок пропадает – вступает произнесение *д*.

Таким образом, произошел следующий процесс. Вместо нормального перехода *от н к д* через гласный в фразе *На дачу*, этот гласный выпал вследствие затянувшегося импульса на одинаковую для двух звуков ротовую

артикуляцию – *нндд*, продолжавшегося в общей сложности 0,44 секунды. Нарушилось произвольное управление, испытуемый не мог оторвать кончика языка от зубов. Вместе с тем произвольные движения произведены нормально, так как глоточная трубка сделала модуляцию от *н* к *д*. Иначе говоря, произвольное управление перестало быть произвольным. Возник разрыв между обеими системами. Произвольно не управляемая глотка долгое время инертно удерживала форму для *н* и близкую к ней для *д*, не давая возможности перейти к промежуточному гласному, при котором она должна была сузиться. Произвольный импульс был заперт и не мог прорвать инертную блокаду вышедшей из повиновения произвольно управляемой системы. Таким образом, потеря произвольного управления явилась результатом застойности процесса в произвольно не управляемой системе, что выразилось в невозможности перехода к гласному.

Молниеносный прорыв инертной блокады обнаружился в следующем кадре (87 табл., кадр 32). Ударное *а* (в слове *да́чу*) звучало ненормально короткое время – 0,04 сек. Оно мелькнуло мгновенно, как стрела, но и в этот момент глоточная трубка не могла сузиться так,

как это обычно бывает в норме на ударном *а*. В следующем 33-м кадре так же промелькнуло *ч*, а в 34-м кадре *у*.

В кадре 35 появилась смычка губ на *п* и некоторое сужение глоточной трубки. В кадре 36 мгновенно, в течение 0,04 сек. промелькнуло *а*. Дальше должно было появиться значительное расширение глоточной трубки и подъем языка *на* в слове *najady* (поеду). Однако *ј* выпало как в ротовой артикуляции, так и в глоточной модуляции.

В дальнейшем произошло своеобразное явление. С 37-го по 40-й кадр глоточная трубка застыла в стабильной форме, но в ротовой полости можно проследить артикуляцию звуков *э*, *д*, *у*.

Таким образом, при произнесении слов *на дачу* (*ннддачу*) выпала ротовая артикуляция, а глоточная модуляция в некоторой мере сохранилась на согласных; теперь наблюдается обратное – при произнесении трех последних звуков в слове *поеду* прекратилась глоточная модуляция, но продолжалась ротовая артикуляция. Вместе с тем *на* выпало то и другое.

Общая картина кадров, приведенных на таблицах 86, 87, показывает, что глоточная трубка модулирует с величайшим трудом. Она все время

стремится тонически расшириться и нигде не может сузиться до необходимой формы, например в ударной позиции.

Все эти факты, во-первых, подтверждают наличие в норме единого импульса из премоторной области при запуске словесного стереотипа и раздвоение этого импульса по двум путям – пирамидному и экстрапирамидному. Во-вторых, сильнейшее тормозное ослабление экстрапирамидного импульса, тоническое расширение глоточной трубки и выход ее из повиновения коре. Заикающийся хорошо слышит получившийся дефектный акустический продукт и, подчиняясь слуховому контролю, производит максимальные потуги для усиления произвольного импульса на ротовую артикуляцию. Он как бы "выдавливает" артикуляцию, что обычно сопровождается так называемыми сопутствующими движениями головы, туловища, раздуванием ноздрей (симптом Фрёшельса) и т. п., но ротовая артикуляция или не осуществляется, или проскакивает как искра. Получившееся в конечном счете произнесение схематично можно изобразить так: *Нннн ддачу паэду*.

Между прочим, явление, зарегистрированное в кадрах 37–40, где происходило расхождение

ротовой артикуляции и глоточной модуляции, имеет место и в норме. Сюда относятся специально обсужденные выше случаи "пропажи" слогов, как явление, характерное для разговорного стиля речи. Отличие патологии и нормы состоит в том, что при "пропаже" слогов глоточная трубка не находится в состоянии тонического торможения, вследствие чего ротовая артикуляция осуществляется легко и свободно. Глотка просто по инертности не успевает проделать слоговых модуляций или производит их ослабленно. Это явление нормализуется языком и санкционируется слуховым контролем. В патологии же, в результате нарушения произвольного управления, саморегулировка выходит из строя полностью или частично, что вызывает дефектный акустический продукт.

На 88 таблице альбома показано продолжение опыта с испытуемым С. в том же сеансе. После его ответа *На дачу* ему был задан вопрос – *Куда именно?* При прослушивании допроса глоточная трубка постепенно расширялась, что видно из сравнения кадров 41 и 49. Испытуемый при сильнейшем заикании ответил *На Клязьму*. Из этого ответа зарегистрировано в кадрах только *На кл*, так как по истечении определенного времени рентгеновская трубка автоматически

выключалась. Произнесение указанных четырех звуков затянулось на время в 1,68 сек.

На протяжении четырех кадров (50–53) произносится я. После этого в течение 1,20 сек. (30 кадров) появляются попытки произнести ау но магнитофонная запись показывает, что вместо а звучит что-то, напоминающее *ы* или неопределенный гласный *ь*. Язык лежит на дне рта в положении для произнесения а, рот полуоткрыт, постепенно и с трудом открываясь несколько больше на кадрах 68–73. Однако глоточная трубка находится все время в расширенном состоянии. Ее объем и вид ни в какой мере не напоминают форму, необходимую для произнесения а. За все это длительное время объем и форма трубки почти стабильны, с едва заметными покачиваниями. Форма, принятая ею при *н* не может перейти в модуляцию для а.

Таким образом, в этом произнесении, так же как и в первом, ранее разобранным, инертный импульс по экстрапирамидному пути на глотку не был отторможен, а импульс по пирамидному пути на ротовую артикуляцию переключался свободно, но так как нормального акустического эффекта не получалось и глотка оставалась на длительное время расширенной, то затянулся импульс и на ротовую артикуляцию. В то время как рот

перешел на артикуляцию а, глотка продолжает находиться в положении для произнесения я. Схематично это можно изобразить так (время произнесения – 1,36 сек.):

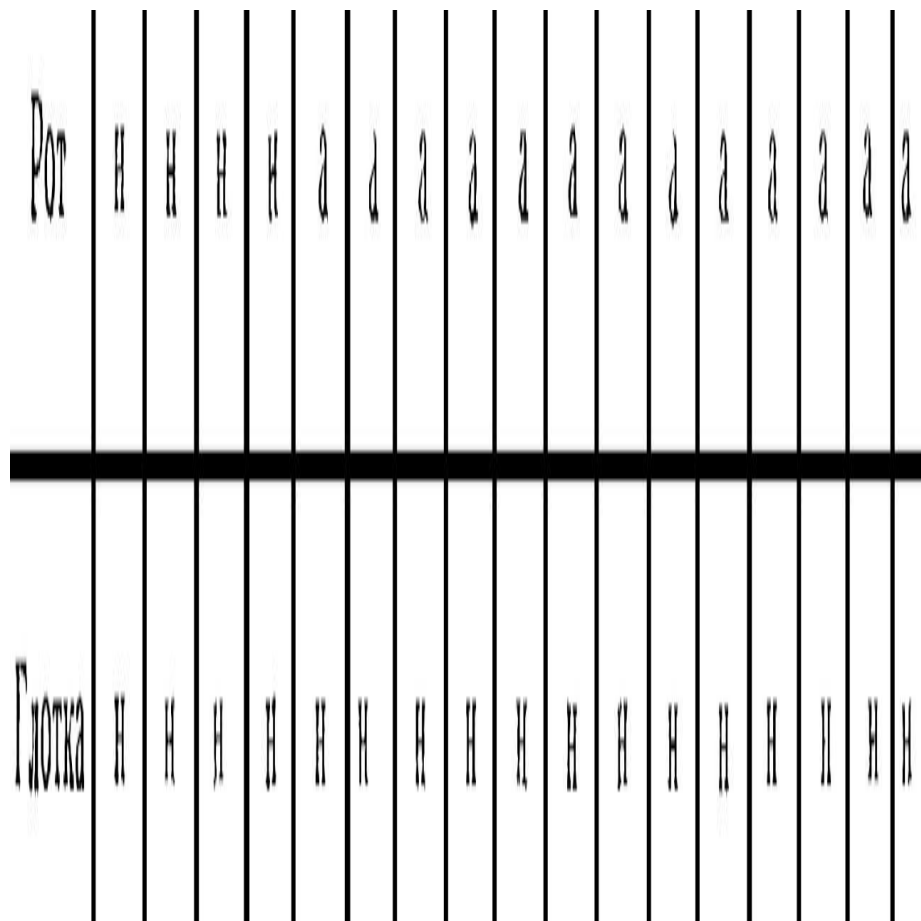


Рис. 60. Произнесение русского и немецкого и

Случай произнесения *ннндд(ачу)* с вытеснением а можно изобразить та" (время произнесения 0,44 сек.):

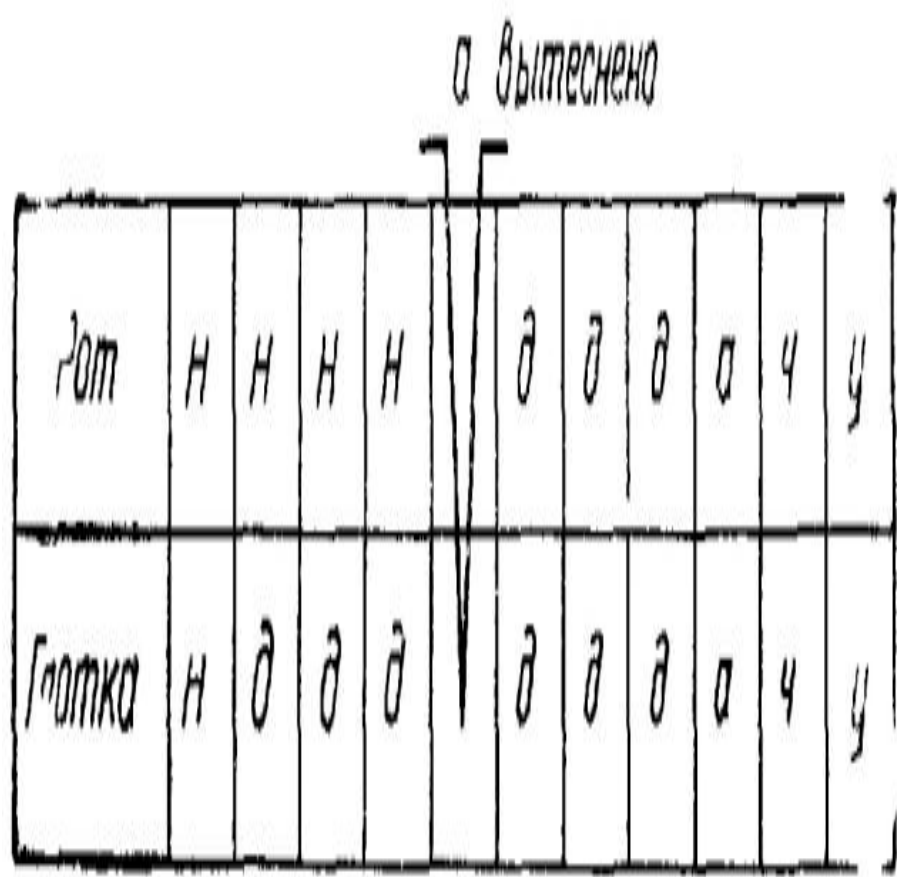


Рис. 60. Произнесение русского и немецкого и

Случай с произнесением *пазду* схематично можно показать как обозначает отсутствие глоточной модуляции; время произнесения 0,24 сек.

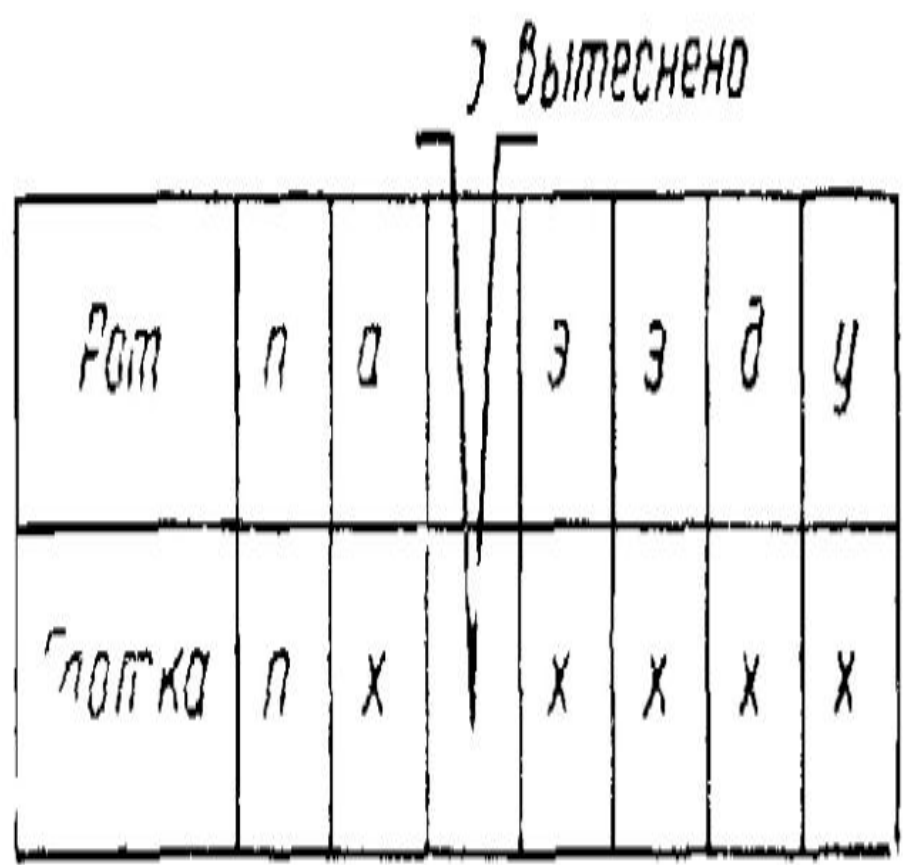


Рис. 60. Произнесение русского и немецкого и

Общим для всех случаев является расхождение ротовой артикуляции и глоточной модуляции, как результат отказа произвольно не управляемого механизма при саморегулировке речедвижений. Расхождение может выражаться не только в том, что в ротовой артикуляции делается одно, а в глоточной – другое, но также и в том, что затяжка застойного объема глоточной трубки затягивает и ротовую артикуляцию, даже в том случае, когда она должна быть мгновенной, как на взрывных. Так, в конце зарегистрированного произнесения испытуемого С. в кадрах 84–91 производится кл. Глоточная трубка сохраняет

неизменную форму, а язык выдерживает смычку в течение 0,2 сек., чего никогда не бывает в норме.

На 90 таблице альбома и следующих представлены материалы произнесения тем же испытуемым С. во втором сеансе (серия 18). Испытуемому был задан вопрос: *Сколько у жбѣ братьев и сестер?* При прослушивании вопроса, так же как и в первом сеансе, заметны отчетливые колебания глоточной трубки в области верхнего сжимателя (таблица 90). Испытуемый ответил: *У меня ммимимимин! (У меня).*

Процесс развертывался так. Начиная с кадра 26 до 39-го (91, 92 таблицы альбома) в течение 0,52 сек. глосгачная трубка постепенно рас-пшряется, доходя в 35–37 кадрах до необычайно большого объема. Однако произнесение у можно считать нормальным. На мягком *м* и мягше *я* (кадры 30–34) трубка последовательно расширяется. Лишь отчасти это можно объяснить тем, что на *я* глоточная трубка и в норме является более широкой, чем на *м*. О действительной величине избыточности расширения можно судить, например, по кадру 49 на таблице 92, в котором в других условиях тот же испытуемый произносил мягкое *м*.

Наиболее существенным в кадрах 30–43 является то, что непомерное расширение

глоточной трубки оказало сильное влияние на ротовую артикуляцию. В кадре 37 язык уже вышел из смычки с верхними зубами и пытается опт артикуляции *н* перейти к *а* (*у мена*). Видно, что этот процесс опускания языка на дно рта занимает 6 кадров – 0,24 сек., тогда как в норме он совершается мгновенно. От 37 до 42 кадра нет произнесения *я*, но нет и фонации *а* ни по положению языка, ни по положению глоточной трубки, которая остается непомерно расширенной. И только в кадре 43 начинается *а*. В течение 0,24 сек. язык как бы преодолевал сильнейшее сопротивление, созданное расширением глоточной трубки.

В дальнейшем произошло явление, не менее важное для понимания механизма заикания. На 93< 94 таблицах показан конец произнесения в виде нескольких редупликаций: *ми-ми-ми-ми-ми-ми-мин* – семь повторений слога *ми*. Это явление, конечно, нетрудно квалифицировать как клоническую судорогу на губы, которые, как видно из кадров, то смыкаются, то размыкаются. Однако интерес этого случая заключается не в его внешней квалификации. Из предшествующих кадров было видно, что в начале произнесения *У меня* глотка постепенно расширялась в течение 0,52 секунды.

К концу произнесения *У меня* она сузилась на *а*. Теперь в последующих усемеренных произнесениях *ми* глоточная трубка продолжает сохранять на протяжении 55 кадров (2,20 сек.) наименьший объем и форму, соответствующую произнесению *а*, хотя произносимые в этот момент звуки *м* и *и* требуют совершенно другой формы трубки и значительно большего ее объема. По смыканию губ в кадрах 49, 55, 60, 64, 70, 75, 83 видно, когда произносится *м*, по размыканию губ можно установить произнесение *и*. Однако в форме глоточной трубки не происходив никаких перемен, она остается такой же, как и была на *а* за 2,20 сек. перед этим.

Разбираемое явление относится к той же категории, как все описанные выше случаи, только с обратным соотношением объемов глоточной трубки, соответственно произносимым звукам. Возбудительный импульс от премоторной зоны по экстрапирамидным путям на глотку вызвал ее сужение, необходимое для произнесения *а* в конце фразы *У меня*. Инерция этого возбудительного процесса длилась 2,20 сек. и мешала перестроить глоточную трубку для произнесения *м* и *и*. Однако губы по другим путям получали импульсы запуска на эти звуки.

Так как слуховой контроль принимал

дефектные слоги, то импульсы на ротовую артикуляцию повторялись 7 раз. Язык все время меняет свое положение, переходя из среднего подъема к более верхнему. Начиная с кадра 92 (в таблице не представлен), язык с трудом подходит к передним зубам. В результате в кадрах 95–96 как бы "выдавливается" звук *н*. О том, какого напряжения и труда это стоило испытуемому *Г.*, виднovo по сопутствующим движениям головы. На этих кадрах она стала опускаться вниз, подбородок приблизился к груди и закрыл в левом углу кадра номер серии съемки.

На 95, 96, 97 таблицах альбома представлены материалы киносъемки при произнесении другим заикающимся – *П.* На вопрос: *Когда ты получил двойку?* Испытуемый дает ответ: *Я на пасху.* В кадрах зафиксировано только *Я на п.*

В кадре 25 дано положение на паузе до заикания. С кадра 32 началось заикание. В течение 1,24 сек. продолжался инертный возбудительный процесс при произнесении (*а*). Глоточная трубка постепенно, начиная с кадра 32, стала расширяться, приняв в 62-м кадре максимальный объем. За это время произносится. Застойная возбудительная инертность охватила также губы и мышцы нижней челюсти – раствор рта остается во все это время одинаковым.

Начиная с кадра 63 вступает фонация а. Глоточная трубка медленно, в течение 0,16 сек., как бы с трудом, сжимается, при этом в кадре 64 рот уже раскрыт, а глоточная трубка еще широка. В кадре 66 рот уже стал закрываться, а труба сще продолжала суживаться.

Суженное положение она сохраняет даже при закрытом рте. В этот момент появляется вынужденная пауза в течение 0,24 сек. после произнесения а, так как инертность глоточной трубки затормаживает артикуляцию следующего *н*.

С кадра 73 начинается новый застойный процесс, на *н* продолжающийся 0,44 сек, С кадра 83 вступает а. Теперь глоточная трубка делает быструю и вполне нормальную модуляцию, но тормоз накладывается на ротовую артикуляцию. Нижняя челюсть не опускается и а произносится при закрытом рте (кадры 84–87). Это снова приводит к паузе при суженной глотке в кадрах 88, 89.

В дальнейшем (кадры 90–113) инертный процесс охватывает всю систему речевых эффекторов. Губы сжимаются, глоточная трубка в течение 0,96 сек. остается в неизменно застывшей форме. Это затяжная смычка на *л*.

Результаты второго опыта с испытуемым П.

показаны на 98 таблице альбома (серия 14). Испытуемому был задан вопрос: *Где ты учишься?* На протяжении четырех секунд испытуемый произносил *к*. Всё фото на обеих страницах альбома отличаются друг от друга тем, что глоточная трубка постепенно расширяется до размеров и формы, не соответствующих произнесению *с*. Инертный возбудительный процесс на глотку и язык не оттормаживался в течение 4 секунд. Запускаемый словесной стереотип сломался в самом начале. Испытуемому не удалось произнести никакого слова.

Как видно, развертывающаяся в кинокадрах карта, даже при ограниченном числе случаев, достаточно красноречива и богата для того, чтобы подтвердить основные ранее выставленные положения в механизме речи. Вместе с тем сами эти общие положения открывают перспективы для объяснения механизма заикания.

Несмотря на то что заикание издавна привлекало внимание людей, описательная картина процесса остается бедной. Она ограничивается констатированием двух видов судорог — клонических и тонических. Остальное сводится к догадкам. Кинорен;тгеносъемка доставляет наглядный материал для более точного установления самих исходных фактов,

подлежащих объяснению. Она дает возможность наблюдать движения речевых органов в микроинтервалах времени. Это своего рода микроскоп речевых движений.

Переходя к некоторым общим выводам, прежде всего следует еще раз подчеркнуть различия в картине заикания и глухонемоты. При глухонемоте обнаруживается вялость или полное отсутствие дифференцировок объемов глоточной трубки. Это значит, что подкорковый механизм саморегулировки речевых движений, хотя и обеспеченный всеми необходимыми нервными путями и приспособлениями, функционально бездействует вследствие отсутствия обратной связи он не усвоил кодового шифра, по которому могли бы саморегулироваться разные мышечные синергии в процессе речи вообще и в речи на том или другом-языке в частности. Первоначальная пустота корковой части речедвига-тельного анализатора заполнена лишь частично связями произвольного управления.

У заикающегося в полной мере сформирован кодовый шифр на подачу и прием импульсов по всем принимающим участие в речи мышечным синергиям, но в процессе запуска происходит поломка словесного динамического стереотипа. При этом отказывает произвольно не управляемая

система саморегулировки речевых движений. Посыл импульсов по коду или затягивается, или укорачивается, или даже выпадает, но не перепутывается. Порядок элементов в словесном стереотипе остается правильным.

Представленный выше материал заставляет думать, что при заикании возникает блуждающий возбудительный или тормозной процесс, который то застаивается у выхода из премоторной зоны и вообще запирает из нее выход, то застойное состояние запирает выход по пирамидному пути, то по экстрапирамидному. Для установления этих явлений есть определенные индикаторы. Непомерное тоническое расширение глоточной трубки, при котором она теряет форму, необходимую для резонанса определенного звука, свидетельствует о застойном торможении на выходе к экстрапирамидным путям. Сверхдлительное сохранение определенной формы глоточной трубки обнаруживает инертность возбуждательного процесса, распространившегося на произвольно не управляемую систему. Сверхдлительная застывшая ротовая артикуляция какого-либо звука указывает на застойное возбуждение произвольного" импульса. Укорочение звука, обычно гласного, до сотых долей секунды говорит

о мгновенном прорыве тормозной или возбудительной блокады. Расхождение ротовой артикуляции и глоточной модуляции обнаруживает напряженную борьбу возбуждения и оттормаживания. Во всех случаях микроанализ речедвижений дает основания для того, чтобы при понимании общих основ механизма речи делать выводы о характере дефекта управления процессом.

Из предложенного описания вытекает, что механизм заикания представляет собой случай специфической патологической формы срыва индукционных отношений между корой и подкоркой. Следует выяснить, в чем именно состоит эта специфичность.

В параграфе о корковом уровне управления процессом произнесения выдвинута гипотеза о соотношении коры, подкорки и периферии при внутренней речи. Она исходила из учета индукционных отношений и опиралась на регистрацию микродвижений языка и глоточных модуляций как индикатора этих отношений. В опыте обнаруживаются два способа усиления следов словесного стереотипа при отборе слов. Усиление через "обратную связь" при микродвижениях периферии речедвигательного анализатора и усиление при образовании кольца

отрицательной индукции на выходе из премоторной зоны. В последнем случае индикаторов было некоторое расширение глоточной трубки у верхнего сжимателя.

Продолжая пользоваться теми же индикаторами при анализе случаев заикания, можно установить следующее.

При заикании происходит максимальное, так сказать запредельное, перевозбуждение словесного стереотипа. В нормальном стереотипе произнесение каждого звука и слога требует особых силовых и временных индексов. Перевозбуждение снимает силовые и временные соотношения, поэтому стереотип и ломается именно в части этих характеристик при сохранении порядка следования элементов. Во внутренней речи усиление словесного стереотипа происходит при отсутствии громкого произнесения. Саморегулировки речедвижений и, в особенности, аэродинамических . условий фонации не требуется. Поэтому торможение выходов на произвольно не управляемую систему только усиливает словесный стереотип и ничего не нарушает. Если же торможение или перевозбуждение произвольной системы речедвижений наступает в момент самих речедвижений, в процессе фонации, то, конечно,

происходит разладка саморегулировки. Во внутренней речи механизм саморегулировки речевого дыхания может быть ослаблена или даже исключен. Устранение же его в громком произнесении ломает самое речь.

Вопрос о том, при каких условиях возникает застойный процесс, приводящий к выключению саморегулировки громкой речи, изучен очень мало. В общей форме все же можно допустить, что нарушение индукционных отношений начинается с потери равновесия в работе слухового и речедвигательного анализаторов, с разладки приема и выдачи.

Заикание чаще всего возникает в детстве. При повышенной эмоциональной возбудимости или при сильных аффектах, вроде страха, происходят значительные перестройки во внутренней среде организма, что тотчас же сказывается на речи, делая ее прерывистой. Саморегулировка речедвижений, не сложившаяся еще в полной мере в опыте речи, затрудняется. Торопливая и прерывающаяся речь принимается слухом говорящего и расценивается им как дефектная. В дальнейшем страх за исход речи только усиливает эмоциональные сдвиги во внутренней среде и приводит к резкому нарушению регулировки аэродинамических условий фонации.

Речедвигательный анализатор широко распространяется на территориях, обслуживающих важнейшие функции жизнедеятельности, поэтому в угрожающие моменты речевое управление устраняется с этих территорий. Чем больше возрастает опасение за исход речи и чем в большей мере произнесение оценивается слухом как дефектное, тем сильнее нарушается речевая саморегулировка. Это состояние через несколько повторений превращается в патологический условный рефлекс и возникает все чаще, теперь уже перед началом речи. Процесс становится циркулярным, так как дефект на приеме усиливает дефект на выходе.

Замечено, что ослабление слухового приема в виде создания шумовых помех уменьшает заикание. Однако очевидно, что такой способ ни в какой мере не может способствовать излечению от этого дефекта. При любых внешних помехах своя речь будет слышаться через костно-мышечную проводимость. Для устранения дефекта должна быть устранена его причина, т. е. нормализованы индукционные отношения и восстановлена саморегулировка речедвижений. Вот почему речевые упражнения не могут привести к положительному результату. У заики словесный стереотип сложился вполне нормально, нарушен

лишь момент его запуска. Не достигает цели и постановка дыхания, так как нарушение регулировки аэродинамических условий само есть следствие патологического изменения индукционных отношений.

Из всего сказанного вытекает, что практическая задача устранения дефекта заикания сводится к вопросу о восстановлении саморегулировки произвольно не управляемой системы речи. Как это ни покажется первоначально странным, но это другой аспект проблемы сценической речи. В обоих случаях ставится задача овладения произвольно не управляемым компонентом речедвижений. Актер на сцене находит способы перестройки внутренней среды организма, но и дефект заикания пропадет, если будут найдены способы устранения патологических перестроек внутренней среды. Такое сближение, казалось бы, весьма различных явлений не пришло бы в голосу, если бы некоторые факты из практики лечения заикания не толкали на это.

В 1953 г. в 169-й школе Свердловского района Москвы от Института художественного воспитания АПН РСФСР вела занятия с заикающимися Н. П. Филатовская. Прежде всего интересен самый путь, который привел ее к этой

работе. Н. П. Филатовская не врач и не логопед, а мастер художественного слова и педагог по технике сценической речи. Ведя в 1940 г. кружок художественной самодеятельности в Доме пионеров Октябрьского района Москвы, она обнаружила, что занятия по системе К. С. Станиславского привели к устранению заикания у одного из *учащихся*. В дальнейшем она разработала ряд приемов, которые во всех довольно многочисленных случаях приводили к положительному результату.

Сущность этих приемов сводится к следующему. Во-первых, освобождение тела от всяких излишних напряжений и двигательных тормозов, главное же – перестройка внимания, в основе которой и лежит урегулирование индукционных отношений. Ученик получает задание, например, перекладывать на столе предметы в определенном порядке или вообще производить какой-нибудь ряд физических действий. Одно-временцо с этим он должен. Произносить какую-либо фразу, например: *Сегодня хорошая погода*. Задания могут быть проще и сложнее, но всегда должны быть разнообразны. Внимание ученика прежде всего привлечено к физическим действиям и отвлечено от процесса произнесения. Вследствие этого

сверхсильное застойное возбуждение словесного стереотипа ослабляется и индукционные отношения нормализуются. После успеха в произнесении заданных фраз. Переходят к вопросам и ответам и далее к разговору на простые темы, все время сохраняя физические действия, отвлекающие внимание от речи. Устранение дефекта в процессе занятий приводит к угашению патологического условного рефлекса на основе положительного подкрепления при слуховом приеме, и речь восстанавливается.

В методе физических действий играет роль не только общее упорядочение индукционных отношений, но и восстановление последовательности возбудительных и тормозных импульсов соответственно специальным нормам переменных слоговых стереотипов слов. Иначе говоря, усиливаются как раз именно те метрически переменные специфические словесные стереотипы, которые "пугают" заикающегося и неудача в производстве которых вызывает полное расстройство индукционных отношений, так как прием не соответствует выдаче.

Как только речь переходит на скандирование, метрическое произнесение, заикание пропадает, потому что все слова выравниваются по месту ударения, по слоговой динамике. Заикание

возобновляется при быстрой разговорной речи, потому что появляется разнометричность и неоднородность слов. Каждая новая перемена метра должна быть упреждена. Только при этом условии речевые эффекторы сработают правильно. Известно, что и в норме при торопливой речи или в ситуации, когда хочется сказать много в очень ограниченный отрезок времени, упреждение запаздывает и слова перепутываются, растягиваются или выпадают из речи. Для восстановления нормального разнометрического стереотипа слов необходимо усилить упреждение перехода от одного метра к другому. Впереди надо пустить силу, которая, как "на буксире", потянет за собой переменное упреждение. В дальнейшем буксир можно ослабить и в конце концов вовсе убрать. Физические действия и являются таким буксиром. В процессе восстановительной работы заикающийся при произнесении фразы на каждом слове производит ударение рукой, движением головы и телом. Вся лантомимика в той или другой степени и форме может быть вовлечена в усиление словесных динамических акцентов. Работники сцены давно знают, что речь следует за жестом и мимикой. Человек прежде повернется, встанет в позицию и обратит взор на собеседника,

а потом уже заговорит. Взгляд и встречная улыбка предшествуют дружескому обмену приветствиями. За жестом пойдет слово. Жест вообще в норме усиливает динамические словесные модуляции речи.

Пантомимика, свойственная речи, как ее неизбежный динамический аксессуар, как единый с интонацией поток экспрессии, при известных условиях может стать буксиром разнометрического потока слов. Таким условием является произвольное управление скелетной мускулатурой. Заикающийся в восстановительных упражнениях выделит произвольным движением то одну слоговую группу, то другую и тем самым усилит пораженное расстройством индукционных отношений упреждение произвольно не управляемого словесного слогового стереотипа. Разрушенный в части произвольно управляемой системы речевой стереотип будет усилен нормально действующими произвольно управляемыми движениями скелетной мускулатуры. Это внесет не только общее, но и нужное специфически для речи упорядочение индукционных отношений.

В нашу задачу совсем не входит обсуждение методики лечения заикания. Кратко описанный выше опыт приведен только для того, чтобы

показать, что существует много разнообразных путей и средств воздействия на произвольно не управляемый компонент речедвижений. Важно всякий раз выяснить постоянно меняющуюся роль и место этого звена в разных видах речи, в разных видах деятельности, в которых принимает участие речь, и в разных формах нарушения речевого процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

§ 42. Краткая сводка основных положений об элементах механизма речи

Эта работа посвящена изучению речевого процесса, в основе которого лежит механизм произнесения. Так как произносительной единицей является слог, то поставленная задача была сведена к исследованию вопроса о том, как образуется слог. На предшествующих страницах выдвинута концепция глоточного образования слога.

Самый факт образования слога в модуляциях глоточной трубки чрезвычайно прост *p* устанавливается с легкостью прямым наблюдением при просмотре кинорентгенограмм надставной трубки, регистрирующих произнесение слога или слова. Однако роль глоточной трубки в механизме формирования произносительной единицы может быть определена лишь после установления целого ряда фактов, относящихся к работе всего слухо-речедвигательного анализатора. Следующие далее тезисы представляют собой краткое

изложение общих и основных положений глоточной концепции слогообразования, которая вместе с тем может быть названа введением в изучение механизма речевого произнесения.

1. Речевой механизм является саморегулирующимся. В нем можно найти систему звеньев, в которой попарно одно звено определяет работ другого так, что вместе составляет одно целое, которое может войти, как одно из звеньев в новое двоичное целое.

Первыми двумя основными звеньями механизма речи являются прием и выдача, т. е. соотношение в работе речедвигательного и слухового анализаторов. Выдача зависит от приема, так как только при этом условии на выдаче появятся элементы, тождественные для двух говорящих. Но и прием зависит от выдачи, что очевидно. Взаимная регулировка обоих звеньев обеспечивает процесс общения. Дефект или утрата приема приводит к потере саморегулировки (глухонмота). Дефект на выдаче также вызывает разладку саморегулировки (заикание).

2. Если рассматривать только одно из вышеуказанных звеньев – слуховой прием, то и здесь можно обнаружить два саморегулирующихся компонента – это

акустическая статика и динамика речи. Слух вычленяет постоянные, тождественные для всех говорящих на данном языке единицы словоразличения, что составляет статику речи. Физически – это форманты речевого звука. Вычленяется лишь один или несколько несамостоятельных признаков звука, которые входят в общий состав реально произносимого слога, что и составляет единицу динамической системы речи. Без статических элементов речь потеряла бы смысловоразличительную функцию, а без слоговой динамики она просто не может осуществиться в звуковом произнесении.

3. В слоговом усилении и ослаблении форманты изменяются, но, несмотря на это, постоянная функция словоразличительных элементов в нем сохраняется через переозначение или отождествление заменяемых и изменяющихся формант. В результате в динамике формируется звуковая структура слова, а статическая система обеспечивает семантическое тождество и различие этих структур. В этом и состоит саморегулировка двух звеньев – статики и динамики, что вместе образует единство звуковой оболочки слова с его значением. В слуховом приеме оба компонента составляют единый аналитико-синтетический процесс.

Динамическая произносительная единица – слог образуется в дуге громкости и является средством квантования динамики речи по силе, длительности и высоте. Образование слоговой дуги громкости устанавливается в акустических измерениях как элементарный факт, который находится в полном соответствии с модуляциями глоточной трубки. Однако для определения соотношения этих явлений требуется исследование всех основных звеньев механизма произнесения.

4. Постоянство статических элементов как сигналов в изменчивом потоке динамики достигается тем, что каждый из этих элементов (речевой звук) снабжен динамическим индексом, система которых устанавливается в акустическом измерении как закономерный ряд разномощности (физически) или разногомкости (психологически) звуков речи. В зависимости от места в ряде динамических индексов, каждый из звуков речи квантуется в слоговой динамике по особой отдельной сетке уровней силы, длительности и высоты. При переходе от речевого произнесения к певческому формантные различия гласных выравниваются. Образуется певческая форманта. Квантование по длительности и высоте переходит на другую шкалу. В связи с этим

слоговая динамика речевого и певческого произнесения становятся различными.

5. Регулировка соотношений динамических индексов отдельных звуков и слоговых позиций (квант) образует нормативную структуру звуковой оболочки слова. Эта структура сохраняет тождество в разных динамических перестройках и поэтому легко узнается в восприятии речи.

6. Регулировка в соотношении структур отдельных слов (нулевой уровень произнесения отдельного слова) и слоговых перестроек всех слов, входящих в данную фразу, приводит к образованию новых постоянных единиц — интоном. Акустические измерения показывают достаточную устойчивость этих единиц и коррелятивность их ситуациям речи. Поэтому, зная ситуацию, можно определить интоному и, зная интоному, понять ситуацию. По тому же самому интономы могут быть заменены лексической перефразировкой, что составляет интерпретацию интонации их подтекст речи.

7. Акустический ряд речи и произносительный — эквивалентны. Переход от одного к другому осуществляется при помощи усвоения кода, т. е. нахождения соответствия между системой речедвижений и комбинациями признаков звука, возникающих в этих речедвижениях.

Для изучения механизма произнесения необходимо и достаточное исследование соотношения акустического и произносительного рядов, так как выдача происходит при помощи кодирования двигательных сигналов, а прием при помощи их декодирования.

8. Конечный акустический эффект в работе речедвигательного анализатора достигается путем одновременного включения трех систем: а) генераторной, б) резонаторной и в) энергетической. Слог есть результат конъюнкции, произведения двигательных актов, выбранных одновременно из этих трех систем.

Глоточная трубка занимает особое место в установлении соотношения указанных систем, являясь пунктом их взаимной связи. Она входит как часть в резонаторную систему, вместе с тем, как дыхательная трубка, она включена в энергетическую систему, кроме того, при помощи мышечных и нервных связей с гортанью она составляет гортанно-глоточный узел и поэтому связана с системой генерации звука. Более подробно функции глоточной трубки изложены в одиннадцати тезисах главы X этой работы.

Саморегулировка внутри каждой из указанных систем обеспечивается парными взаимозависимыми звеньями.

9. Генерация звука осуществляется и регулируется двумя звеньями механизма: а) голосовыми связками и б) щелями и затворами в полости рта. Наличие этих двух источников генерации обеспечивает как грубую дифференцировку звуков на тональные (просодические, гласные) и шумовые (глухие согласные), так и тонкие переходы во всевозможных комбинациях тона и шума, что акустически соответствует переходам от прерывистого спектра (периодические колебания) к сплошному (аперiodические колебания).

10. Резонаторная система состоит также из двух звеньев: а) ротового резонатора и б) глоточного, вместе составляющих единый механизм ротоглоточного резонатора. Наличие двух звеньев резонанса обеспечивает, с одной стороны, статику речи, набор постоянных элементов или формант в звуковом спектре, с другой стороны, динамику речи, слоговое квантование в результате модуляций глоточной трубки. В связи с этим глоточная трубка является одновременно резонатором (сообщающим речевому звуку динамическую форманту) и

слоговым модулятором.

И. Энергетическая система состоит также из двух звеньев авторегулировки: а) механизма внешнего дыхания и б) механизма рефлексорной перистальтики трахеобронхиального дерева. Первое звено оборудовано поперечнополосатыми мышцами (межреберные и диафрагма), второе – гладкими мышцами. Совместная работа обоих звеньев обеспечивает всевозможные комбинации в соотношениях скорости потока воздуха к органам фонации и количества воздуха, что в сумме определяет подсвязочное и надсвязочное давление или энергетический расчет при произнесении слогов и звуков речи.

12. Факты, раскрывающие соотношение в работе трех эффекторных систем речи, позволяют установить нервные пути и уровни центрального управления процессом произнесения слов. К этим фактам относятся: а) общеизвестные данные о положении органов речи в процессе ротовой артикуляции, б) вновь установленные факты из области акустики образования слога, в) глоточных модуляций, г) диафрагмального парадокса и д) речевой бронхиальной перистальтики.

Наиболее существенным является не столько констатирование самих этих фактов, сколько рассмотрение взаимной связи между щши.

Движения диафрагмы в процессе речи кажутся загадочными и парадоксальными до тех пор, пока они не сопоставлены с модуляциями глоточной трубки. То же можно сказать о ротовой артикуляции и бронхиальной перистальтике. Первоначально нельзя не удивляться тому, что бронхиальная перистальтика вторит ротовой артикуляции, а вместе все эти движения совпадают с глоточными модуляциями и работой гортанного сфинктора. Все эти совпадения не могут быть объяснены иначе, как только общностью управления, контроля и системностью в устройстве приобретаемых условных связей речедвигательного анализатора.

Указанная выше система речевых эффекторов, которые вместе с тем являются также проприо- и интерорецепторами, по самому устройству и расположению обеспечивает синтез речевого звука на выходе.

Усвоение адекватной системы управления и применение ее осуществляется двумя звеньями – произвольного управления и непроизвольной авторегулировки.

13. Онтогенетически образование системы словесных стереотипов в корковом ядре речедвигательного анализатора или словаря происходит путем усвоения кода речедвижений

при помощи обратной связи, афферентаций от всех мышечных синергии, принимающих участие в произнесении. Этот процесс контролируется слухом.

Центральное место в системе афферентаций занимает обратная связь от глоточной трубки, так как ее модуляции одновременно учитывают как специфический речевой резонанс, так и аэродинамические условия фонации. При глоточных модуляциях афферентация идет в премоторную область коры, в подбугровую область подкорки и в дыхательный центр в продолговатом мозгу. Кроме того, через акустический результат глоточные модуляции учитываются слуховым анализатором. Глоточные слоговые модуляции являются конечным результатом при формировании произносительной единицы, поэтому саморегулировка речевых движений возможна лишь в том случае, когда в процессе афферентации все многочисленные речевые движения приспособятся к этому конечному продукту — к глоточным модуляциям. Сами же глоточные модуляции находятся в полном соответствии с ротовой артикуляцией, так как в синтезе звука ротоглоточный резонатор получает запуск как единое двух звеньевое целое.

В результате всесторонних афферентации складывается: а) подкорковый уровень авторегулировки речедвижений, обеспечивающий перестройку аэродинамических условий на каждом звуке и слоге и б) корковый уровень произвольного управления, которое осуществляется через запуск сложившегося при участии афферентации словесного стереотипа.

14. Запуск сложившегося на основе афферентаций словесного двигательного стереотипа происходит по единому произвольному импульсу, контролируемому слуховым представлением ранее воспринятого и усвоенного слова. Под этим контролем находится все, что входит в состав элементов двигательного стереотипа, — как статика, так и динамика, импульсы, идущие как по пирамидным путям, так и по экстрапирамидным.

Состав элементов стереотипа является набором речедвижений, необходимых для производства звуков речи, составляющих слово. Импульсы на движения нёбной занавески, включения и выключения голосовых связок, импульсы на формантные отсеки глоточной трубки и т. п., т. е. на органы, управляемые по вегетативным нервным путям, одинаково входят в состав элементов двигательного стереотипа,

наряду с движениями языка, губ и нижней челюсти, управляемых по путям соматической нервной системы.

Набор элементов стереотипа осуществляется по принципу дизъюнктивной суммы. Если звуковая система данного языка состоит, например, из 40 звуков, *а, б, в, г...* и т. д., то в состав одного стереотипа войдут двигательные импульсы на речедвижения для производства или *а, или с, или г. или р, или б* элементов в определенном порядке. Таким образом, дизъюнктивная сумма элементов стереотипа составляется по коду речедвижений. Понятно, что число речедвижений будет больше, чем число звуков.

В состав стереотипа включаются и динамические индексы на каждую слоговую позицию. Однако осуществление самих речедвижений, обеспечивающих слоговую динамику, входит в систему подкорковой авторегулировки, где динамические индексы переводятся на новый код речедвижений, определяющих энергетические условия фонации.

Таким образом, следует отличать элементный состав речедвигательного стереотипа слова, что составляет статику речи, от слогового квантования этого состава, что составляет динамику речи.

Общая схема соотношения этих систем применительно к русскому языку дана в параграфе 12. Взаимная регулировка этих систем контролируется слухом.

Так как по единому двигательному словесному стереотипу запускаются речедвижения на разные мышечные группы одновременно по пирамидному и экстрапирамидному путям, то следует различать две системы, одна из которых относится к произвольному управлению, другая – к непроизвольному, осуществляющему авторегулировку аэродинамических условий речевой фонации.

15. Деление речевого управления на две системы – произвольную и непроизвольную – должно быть оценено как важнейшее при решении основных практических вопросов, в частности, видов речи, усвоения родного и иностранных языков, овладения искусством сценической речи, в патологии речи.

16. Исследование нарушений речи при устранении обратной связи (глухонемого) и в связи с этим невозможности или затруднений в усвоении кода речедвижений, а также изучение дефектов в запуске словесного стереотипа (заикание) подтверждает глоточную концепцию образования произносительной единицы – слога.

§ 43. Взаимоотношение двух звеньев механизма речи – составления слова из звуков и сообщения из слов

Представленный в этой работе материал позволяет выставить некоторые общие теоретические положения о всей системе механизма речи, сведя их в один узел. Решение этой задачи упростится, если механизм речи в целом рассматривать как состоящий из двух основных звеньев: а) составление слов из звуков и б) составление сообщения из слов. Так как в оба звена входит слово, то определение его роли в каждом из них позволит найти центральный пункт сцепления этих звеньев. Как видно, вопрос сводится к тому, чтобы выяснить, в каком виде формируется словарь в речедвигательном анализаторе и как происходит из него отбор слов для сообщения.

Заранее ясно, что слова не хранятся в памяти в том виде и порядке, в каком они располагаются в печатных словарях. Не говоря уже о том, что порядок их не является алфавитным, они не содержатся в памяти в какой-либо определенной грамматической форме. Номинатив, инфинитив или любая другая отдельно взятая форма не

имеют никаких преимуществ перед остальными. Но вместе с тем общеизвестно, что слова, за исключением неизменяемых слов, обладают той или другой грамматической формой.. Кроме того, несомненно, слова все же содержатся в памяти. При восприятии они узнаются как встречавшиеся в употреблении, а в активной речи они воспроизводятся так же как ранее усвоенные.

Для того чтобы ответить на поставленный вопрос, целесообразно ввести такие понятия, при помощи которых можно было бы проследить всю цепь переходов от речевого звука до мысли. Такими понятиями являются: а) элементы отбора и б) сама операция отбора. Всякий раз, когда мы говорим о каком-либо отборе, можно различать, с одной стороны, элементы как материал отбора, с другой стороны, самый акт отбора. Эти понятия настолько общи, что приложимы ко всему механизму формирования сообщения и позволяют как бы пройти сквозь "него с тем, чтобы проследить его по звеньям.

Уже речевой звук является пунктом отбора акустических признаков-элементов (спектры, интенсивность, частота основного тона, длительность). Формантность речевого звука, с одной стороны, и степень его квантования в звуковой оболочке слова, с другой стороны, есть

не что иное, как формула отбора этих акустических элементов. Легко понять, что морфемы, слова и предложения также возникают в результате отбора. Во всех этих случаях мы встречаемся, во-первых, с элементами отбора, во-вторых, с актом отбора.

За исходное можно (Признать то простое и общеизвестное положение, что механизм речи начинает формироваться и совершенствуется в дальнейшем только в условиях обмена сообщениями. В отличие от современной счетной машины, в "память" которой вводятся сразу все необходимые элементы и правила их отбора, в мозгу человека то и другое формируется постепенно и, кроме того, восполняется по мере надобности. Механизм речи — это живой, постоянно перестраивающийся и, в норме, постоянно совершенствующийся механизм. Его формирование, перестройки и запуск происходят в результате обмена сообщениями. Это необходимо и достаточно для того, чтобы накопились элементы отбора и сформировалась способность производить акт отбора. Компенсация дефектного механизма потребует замены одних сенсорных и двигательных элементов другими. Но и в этом последнем случае формирование нового механизма может

происходить опять-таки в процессе обмена сообщениями.

Следует допустить, что в результате многократной встречи разных слов, включаемых в сообщение в разном звуковом составе, эти слове а дифференцируются на минимальные, неделимые единицы-фонемы. Так как принимается только такое сообщение, в котором звуки слов нормализованы по определенным правилам, то соответствующие звуковые фонемные признаки получают подкрепление. Остальные, как неподкрепляемые, выпадают из отбора. Так образуется очень редкая (обычно в пределах только 30–60 элементов), но вместе с тем чрезвычайно устойчивая решетка фонем. Это остов исходных элементов речи, хранящихся в долговременной памяти.

Форма решетки является наиболее адекватным определением этого образования, потому что фонемы составляют систему. Они располагаются по взаимно пересекающимся линиям так, что в одни фонемы включен набор одних звуковых признаков, в других фонемах сформировался другой набор из тех же признаков. Фонемная решетка, как таковая, статична. Это только дифференциальные точки, сочетание которых обеспечивает различение слов по их звуковому

составу. Ни одна из этих точек не обладает силовой динамикой. Но так как любая фонема представляет собой набор точно определенных звуковых признаков, то тем самым предопределяется шкала квантования этой фонемы в тот момент, когда она включается в то или другое место слова. Следовательно, каждый из элементов фонемной решетки снабжен динамическим индексом квантования, которое произойдет в момент составления слова из звуков.

Таким образом, фонемная решетка в целом может рассматриваться как системный (т. е. отобранный по правилам данного языка) фонд тех элементов, из которых могут быть сформированы слова для разных сообщений. Для формирования же слов необходима новая операция отбора.

Если бы слова снимались прямо с фонемной решетки, то в отобранных звуковых наборах появилось бы много таких сочетаний, которые оказались бы ненормативными. Так, звуки *с, т, о, л* хотя и входят в состав фонемной решетки русского языка, но, кроме нормативного сочетания *стол*, могут дать ненормативные варианты — *лоте, толе, ослт* и т. п. Следовательно, для образования набора звуков, составляющих слова, необходимы новые правила отбора.

Следует допустить, что снова, в результате той же многократной встречи слов, включаемых в сообщение в разных грамматических формах, эти слова дифференцируются не только на звуковые единицы (фонемы), но еще и на специфические единицы более высокого порядка – морфемы. Таким образом, формируется новая система дифференцирован – решетка морфем, надстраиваемая над первой во второй степени отбора элементов. Морфемная решетка ограничивает количество звуковых сочетаний, возможных при снятии их с решетки фонем в акте отбора. Отбираются только такие сочетания, которые способны составить нормативно значимые слова данного языка. Таким образом, возникает система правил отбора звуков с решетки фонем для составления решетки морфем. Правила отбора признаков звука для составления фонем гарантируют лишь различимость звуковых сигналов (элементов), тогда как по правилам отбора фонем для составления морфем комплектуется набор этих элементов, составляется определенный звуковой алгоритм слова, несущего также определенное предметное значение. Следовательно, правила отбора с решетки морфем гарантируют различимость сигнальных значений, несомых последовательностью звуковых сигналов.

Корневые, приставочные, суффиксальные морфемы и морфемы – окончания слов, равно как и другие собственно синтаксические морфемы, обладают предметным значением, хотя и не самостоятельным. Последнее означает, что отдельная морфема еще не составляет сообщения.

Решетка морфем более плотна, сложна по структуре и значительно богаче по фoadу элементов, чем решетка фонем. Морфемная решетка так же, как и фонемная, статична – это аналитико-синтетические точки приложения сил при операции отбора слов сообщения. В эту решетку включены как морфемы со знаменательным значением, так и морфемы чисто формальные, служащие для соединения слов. К последним относятся не только союзы и некоторые частицы, но и постоянные правила порядка слов в тех языках, в которых такие правила существуют. Динамика появляется лишь тогда, когда указанные правила вступают в действие и возникает сообщение. Отобранные слова членятся на группы и синтезируются в целое фразово-мнтонационное единство. Следует подчеркнуть, что в самой решетке морфем нет никаких динамически силовых индексов, наличных в решетке фонем. Это значит, что от фонем есть переход в одну сторону – к

речедвижениям и в другую сторону – переход к морфемам, тогда как от морфем возможен переход не только к фонемам и речедвижениям, но и к любым другим сигналам, если установлены соответствующие правила перехода. В морфеме звуки могут быть заменены буквами, цифрами или какими-либо другими знаками, при этом морфема сохранит свою функцию носителя предметного значения. В теории и практике машинного перевода письменных текстов с одного языка на другой один из видов морфем обозначается термином основа, которая определяется как часть слова, остающаяся графически неизменной во всех его формах. (Так, для слова *работа* во французском языке графической основой будет *trava*, *ira-va-il* (ед. число), *trava-ux* (мн. число)¹⁵⁸.

Возможность замены звуковых элементов морфем другими сигналами обнаруживается также и в том, что написанные слова текста узнаются по значению, хотя произношение этих слов может быть неизвестно читающему. Именно так читаются тексты, оставшиеся от так называемых мертвых языков. То же бывает и при определенной форме овладения живым иностранным языком. Читающий может научиться понимать иностранный текст, не владея

орфоэпией. Однако как при чтении текста на мертвом языке, так и в указанном случае чтения текста современного иностранного языка читающий будет так или иначе произносить слова. Это значит, что первоначальный, исходный ряд речедвижений никогда не может быть исключен из общей последовательности сигнальных рядов, если мы имеем в виду цепь передачи речи от одного человека к другому.

Таким образом, словарный фонд, усваиваемый мозгом, состоит из системы морфем или, лучше сказать, из неполных слов. И только в операции составления сообщения они становятся полными. В полных словах, включаемых в сообщение, их формы являются переменными, а решетка из этих форм, элементы которой являются неполными словами, остается постоянной.

Так как сообщение составляется при съеме слов с морфемной решетки, а эта последняя является надстройкой над фонемной решеткой, то при образовании полных слов в них включаются полные речевые звуки, в самую же фонемную решетку включены неполные звуки. Так, в морфеме *вод* второй звук изменяется, в зависимости от того, в какую форму полного слова он вошел. Он разный в формах *воды* и *вода*. Включенный в любую форму слова, речевой звук

является полным. Но так как собственно различительная функция звука не меняется в формах слова (в этом состоит рассмотренное в § 14 явление переменной сигнализации), то, взятый только в составе признаков, общих звуку во всех его вариантах, он может быть назван неполным звуком. С этим связана так называемая избыточность признаков речевого звука¹⁵⁹. Всякий полный речевой звук избыточен по количеству признаков, так как, кроме признаков, необходимых для различения слов, он содержит другие признаки, выполняющие динамически ударную, экспрессивную и фразово-интонационную функции.

Для того чтобы с решетки морфем можно было снять полное слово в составе сообщения, необходим ряд правил разных категорий. Рассмотрим кратко каждую категорию этих правил.

Должны быть усвоены правила перехода от решетки фонем к решетке морфем. В полном слове всегда есть точная последовательность звуковых элементов. В морфеме же встречается и переменная последовательность. Так, формы слова *взять* и *возьму* мало похожи по звуковому составу. Звук *з* расположен в разных местах этих форм слова. С другой стороны, звукосочетание *воз*

входит в состав формы совсем другого слова, имеющего другое значение (воз, воза, возу). Это значит, что морфемы нельзя различать только по составу и порядку их звуков. В одной и той же морфеме при составлении полных слов одни звуки могут заменяться другими и располагаться в разных по порядку местах полного слова. Полное же слово может быть отличено от другого полного слова только по звуковой последовательности (за редкими исключениями, например, *печь* *баранки* и *топить печь*).

Таким образом, полные слова, постоянно встречаясь в разных сообщениях, не только дифференцируются на две решетки фонем и морфем, но в результате этих подкрепляемых пониманием встреч образуются правила звуковых замен или код для перехода от решетки фонем к решетке морфем.

Стоит только нарушить выработанный код, и составление полного слова задержится до момента выработки нового кода. Это явление отчетливо обнаруживается в опытах с применением описанной в § 5 методики центральных речевых помех. Если испытуемому, хорошо читающему русские тексты и знакомому с латинским алфавитом, предложить русский текст, записанный латинскими буквами, то время чтения

слов вначале будет значительно увеличиваться, а различие морфем – ухудшаться. Если к тому же предложить испытуемому производить ритмическое постукивание рукой, то время чтения возрастет еще больше, больше пострадает правильность и нарушится постоянный ритм постукивания. Это значит, что переход на новый буквенный код осуществляется путем включения обратных афферентных связей от органов речи, так как введение помехи в виде постоянного двигательного алгоритма разрушает последовательность речедвижений других алгоритмов.

То же подтверждается и в опыте с порядковым счетом квадратиков, описанном SB § 5. Так как по объективным условиям в этих опытах испытуемый должен был произносить про себя полные слова без всяких сокращений, то порядок следования элементов звукового ряда должен был в полной мере соответствовать порядку речедвижений. Проверка такого соответствия возможна лишь путем поэлементного контроля по конечному результату, т. е. через включение обратных афферентных связей от органов речи.

В устной речи всегда произносятся полные слова, иначе прием сообщения не может состояться, если два разговаривающих не

обусловили заранее способ замены полных слов другими сигналами. Но так как решетки фонем и морфем в нормализованном виде не могут сформироваться в речедвигательном анализаторе без приема нормативно произнесенной речи, то механизм обратных кинетических связей от органов речи является основным и первоначальным как для формирования этих решеток, так и для синтеза правил перехода от решетки фонем к решетке морфем. Только после того, как появилась возможность — заменять полные слова другими, возникает другая возможность — заменять полные слова более простыми сигналами (например, наглядными представлениями). Это значит, что в основе внутренней речи и письменной лежит механизм устного произнесения слов.

Чтобы получилось сообщение, необходим не только, отбор звуков для составления последовательности полного слова, но и отбор морфем, что регулируется особой Категорией правил — синтаксическими правилами. В то время как правила для составления звукового алгоритма слов действуют в пределах каждого отдельного полного слова, синтаксические правила относятся к ряду слов в составе словосочетания. Это обстоятельство резко меняет характер

синтаксических правил по сравнению с правилами составления полного слова ж звуков.

В синтаксических правилах не учитывается звуковая расчлененность слов. Они не относятся к какому-либо данному или группе данных слов, а к категории возможных слов. Поэтому под одно и то же правило могут быть подведены разные слова с разным звуковым составом, т. е. возможна замена слов. Больше того, синтаксическое объединение было бы невозможно, если бы весь ряд распадался только на последовательно появляющиеся и исчезающие элементы. Необходимо удержание всех членов ряда одновременно. В связи со сказанным можно установить две особенности составления сообщения.

1. То или другое синтаксическое правило или подходит для объединения слов, или не подходит. Здесь действует принцип "все или ничего". Так, в сочетаниях *Хороший мальчик* и *Хорошая девочка* согласование есть, в сочетаниях же *Хорошая мальчик* и *Хороший девочка* согласования нет. Такое правило должно появиться сразу, как некоторая законченная схема сочетания слов. Только при этом условии произойдет операция отбора элементов с решетки морфем. Сочетательная схема не зависит ни от звукового

алгоритма слов, ни от их конкретного значения. Она остается той же в сочетаниях: *Весело прыгать; Хорошо смеяться, Сильно испугаться* и т. п. Для правильного выполнения схемы возможно-несколько решений. Это значит, что по синтетической схеме происходит неполный отбор слов. Необходимы другие категории правил, которые бы точно определили словесный состав сообщения.

В одной из серий опытов, проведенных по методике центральных речевых помех, испытуемый должен был по списку полных слов (т. е. данных в определенной форме), расположенных в произвольном порядке, построить одно возможное в данном случае предложение. Оказалось, что ритмическое постукивание в этих опытах не действовало как помеха при объединении слов в синтаксическую схему¹⁶⁰. Полученный результат может быть понят так. Полные слова находились перед глазами испытуемого, поэтому их можно было не произносить в процессе объединения. Сама же синтаксическая схема объединения, как говорят об этом объективные данные и показания всех испытуемых, проявлялась сразу, мгновенно, как неразложимое целое, поэтому ритмическое постукивание и здесь не могло быть помехой.

.Независимо от постукивания, испытуемый решал задачу объединения слов то скорее, то медленнее, в зависимости от того, как легко всплывала объединяющая эти слова общая схема.

Таким образом, при объединении слов в синтаксическую схему код речедвижений не играет роли, так как схема не предписывает словам определенной звуковой последовательности. Следует допустить, что при переходе на синтаксические правила происходит переход на новый код. Полные, расчлененные слова замещаются простыми, нерасчлененными сигналами.

2. Вторая особенность, вытекающая из того, что синтаксическое правило относится не к одному, а к группе слов, состоит в том, что каждое из сочетаемых слов должно сохраняться в кратковременной памяти. Это достигается тем, что одни из них удерживаются, другие упреждаются так, что появляется возможность синтеза в одновременности.

Указанными двумя особенностями механизм составления сообщения из слов резко отличается от звена составления слова из звуков. Решетки фонем и морфем хранятся в долговременной памяти. Звуковой состав каждого из слов по отдельности заранее определен точками на

фонемной и морфемной решетках, хотя полные слова составляются только в операции сообщения. По отдельности оба слова в сочетании *Хороший девочка* составлены так же правильно, как и слова *Хорошая мальчик*, но не может появиться, например, слово *Хоркошн*. Отдельное полное слово всегда узнается как много раз встречавшееся раньше и поэтому должно быть отнесено к системе долговременной памяти.

Возникает вопрос, какой-же из анализаторов обладает долговременной памятью для сохранения слов? Очевидно, что выдача речи не может осуществиться без полного анализа и синтеза всех элементов, составляющих слова. Это значит, что решетки фонем и морфем, кодированные по речедвижениям, содержатся в памяти речедвигательного анализатора. Однако там нет полных слов. Они появляются лишь в момент их снятия с решеток, т. е. при составлении сообщения, а поэтому не в долговременной, а в оперативной памяти. Речедвигательному анализатору предписаны лишь правила составления полных слов, т. е. правила перехода от решетки фонем к решетке морфем, и правила комбинации морфем, но какие именно полные слова будут составлены по этим правилам, — не определено составом обеих решеток. Весь смысл

работы речедвигательного анализатора состоит в том, что он может выдавать всякий раз новые комбинации полных слов, которые, конечно, заранее не могли храниться в этой законченной комбинации в памяти (за исключением случаев заучивания наизусть).

Полные, синтезированные слова появляются на выдаче. Именно в таком виде они поступают и на прием. Прием не может осуществиться, если принимаемое слово не отождествляется с выдаваемым. Необходимо признать существование такого устройства на приеме, которое обеспечивало бы тождество полных слов на выдаче и приеме. Это и есть долговременная память, функционирующая при узнавании полных слов. У нормально слышащих – это слуховая память, у людей грамотных – это, кроме того, зрительная память, у слепых – осязательная и слуховая, у глухонемых – только зрительная, у слепоглухонемых – только осязательная. Слово, поданное на прием с искажением фоном и тем более морфем, узнается или плохо или совсем не узнается. Известно, что обучающиеся немецкому языку при переходе от латинского шрифта к готическому испытывают затруднения, так как у них в долговременной зрительной памяти еще не сформировались новые начертательные образы

полных слов.

Однако для формирования слуховых и зрительных образов полных слов необходима операция съема этих слов с морфемной решетки речедвигательного анализатора. При этом вначале формируется звуковой образ полного слова, а потом зрительный. При всякой новой перестройке звуковой или зрительной конфигурации полного слова требуется возврат к первоначальному двигательному коду, иначе не может произойти отождествления двух видов полных слов. Лишь после того, как: обучающийся немецкому языку путем проговаривания слов, написанных готическим шрифтом, установит эквивалентность начертательной конфигурации слова с его двигательным алгоритмом, сформируется: кодовый переход отождествления. Полное слово будет включено в зрительную память и станет узнаваться как тождественное произносимому. Надо признать, что источником, снабжающим слуховую и зрительную память на полные слова, является речедвигательный анализатор, хотя в самой долговременной памяти двигательного анализатора нет полных слов. Они появляются там лишь в акте отбора и по мере формирования кода транспортируются в слуховую и зрительную память. Таким образом, словарь распределен по

анализаторам соответственно функциям приема и выдачи. В долговременной памяти речедвигательного анализатора хранятся неполные потенциальные слова и оперативно составляются полные слова. В слуховом и зрительном анализаторах хранятся только те полные слова, которые были составлены в операциях речедвигательного анализатора. В то время как для выдачи речи необходим последовательный переход от кода речедвижений к решетке фонем и от нее к решетке морфем, при приеме речи достаточен лишь код отождествления полных слов приема и выдачи. Нельзя произнести полное слово нормативно, если не отдифференцированы все его элементы, в то время как то же полное слово принимается не по элементам, а по ансамблю его звуковых или зрительных компонентов. При узнавании слова действует закон (избыточности восприятия. Некоторые из его элементов могут не замечаться и все же будут восстановлены по общей конфигурации целого. При произнесении же слова потеря элемента вносит искажения или будет замечена как смысловая или характерная особенность речи.

Различие кода составления полных слов от кода отождествления тех же слов резко обнаруживается в разной трудности кодирования

и декодирования. Тот, кто умеет кодировать, всегда умеет и декодировать, но не всякий, кто умеет декодировать, обладает способностью кодировать. Умеющий говорить на иностранном языке может понимать слышимую и написанную речь, но не всякий, понимающий слышимую речь и читающий тексты, умеет говорить на этом языке. Код отождествления проще, так как при этом различаются лишь ансамбли полных слов, в то время как при произнесении эти ансамбли вырабатываются в составе всsx их элементов.

Как видно, полное слово занимает своеобразное, двойственное положение, что делает его центральной и основной единицей речи. Оно является пунктом связи звена составления слов из звуков и звена составления сообщения из слов. Находясь в первом звене, оно формируется в расчлененных элементах звукового алгоритма, находясь во втором, — оно выступает как неделимое целое, как единица, и элемент словосочетания (синтагмы). Составление расчлененного звукового алгоритма слова происходит по одним правилам, а применение слова в сообщении — по другим правилам. В этом пункте сцепления двух звеньев механизма речи происходит переход на новый код.

Для составления сообщения недостаточно

указанных видов правил, необходимы еще особые – семантические правила. В известной шутке: *Утром рано, вечером; поздно, на рассвете и т. д.* соблюдены как правила составления звукового алгоритма слов, так и синтаксические правила, но полученное сочетание не является осмысленным. Слова: *утром рано и вечером* в контексте приведенного выше высказывания применяются как равные по значению, как синонимы, в то время как в языке они существуют и будут приняты слушателем как антонимы. При этом предварительно не определена всегда возможная перемена узуальных значений этих слов.

Семантические правила определяют сочетаемость слов по их значениям. На сочетания, противоречащие этим правилам, накладывается запрет, и тем самым уменьшается количество комбинаций из некоторого числа слов, отбираемого из всего словарного фонда. В результате в категориальную, грамматическую схему включаются только некоторые из возможных слов, и сообщение делается более конкретным.

Дальнейшее уменьшение количества комбинаций слов происходят при вступлении в силу еще новых *правил*, логических, регулируемых критерием истинности и ложности. Логические

правила не относятся к звуковому составу отдельных слов, ни к синтаксическому их сочетанию, ни к семантике данного конкретного слова, а только к предметным отношениям. Сообщение: *Я вижу, что человек скачет на лошади* – по предметным отношениям равнозначно сообщению: *Я вижу скачущего на лошади человека*, хотя по грамматической схеме эти предложения различны. В том же сообщении слова *я вижу* могут быть заменены словами: *я заметил*, слово *человек* может быть заменено словом *всадник*, слово *скачет* можно заменить *едет галопом* и т. д. При такой перестройке замещаются слова с их звуковым составом и семантика каждого из слов, но предметные отношения, о которых сообщается, остаются неизмененными.

Если предмет сообщения определен, тотчас же ограничивается круг отбираемых для этого сообщения слов. В приведенном примере слово *всадник* уже нельзя заменить словом *рыба*, *стена*, *мука* и т. п., если возможность такой замены заранее не обусловлена. Таким образом, попадая в сферу предметных отношений, мы снова встречаемся с системой новых правил отбора.

Вообще говоря, ряд предметных отношений, из которого происходит отбор, является

бесконечным, потому что это объем всей действительности, могущей стать в той или другой части предметом сообщения. Однако этот ряд резко ограничивается, во-первых, кругом знаний говорящего и слушающего и, во-вторых, общей задачей сообщения. Задача и определяет отбор предмета сообщения, что выражается в том, что найдена тема изложения. Как только предмет сообщения отобран, значительно сужается круг обозначающей его лексики. Это хорошо известно, например, преподавателям иностранного языка, ведущим практический курс лексики. Они при обучении студентов, вводя новые иностранные слова, последовательно включают то физкультурную тематику, то тематику бытового разговора, то школьно-классную, то техническую, то специально научную, военную и т. п.

Однако собственно логические правила вступают в силу лишь после того, как состоялся отбор предмета сообщения. Несмотря на то, что отбор произведен, об этом выбранном предмете можно высказать бесконечное количество суждений. Бесконечность врывается снова и должна быть ограничена. Это и достигается логическими правилами, которые определяют, какой из предикатов, отбираемых в сообщении применительно к данному предмету, является

истинным. Остальные, как ложные, отбрасываются. В результате этой операции значительно сужается русло, по которому пойдет отбор слов-предикатов. Таким образом, обычное представление о том, что в суждении связываются два термина (субъект и предикат) или, по другой концепции, два явления (или признака предмета), далеко не точно, если рассматривать не формальный, а реальный процесс составления сообщения. Субъект отбирается по одним правилам, а предикат – по другим. В первом случае отбор определяется задачей сообщения и не может быть назван логическим. Нет никакой логической необходимости сообщить один раз об одном, другой раз – о другом предмете. Отбор же предикатов к данному предмету сообщения происходит на основе логических правил истинности и ложности.

Однако определяемый по логическим правилам состав предметных отношений еще не образует полного конкретного сообщения, так как одни и те же предметные отношения, как было замечено выше, могут быть высказаны в разных словах. Вот почему формальная логика имеет дело с такими образованиями, в которых еще не определены ни грамматическая форма, ни состав полных слов. Их обычно называют пропозициями,

высказываниями или предложениями, хотя они совсем не похожи на предложения в грамматическом смысле или на конкретные сообщения. Пропозиция может быть заменена схемой или матрицей, в которой слова можно заместить любыми знаками, например буквами, а истинность обозначить + и ложность—.

Таким образом, для полной конкретизации сообщения в составе только данных слов необходимы еще новые правила отбора. Говорящий обращается к людям с расчетом сообщить нечто такое, что способно перестроить их поведение. Для осуществления этого необходим учет постоянно меняющихся текущих жизненных ситуаций. Говорящий совершает речевой поступок, который вызывает разнообразные поступки со стороны лиц, принимающих его речь. При этом говорящий исходит из предположения, что передаваемое им сообщение неизвестно слушающим, что оно является ответом на возникшие у них вопросы и способно удовлетворить их определенные потребности. Возникший у слушателя вопрос может содержать полную неопределенность, поэтому ответ на него отбирается из бесконечного числа возможных сообщений. Ответ на один вопрос может вызвать появление все новых и

новых в возрастающем числе. Говоря в терминах теории информации, следует признать, что в вопросе содержится максимум энтропии, а в ответе максимум информации, так как он единственный отобран из полной неопределенности бесконечного числа возможных сообщений (если бы такой отбор был реально возможен).

Каков бы ни был ответ, даже отрицательный, он является законченным сообщением, содержащим полные слова с определенным звуковым составом, определенной их семантикой и объединенным в определенную грамматическую форму и интонацию. Это и есть данное конкретное законченное сообщение. Только после того, когда уже возникло это законченное сообщение, можно обнаружить правила, регулировавшие конечный отбор полных слов. Если думать, что до этого момента отбор определенных слов происходил из бесконечного ряда, то такой отбор вызвал бы полную случайность ответа, уничтожение информации и переход ее в энтропию. Но так как отбор полных слов определен учетом текущей ситуации, запасом знаний и слов у говорящего и пониманием при приеме сообщения слушателем, т. е. всем тем, что может быть названо целью данного конкретного

сообщения, то этой целью и определяются правила отбора конкретных слов. Узнать их можно лишь после Того, как сделано данное конкретное сообщение.

Систематическое *шу, ча, ще* ряда сообщений или речей, произнесенных тем ли другим человеком, позволяет ближе исследовать эти правила. Поэтому с известной долей вероятности можно ожидать от данного человека того или другого ответа. Руководясь учетом этих правил, например, драматург строит реплики роли, в которых зритель узнает характер изображенного лица, так как через реплики, высказанные в определенных ситуациях, может быть определена личность. Однако слушателем, как реальным участником разговора, цель сообщения не может быть учтена заранее. Иначе отпала бы необходимость самого сообщения, так как слушатель не получил бы в нем ничего нового.

В законченном сообщении обозначена определенная, выбранная часть предметных отношений. Однако количество возможных для выбора сообщений бесконечно, а число слов ограничено фондом словаря. Казалось бы, что при этом условии первый ряд не может соответствовать второму. Так и было бы, если бы слова оставались только названиями предметов,

именами. Но они не только именуют уже выделенные отношения в явлениях, а и производят самый процесс выделения отношений, они полагают, или предиктируют, признаки, относящиеся к явлениям. Это достигается тем, что в значении слова выбирается такой признак, который является общим для разных явлений, различие же самих явлений обнаруживается из всех слов контекста, каждое из которых выполняет такую же обобщающую функцию. При этом одно и то же слово по своему звуковому составу может менять значение в составе разных сообщений. В высказываниях *Рабочие построили дом* и *Ученик построил предложение* слово *строить* имеет разные значения. Поэтому в одном случае предиктируется один признак, в другом случае – другой, хотя применяемое для этого слово остается тем же самым. В результате способность одного слова замещаться другими и приобретать новые значения обеспечивает применение словаря с конечным числом слов к обозначению все новых и новых предметных отношений, принадлежащих к бесконечному ряду.

Таким образом, прежде чем будет высказано законченное сообщение в составе полных слов, должен осуществиться сложный процесс применения целой серии разных правил,

регулирующих их отбор, единственный в данной ситуации. Если даже реплика как бы мгновенно слетает с уст, путь от мысли к законченному сообщению долог. В нашем контексте достаточно выделить лишь самые общие соотношения в этом сложном процессе.

Слово, являющееся местом связи двух основных звеньев механизма речи, в одном из них (отбор звуков для слова) берется как синтетическая единица, в другом звене (отбор слов для сообщения) – как единица аналитическая. В первом случае завершается процесс синтеза аналитически расчлененных звуковых элементов, но получающиеся слова оказываются неполными. Это лишь фонд слов, возможных к применению. Во втором случае начинается поиск слов как аналитических элементов в составе целого сообщения. Отбор этих элементов определяется целью сообщения и всей указанной выше цепью отборов. Но так как нужные слова еще не появились, то средством для осуществления этих отборов могут стать разные сигналы, заменители. Среди них могут быть и слова, замещаемые в дальнейшем теми, которые войдут в сообщение. Среди таких сигналов могут быть наглядные схемы и образы, как это обнаружилось в опытах, изложенных в § 5. Иначе

говоря, происходит многократное перекодирование одних сигналов на другие, которое в конце концов заканчивается съемом с морфемной решетки полных слов в составе сообщения.

Следовательно, можно различать две основные ступени кодирования в процессе речи: а) переход от решетки фонем к решетке морфем, что закрепляется в долговременной памяти и соответствует усвоению данного языка и б) переход от "морфемной решетки с неполными словами к полным словам в составе сообщения, что осуществляется в кратковременной памяти и относится к операции составления сообщения. Второй переход (б), в свою очередь, содержит целую систему переходов кода, которые являются субъективными, так как замещающие сигналы не нормализованы и не нуждаются в нормализации.

Однако к двум указанным ступеням кодирования должна быть прибавлена третья, также основная. Ее особенность состоит в том, что с нее начинается речевой процесс, ею же и заканчивается, и, кроме того, она проходит через весь механизм речи как доминанта — это код речедвижений. Отбор требуемых речедвижений доставляет так сказать, физиологический материал как для неполных слов в составе обеих

решеток, так и для полных при составлении сообщения. Однако функции речедвижений в разных звеньях механизма речи различны. Так как речевой звук образуется в системе речедвижений, то решетка фонем, а соответственно и решетка морфем не может образоваться иначе, чем на основе речедвижений. Дело обстоит иначе в операции составления сообщения. Грамматическая схема соединения слов, возникающая сразу по принципу "все или ничего", статична. Кроме того, перед отбором конечных полных слов данного сообщения проходит серия замен слов простыми сигналами или наглядными образами. Поэтому в процессе формирования сообщения первоначальный код речедвижений вступает в силу лишь спорадически в тот момент, когда возникает необходимость удержать найденное полное слово. В остальных случаях полные слова перекодированы с речедвижений на другие более сокращенные и устойчивые сигналы. Однако нужда в первоначальном коде речедвижений увеличивается тем больше, чем ближе подходит момент перехода от внутренней речи к внешней, в которой полные слова должны быть удержаны в определенном порядке.

Роль речедвижений в соотношениях между фонемной и морфемной решетками позволяет

провести различие между устной и письменной речью, а замена, полных слов простыми сигналами в процессе формирования сообщения позволяет уловить переход от внутренней речи к внешне выраженной. Рассмотрим кратко оба случая.

Существуют два вида буквенных обозначений один из них составлен с учетом перехода от алгоритма речедвижений к решетке фонем в момент снятия полного слова — это так называемая фонетическая транскрипция. В алфавит этой транскрипции входят буквы, обозначающие полные звуки в полных словах, т. е. с учетом динамических индексов. Другой буквенный код применяется в традиционно-орфографической транскрипции. В ней не учитывается переход от речедвижений к решетке фонем, а определяется только код перехода от решетки морфем к полным словам. Следовательно, в орфографической транскрипции буквы не обозначают полных звуков с различиями позиций этих звуков в слове и слогового квантования, но вместе с тем буквы этой транскрипции составляют полные слова, которые могут узнаваться в тексте. В фонетической транскрипции записан переход от зрительно видимой речи к орфоэпической устной. В

традиционно-орфографической транскрипции переход к устной речи не записан. Поэтому он возможен лишь в том случае, когда читающий заранее усвоил обратный переход от полных слов к коду речедвижений. В остальных случаях появится не нормативное, не орфоэпическое произнесение или переход на субъективный метод чтения текстов, написанных на мертвом языке, или иностранного текста современного языка, если читающий не усвоил фонетики этого языка.

Вырабатывается в двух видах правил: один из них – правила чтения, т. е. переход от букв к произносимым словам, другие – правила орфографии, т. е. переход от произносимых и слышимых слов к буквам. Эти правила различны, так как направление переходов противоположно, хотя пункты переходов остаются тождественными. При чтении происходит процесс декодирования, а при записи слов кодирование, т. е. переход на буквенный код. Это ясно обнаруживается по трудности усвоения тех и других правил. В то время, как правила чтения (применительно к русскому языку) усваиваются относительно скоро, правила орфографии, как известно, требуют для усвоения большого труда.

Непонимание роли речедвижений в процессе усвоения буквенного зшда является одной из

главнейших методических неудач при обучении правописанию, вследствие чего усвоение орфографического навыка затягивается на очень длительный срок. В действительности же теория этого вопроса очень проста.

Слышимое и произносимое слово содержит последовательность полных звуков, квантуемых по слоговой разносильности. Записанное же слово состоит лишь из букв, которые не обладают вовсе способностью к слоговому квантованию. Следовательно, между этими двумя последовательностями нет соответствия. Задача состоит в том, чтобы их привести к эквивалентности. Для этого обучающийся должен усвоить код перехода от слышимых слов (диктант) и внутренне произносимых слов (изложение и сочинение) к зрительно видимым. Добиться выработки нового кода невозможно иначе, как опираясь на исходный, первоначальный для всех видов речи код речедвижений. Следовательно, необходимо выработать такую систему речедвижений, которая была бы в полной мере эквивалентной буквенному ряду. Иначе говоря, необходимо ввести орфографическое проговаривание учащимися всех слов прежде, чем они будут написаны. Орфографическое проговаривание потребует слогораздельного

произнесения слов, что вызовет усиление всех слоговых позиций. Нейтрализованные, слабые позиции будут во всех слотах слова одинаково Сильными, что и требуется по буквенному коду. При этом морфемный состав слова, на котором в значительной мере держится русская орфография, полностью сохранится.

Таким образом, у учащихся сформируется новый, речедвигательный код перехода к орфографическому написанию полных слов. Этот Новый код не может ни вытеснить, ни интерферировать с орфоэпическим кодом, усвоенным в раннем детстве, по следующим причинам. Орфоэпический код речедвижений включен в систему устной речи, в то время как орфографический включен в систему письменной речи. По известному в физиологии закону переключения, в обстановке устной речи вступит в силу орфоэпический код, а в обстановке письменной речи – орфографический. Было бы невероятным предложение, чтобы ученик в бытовой, скороговорной речи перешел на послоговое проговаривание. Такая речь тотчас же получит отрицательную санкцию со стороны взрослого. Такой переход на послоговое проговаривание в устной речи был бы столь же невероятным, как переход на пение вместо речи,

хотя ученики обучаются и пению. Попеременное же переключение с одного кода на другой, в гораздо более сложных условиях, встречается, например, у переводчиков, которые быстро кодируют и декодируют с одного языка на другой без орфоэпической интерференции.

Изложенная кратко концепция орфографического проговаривания практически давно была известна педагогам. В первой четверти нашего века этот прием применял А. П. Флеров. В дальнейшем, под влиянием идей И. П. Павлова о речевых кинестезиях как основном компоненте второй сигнальной системы, появляются экспериментальные исследования Л. К. Назаровой¹⁶¹ и Л. Н. Кадочкина¹⁶², в которых показывается, что орфографическое проговаривание является мощным средством для усвоения большинства орфограмм. В последнее время этот метод был с успехом применен Н. Н. Китаевым¹⁶³ для обучения учащихся написанию слов с непроверяемыми и трудно проверяемыми орфограммами.

Конечно, систематическое применение методики орфографического, послогового проговаривания как средства усвоения орфографического навыка в русской школе нуждается еще в дальнейшем всестороннем

исследовании. В этой связи теория данного вопроса, изложенная с учетом всего механизма речи, представляет значительный научно-практический интерес.

Не менее практически важным являются и теоретические выводы о кодовых перестройках в другом звене речевого механизма – в операции отбора слов для сообщения. Здесь обнаруживаются соотношения между внешне выраженной речью и внутренней.

В операции отбора слов для сообщения происходит многократная кодовая замена полного, расчлененного на элементы слова простыми, нерасчлененными сигналами. При этом возможны также два направления перехода. При понимании произнесенного или написанного текста (декодирование) осуществляется переход от внешне выраженных полных слов к общему смыслу сообщения. При составлении текста в устной или письменной речи (кодирование) происходит переход от общего смысла сообщения к полным, внешне выраженным словам. Хотя обе деятельности осуществляются во внутренней речи и пункты переходов остаются теми же самыми, процесс понимания текста и процесс его составления совершенно различны, так как различны операции кодирования и

декодирования.

Вследствие того, что замена полного слова простым сигналом или наглядным образом не может быть нормализована, то код составления сообщения во внутренней речи является субъективным. Это обстоятельство и вызывает трудности как при усвоении знаний путем понимания прочитанного, так и особенно при обучении изложениям и сочинениям. Известно, что учащиеся младших классов скорее повторяют прочитанный текст в тех полных словах, в которых он составлен, чем перескажут его своими словами. Это значит, что у учащихся младших классов еще не выработался в полной мере код перехода от полных слов к простым сигналам. Вследствие этого они не могут уловить общего смысла текста и: перекодировать его на другие (свои) полные слова.

Отобранный простой сигнал или наглядный образ позволяет удержать часть текста. Вследствие этого весь текст сокращается и фиксируется, как по вехам, в этих простых сигналах. Следуя по этим фиксированным сигналам, можно заново восстановить текст. Однако восстановление происходит не в тех полных словах, которыми был записан прочитанный текст, а словами эквивалентными,

т. е. сохраняющими общий смысл куска текста. Иначе говоря, необходимо произвести перефразировку или эквивалентную замену одних слов текста другими словами. В этом и состоит процесс понимания текста, точность которого может быть проверена адекватным воспроизведением предметных отношений, обозначенных в тексте.

Усвоение этого механизма, как и овладение всяким новым кодом, конечно, требует времени и систематически направленных мероприятий.

Обычно в практике школы такая работа производится путем расчленения учащимися читаемого текста на куски, озаглавливания этих кусков и пересказа по частям. Изредка практикуются перефразировки и перестройки отдельных предложений. Все эти приемы помогают учащимся заместить сложные словесные образования более простыми, по которым, как по вехам, могло бы пройти воспроизведение, теперь уже понятного текста. Так как задача на замену слов может иметь несколько решений, то учащийся в конце концов усваивает самый, метод замен и в дальнейшем пользуется наиболее для него удобными. Так "вырабатываются субъективные простые сигналы как средство декодирования сложного текста.

Однако эта работа в школе идет ощупью, опираясь в большей мере на опыт и интуицию талантливых педагогов, чем на общепризнанные положения теории механизма речи. Об этом свидетельствуют весьма различные результаты работы, получаемые разными педагогами. Особенно бросается в глаза то, что работа с текстом проводится почти исключительно преподавателями русского-языка, тогда как тексты учебной литературы применяются на уроках по всем школьным предметам.

В этой связи нельзя умолчать об одном поразительном явлении, которое каждый легко может наблюдать в школе. На иеремне учащиеся живо, весело и очень выразительно рассказывают друг другу о том или другом событии из их жизни. Но как только тот же учащийся отвечает на уроке, его речь оказывается сковашью, монотонной, мало последовательной и прерывающейся. Это результат того, что подлежащий пересказу текст учебника при его изучении не был понят расчлененно и не был переработан по простым вехорым словесным заменам. Вследствие этого учащийся не может сформулировать в одном кратком тезисе некоторый кусок текста. В освоении и работе над текстом по всем школьным предметам нуждаются учащиеся не только

младших, но и старших классов, так как тексты по мере перехода в старшие классы усложняются. Систематизация этой работы возможна лишь на основе достаточно разработанной теории механизма речи.

Самостоятельное составление текста является обратным процессом по сравнению с процессом понимания текста. Перед началом работы у составляющего текст нет полных слов, которые в конце концов должны быть в него включены. Он должен отобрать из большого лексикона определенную часть известных ему слов. При этом должны вступить в действие все те правила, о которых говорилось выше. Эта работа также проходит во внутренней речи и заканчивается внешне выраженной, письменной. Формирование механизма составления текста не заканчивается в средней школе, а так или иначе продолжается почти всю жизнь человека. Наиболее трудным является упреждение тех слов, которые предстоят включению в текст, так как только при учете этих слов весь текст приобретает цельность и становится последовательным. В процессе упреждения слова уже записанные, упреждаемые и в данный момент вписываемые индуцируют друг друга. Вследствие этого даже хорошо известные слова не мобилизуются из словарного фонда, а

текст составляется по коротким кускам, а в младших классах даже по отдельным предложениям, оторванным друг от друга¹⁶⁴.

Если при понимании текста затруднение вызывает выработка субъективного кода, то при составлении текста, наоборот, субъективный код оказывается неэквивалентным нормализованному коду письменной речи. Так, ученик, стараясь описать что-либо, например цолик, окруженный садом, сразу пишет об окнах домика или о подсолнухах в огороде, но для читателя остается неясным, о каких окнах и подсолнухах он говорит так как в предшествующем тексте ничего не было сказано ни о том, ни о другом. Это значит, что для пишущего в его представлении был ясен предмет изложения, но он остается неопределенным для читающего, так как наличное представление не расчленено на такие слова, по которым можно было бы восстановить то же представление. Как правило, при перечитывании собственного текста всплывает весь ход задуманной мысли, тогда как для постороннего читателя многое в этом тексте остается непонятным. Вот почему процесс кодирования в письменной речи значительно более сложен, чем процесс декодирования. Пишущий должен не записывать текст "для себя", а рассчитать по возможности то, как он будет

принят читателем.

Стоит ли повторять, что всестороннее исследование механизма составления сообщения из слов позволит систематизировать усилия по усовершенствованию и формированию умения самостоятельного составления текстов, т. е. письменной речи, как одного из самых совершенных средств общения людей.

В заключение все же хотелось бы повторить ту мысль, которая лежит в основе всей этой работы. Эта мысль принадлежит И. П. Павлову, мы старались лишь пополнить ее конкретным содержанием, оснастить фактическими данными и, оперев на направляющие гипотезы, приблизить то время, когда она превратится в законченную теорию речевого процесса. Эта мысль о роли речедвижений, как начального кодового ключа, который лежит в основе всего сложного механизма речи. На эту проблему обращалось всегда так мало внимания, что она, отодвинутая в урезанном виде в один из параграфов традиционной фонетики, не сулила никаких перспектив для нахождения великого пути от звука к мысли. Величие открытия И. П. Павлова состояло в том, что он, вероятно, и не зная профессионально фонетику, во всяком случае аргументируя независимо от нее, пришел к выводу о том, что речедвижения

являются основой мыслительной деятельности. Так, часто истина оказывается проще, чем о ней думают. В большинстве случаев она скрывается в простых элементах, так как все сложное возникает из них. Пусть любознательность и практическая нужда толкают нас прямо к этому сложному, но научная теория должна раскапывать пути к изучению простых элементов.

Примечания

* Текст приводится по изданию:

Н. Жинкин. Механизмы речи. — М.: Издательство академии педагогических наук, 1958.

¹ Мысль об отличии общего подхода при изучении нейродинамики от изучения специфических видов деятельности развил Л. А. Орбели: ...когда мы говорим о динамике нервных процессов, о которых говорил Иван Петрович Павлов и которой он занимался, о динамике усложнения нервных процессов, есть полное право пользоваться теми закономерностями, которые установлены для нервных приборов вообще. Вот если бы Иван Петрович захотел от этого перейти к изучению качественных отличий отдельных систем и отдельных форм реагирования, он заговорил бы тоже о специфичности. Он ее, конечно, учитывал, но он этой стороной дела не занимался, эту сторону дела он оставил для будущего. (О некоторых формах критики учения И. П. Павлова, Труды физиологического института имени И. П. Павлова, т. IV, изд-во АН СССР, 1949, стр. 1516).

² "Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова", т. 40, 1954, No 6, стр. 727. 22

³ Г. В. Гершуни, Изучение ощущений в условных реакциях человека. Труды Физ. ин-та им. И. П. Павлова, т. IV, изд-во АН СССР, 1949, стр. 20.

⁴ Доклады на совещании по вопросам психологии, изд-во АПН РСФСР, 1954, стр. 157.

⁵ Т а м же, стр. 138.

⁶ Доклады на совещании по вопросам психологии, изд-во АПН РСФСР, 1954, стр. 143.

⁷ Е. И. Бойко, Пограничные проблемы психологии и физиологии, "Известия АПН РСФСР", 1954, вып. 53.

⁸ Л. А. Шварц, К вопросу о взаимодействии первой и второй сигнальных систем, "Известия АПН РСФСР", 1954, вып. 53, стр. 174.

⁹ Н. И. Красногорский, Труды по изучению высшей нервной деятельности человека и животных, т. I, Медгиз, 1954.

¹⁰ Совещание по вопросам физиологии и патологии речевой деятельности. Тезисы, Л., 1955. стр: 9:

¹¹ Т а м же, стр, 42,

¹² "Журнал высшей нервной деятельности", 1954, т. IV, вып. 4, стр. 557.

¹³ Т а м же, стр. 459.

¹⁴ М. В. Матюхина, Образование условного фотохимического рефлекса на сложные непосредственные и словесные раздражители у человека. "Известия АПН РСФСР", 1956, вып. 81.

¹⁵ М. С. Лебединский, Вопросы психотерапии неврозов. Сборник "Неврозы" Труды конференции, посвященной проблеме неврозов, Гос. изд-во Карельской АССР, Петрозаводск, 1956, стр. 76–77.

¹⁶ Термин "кинестезия" составлен из двух греческих слов, которые на русский язык переводятся как "двигательные ощущения". Однако И. П. Павлов, концепция, которого

положена в основу наших исследований, нигде не говорит об "ощущениях", а имеет в виду кинестезические раздражения, идущие от органов речи. Он говорит о нервных импульсах, не ставя вопроса о том, ощущаются ли они или нет. В дальнейшем, применяя термин "кинестезия", мы будем иметь в виду только нервные импульсы обратной связи. Вопрос о двигательных ощущениях и представлениях будет выделяться особо.

¹⁷ Вудвортс, Экспериментальная психология, изд-во ин. лит-ры, 1950, стр. 317.

¹⁸ А. Н. Соколов, Внутренняя речь и понимание, Ученые записки Института психологии АПН РСФСР, т. II, 1941, стр. 99–146.

¹⁹ С. М. Блинков, О нарушении письма при поражении теменной доли, "Известия АПН РСФСР", 1948, вып. 15, стр. 73–81.

²⁰ А. Р. Лурия, Очерки по психологии письма, изд-во АПН РСФСР, 1950. о

²¹ Л. К. Назарова, О роли речевых кинестезии в письме, "Советская педагогика", 1952, No 6, стр.

37–51.

[22](#) Л. Н. Кадочкин, Роль усиления речевых кинестезии в процессе формирования орфографических навыков, 1954. Кандидатская диссертация и статья в журнале "Вопросы психологии", 1955, No 3.

[23](#) Ф. В. Бассин и Э. С. Бейн, О применении электромиографии в исследовании речи. Материалы совещания по психологии, изд-во АПН РСФСР, 1957.

[24](#) Л. А. Новикова, Электромиографическое исследование речевых кинестезии V слышащих и глухонемых детей. Материалы совещания по психологии, изд-во АПН РСФСР, 1957

[25](#) А. Н. Соколов, О речевых механизмах умственной деятельности, "Известия: АПН РСФСР", 1956, вып. 81, стр. 65.

[26](#) М. И. Земцова. К вопросу о роли кинестезии в зрительном восприятии предметов, "Вопросы психологии", 1955, No 2, стр. 77.

[27](#) См. стр 51.

²⁸ См. стр. 51.

²⁹ А. Р. Лурия, Травматическая афазия, изд-во АМН СССР, 1947, стр. 133.

³⁰ А. Р. Лурия, Травматическая афазия, изд-во АМН СССР, 1947, стр. 143

³¹ А. Р. Лурия, Травматическая афазия, изд-во АМН СССР, 1947, стр. 113.

³² Там же, стр. 115.

³³ Там же, стр. 79.

³⁴ А. Р. Лурия. Травматическая афазия, изд-во АМН СССР, 1947, стр. 107 и сл.

³⁵ "Цитоархитектоника коры большого мозга человека". Медгиз, 1949, статьи М. М. Курепина и А. А. Хачатуряна, стр. 295.

³⁶ Там же, статья Е. П. Кононовой, стр. 340 и сл.

³⁷ И. Б. Штерн, Морфологическая характеристика центрального конца слухового и

речедвигательного анализаторов у глухонемых, "Известия АПН РСФСР", 1954, вып. 62.

³⁸ Ф. Ф. Рау, Роль произношения в усвоении глухонемыми детьми языка слов "Известия АПН РСФСР", 1954, вып. 62, стр. 31 и сл.

³⁹ Штейнберг и Френч. (Steinberg T. and French, The portrayal visible speech. Acoust. Soc. Amer., 1946, 18).

⁴⁰ Стетсон. (R. H. Stetson, Motor phonetic, a study of speech movements in action. Amsterdam, 1951, s. 56).

⁴¹ Ф. Ф. Рау, Роль произношения в усвоении глухонемыми детьми языка слов. "Известия АПН РСФСР", 1954, вып. 62, стр. 49.

⁴² См., например, М. Е. Хватцев, Логопедия, Учпедгиз, 1951, стр. 198.

⁴³ А. В. Шокина, Некоторые особенности расстройства дыхания при коммоционно-контузионных логопатиях, Труды Ленинградского научно-исследовательского ин-та по болезням уха, носа, горла и речи, т. VIII, Медгиз, Ленинградское

отделение, 1947, стр. 166.

⁴⁴ С. Н. Ржевкин. Слух и речь в свете современных физических исследований, изд-во ОНТИ, 1936, стр. 78.

⁴⁵ От предметных значений слов следует отличать коммуникативные значения, применение которых определяется другими правилами. Так иногда может быть "неудобно" или "невежливо" про *Ивана Петровича* сказать: "Он пришел".

⁴⁶ В. С. Казанский и С. Н. Ржевкин, журнал "Прикладная физика", 1928, No 5.

⁴⁷ Л. Б. Дмитриев. Об акустической природе некоторых физиологических приспособлений голосового аппарата при пении, "Проблемы физиологической акустики", т. II, изд-во АН СССР, 1955, стр. 34.

⁴⁸ А. А. Харкевич. Очерки *общей* теории связи, Гос. изд-во технико-теоретич. лит-ры, 1955, стр. 18 и сл.

⁴⁹ Там же, стр. 19.

50 С. Н. Р ж е в к и н. Слух и речь в свете современных физических исследований, изд-во ОНТИ, 1936, стр. 263.

51 Ю. С. Быков, Теория разборчивости речи в линиях связи, Оборонгиз, 1954, стр. 14.

52 Научное совещание по вопросам акустики. Тезисы докладов, Л., 1954, стр. 21.

53 Б. А. Шварц, Новые результаты спектрального анализа звуков и его возможности. Тезисы на совещании по физиологической акустике, 1934, стр. 36.

54 А. А. Х а р к е в и ч. Очерки общей теории связи, Гос. изд-во технико-теоретич. лит-ры, 1955, стр. 29.

55 Н. А. Гарбузов, Зональная природа тонального слуха, "Проблемы физиол. акустики", т. II, изд-во АН СССР, 1950, стр. 139.

56 Зонная природа темпа и ритма, 1950, стр. 3—4.

57 Зонная природа музыкального слуха, "Проблемы физиол. акустики", изд-во АН СССР,

1950, стр. 138

[58](#) С кривыми Флетчера можно познакомиться по статье И. Г. Дрейзена "Аналитическая интерпретация кривой (шкалы) нормальной громкости", "Проблемы физиол.. акустики", т. II, 1950, стр. 95.

[59](#) См. А. Беранек, Акустические измерения, изд-во ин, лит., М.–Л., 1952, стр. 255.

[60](#) Зонная природа темпа и ритма, 1950, стр. 60–71.

[61](#) Ю. С. Быков, Теория разборчивости речи в линиях связи, Оборонгиз, 1954.

[62](#) Там же, стр. 56.

[63](#) Ю. С. Быков, Теория разборчивости речи в линиях связи, Оборонгиз, 1954, стр. 57.

[64](#) Описание аппарата Дадли дано по изложению А. Беранека "Акустические измерения", изд-во ин. лит., М.–Л., 1952, стр. 248.

[65](#) А. А. Реформатский. Введение в языкознание,

Учпедгиз, 1955, стр. 21.

⁶⁶ С. К. Шаумян, Проблема фонемы, "Известия АН СССР". Отделение языка и литературы, 1952, вып. 4, т. XI, стр. 324.

⁶⁷ R. H. Stetson, Motor phonetics, Amsterdam, 1951, s. 5.

⁶⁸ Л. А. Чистович, Об изменении порога различения звукового раздражения при изменении его сигнального значения. "Физиологический журнал им. И. М. Сеченова", т. XLI, 1955, No 9, стр. 185.

⁶⁹ См. "Известия АН СССР". Отделение языка и литературы,, т.. XI, вып. 6 1952, стр. 544.

⁷⁰ См. "Известия АН СССР", т. XII, вып. 6, 1953, стр. 532.

⁷¹ См., например, тезисы доклада Л. А. Чистович "Об особенностях восприятия звуков речи". Пятое совещание по вопросам восприятия речи, Л., 1956, стр. 21–22.

⁷² Л. А. Чистович, Значение соотношений

интенсивностей составляющих сложного звукового сигнала для его различения. Научное совещание по вопросам физиолог, акустики, 1954, стр. 34.

⁷³ Б. М. Теплов, Психология музыкальных способностей, изд-во АПН РСФСР, 1947, стр. 150.

⁷⁴ Некоторые наблюдения по этому вопросу изложены в работе автора "Развитие письменной речи от III до VII класса", "Известия АПН РСФСР", вып. 78, 1956.

⁷⁵ Л. Д. Работнов, Основы физиологии и патологии голоса певцов, Гос. муз. изд-во, М., 1932, стр. 135–136.

⁷⁶ "Ученые записки МГПИИЯ", т. VIII, 1954, стр. 24.

⁷⁷ Л. Н. Скородумов, Новый метод экспериментального исследования речевой функции и ее приложения в психиатрии. "Обозрение психиатрии", 1913, No 1; Сущность и происхождение ударений и ритма речи, "Вестник психиатрии", 1914, No 2.

⁷⁸ В. А. Богородицкий, Курс экспериментальной фонетики, Казань, 1917, вып. 1, стр. 51–52; Фонетика русского языка в свете экспериментальных данных, "Казань, 1930, стр. 226–228.

⁷⁹ П. Енько, Опыт применения рентгенографии к изучению артикуляции, "Известия отделения русского языка и словесности АН", 1912, т. XVII, кн. 4.

Применение рентгенографии для изучения певческого голоса началось вскоре после открытия Рентгена. См. Seh ei er (Шейер), Zur Aufwendung der Rцntgenstrahlen fцr Phisiologie der Gesang, Berlin, 1898.

⁸⁰ П. Елько, Опыт применения рентгенографии к изучению артикуляции, "Известия отделения русского языка и словесности АН", 1912, т. XVII, кн. 4Г стр. 275.

⁸¹ O. Rцssel, Speech and voice, New York, 1931.

⁸² Richard Hollbrook, Francis Carmody, X. Ray studies of speech articulations, University of California, 1937.

⁸³ Iosef Chiumsky, Albert Pauphilet, Bohumir Palland, Radiographie fracouzskych samohlбsek a polosamohlбsek. Praha 1938.

⁸⁴ Tarneaux avec la collaboration de S. Borel-Maisonny, Traitй pratique de phonologie et de phoniatrie. La voix, la parole, le chant, 1941.

⁸⁵ Эти работы напечатаны в "Ученых записках МГПИИЯ", т. VIII, 1954.

⁸⁶ Л. Д. Работнов, Основы физиологии и патологии голоса певцов, Гос. муз. изд-во, М., 1932.

⁸⁷ См. указанную выше работу, стр. 57.

⁸⁸ Я. Л. Шик, Рентгенофизиология дыхания, "Вопросы общей и частной рентгенологии", изд-во АН СССР, 1937, Труды Гос. ин-та усовершенств. врачей им. С. М. Кирова.

⁸⁹ Техника рентгенокимографии будет раскрыта в следующей главе.

⁹⁰ Ф. Ф. Заседателев. Научные основы постановки голоса, изд. 2-е, Гос. муз, изд во, 1929.

⁹¹ R. H. Stetson, Motor phonetics a study of speech movements in action, second ed. Oscilograph laboratory Oberlin college, Amsterdam, 1951.

⁹² Там же.

⁹³ Назначение этого электрода мало понятно, так как внутренние мышцы гортани закрыты мышцами шеи. *Стетсон* и не приводит кривых движений m. vocalis.

⁹⁴ Я. Л. Шик, Рентгенофизиология дыхания, "Вопросы общей и частной рентгенологии", 1937, стр. 73.

⁹⁵ Ф. Ф. Заседателев, Научные основы постановки голоса, 1929, стр. 22.

⁹⁶ Bohuslav Hala, Slabika její podstata a vyvoj. Praha, 1956, Československй akademie vld.

⁹⁷ W. Meyer-Eppler (Bonn), Zum Erzeugungsmechanismus der Gerduschknite, "Zeitschrift für Phonetik, 1953, Heft 3/4, S. 196.

⁹⁸ Eck, Technische Strömungslehre, Berlin, 1944.

99 Если вода в тонкой трубке движется с малой скоростью, то пущенная в нее краска будет распространяться вдоль трубки в виде тонкой очерченной нити. Такое слоистое движение жидкости или газа в гидродинамике и аэродинамике называется ламинарным (*lamina* – слой). Если частицы воды или газа движутся перпендикулярно потоку, т. е, возникает их перемешивание, такое движение называется турбулентным.

100 Это соотношение он выражает формулой.

$$P_s = a (7,1 \cdot 10^6 h^2 p_u - 3,25 \cdot 10^6.$$

101 Рэлей, Теория звука, русск. перев., 1955, т. II, стр. 218.

102 Там же, т. II, стр. 453.

103 К этому можно добавить, что основной тон, различный для разных гласных *n* зависящий только от формы и объема надставной трубки (а не голосовых связок), возможно получить не только на шепоте, но и на громком свисте. По наблюдениям Андрэ Класа, жители гористых

островов Гомеры (Канарские острова) переговариваются друг с другом на дальних расстояниях при помощи свиста, образуемого при введении пальцев в рот. При этом они артикулируют задней частью языка гласные испанского языка. Спектрограмма обнаруживает характерные изменения каждого гласного, по которым они и узнаются. На согласных возникает перерыв, что не мешает понимать речь вследствие фразовой избыточности.

104 Более подробное описание этого прибора и принципиальная схема даны в статье автора "Восприятие ударения в словах русского языка", "Известия АПН РСФСР", 1954, вып. 54, стр. 18.

105 Электромагнитный рекордер сконструирован в лаборатории экспериментальной фонетики и психологии речи под руководством проф. В. А. Артемова и доктора технических наук Л. А. Ильина. Запись на рекордере производилась в этой же лаборатория.

106 Историю рентгенокимографии, ее применение к изучению физиологии дыхания и технику расчетов можно найти в хорошем изложении в книге В. И. Соболева "Основы

рентгенокимографии легочного дыхания", 1948, изд-во Военно-морской медицинской академии.

¹⁰⁷ См. указанную выше работу.

¹⁰⁸ Wolf, Sprache und Ohr, 1871.

¹⁰⁹ Lehrbuch d. Phonetik, 1913, S. 191.

¹¹⁰ Мы упускаем некоторые варианты гласных.

¹¹¹ Otto von Essen (Hamburg), Über die spezifische Schallwirksamkeit der Laute, Zeitschrift für Phonetik, 1953, Heft 1/2.

¹¹² Полная таблица разномощности звуков речи по Флетчеру приведена в книге С. Н. Ржевкина "Слух и речь в свете современных физических исследований", изд-во ОНТИ. 1936, стр. 289. (Звуки обозначены буквами русского алфавита.)

¹¹³ Более подробно способ установления этого ряда изложен в работе автора "Восприятие ударения в словах русского языка", "Известия АПН РСФСР", 1954, вып. 54.

¹¹⁴ В тех случаях, когда в восходящей дуге слога

встретится взрывной звук, может появиться перерыв. Однако такой перерыв легко отличается от слоговой нисходящей ветви, образуемой гласным.

115 В этом параграфе представлен материал в произнесении двух дикторов, хорошо владеющих русским языком.

116 Для акустического анализа в данном случае не имеет значения синтаксическая искусственность получившейся фразы.

117 В представленных здесь фото промежутки между слогами срезаны для экономии места.

118 Близкий по значению термин "тонема" применила в своей диссертации В. С. Федосеева. Автореферат "Интонация ответа в современном русском языке", 1951, стр. 3–4.

119 Иллюстрации взяты из работы В. В. Бунака "Происхождение речи по данным антропологии", сб. "Происхождение человека и древнее расселение человечества", изд-во АН СССР, 1951, стр. 220.

¹²⁰ Если оценить в полной мере то обстоятельство, что надставная трубка является эквивалентной "чрезвычайной прибавке", то появляется новое методическое средство для определения времени возникновения человеческой речи. Применяв корреляционный метод, при помощи которого по наличным элементам определяют вероятность появления других, принадлежащих к той же системе, было бы возможно по ископаемым остаткам обезьяньих предков человека установить структуру, с которой уже началось образование надставной трубки.

¹²¹ Носовой резонатор можно исключить со счета, так как он не меняет своего объема.

¹²² См. Грамматика русского языка, т. I, стр. 72. изд-во АН СССР, 1932, а также Р. Н. А в а н е с о в, О слогоразделе и строении слога в русском языке, "Вопросы языкознания", 1954, кн. 6, стр. 90.

¹²³ Формантный состав звуков русской речи, "Проблемы физиол. акустики", т. No1, 1955, стр. 14.

¹²⁴ М. И. Матусев и ч, Л. В. Щерба как фонетик,

Сб. "Памяти академика Л. В. Щербы", 1951, стр. 75.

¹²⁵ Прошедшее несовершенного изъявительного наклонения от глагола *essen*.

¹²⁶ И. Е. Горон, Радиовещание, Связьиздат, 1944, стр. 5.

¹²⁷ М. И. Матусевич, Л. В. Щерба как фонетик, Сб. "Памяти Л. В. Щербы", 1951, стр. 78–79.

¹²⁸ Н. И. Жинкин 257

¹²⁹ Последний звук *m* в последнем варианте не зафиксирован, так как в киноаппарате окончился запас пленки.

¹³⁰ Ф. Ф. Заседателев. Научные основы постановки голоса, изд. 2-е, Гос. муз. изд-во, 1929, стр. 35.

¹³¹ С. Н. Ржевкин, Слух и речь, М–Л., изд-во ОНТИ, 1935, стр. 240.

¹³² Raul Husson, Etude des phénomènes physiologiques et acoustiques fondamentaux "de la voix chantée", Paris, 1952.

¹³³ Otto Jespersen, Lehrbuch der Fonetik, 4 Aufl, 1926, S. 116–120

¹³⁴ Otto Jespersen, Lehrbuch der Fonetik, 4. Aufl., 1926, S. 119.

¹³⁵ В. Г. Гинзбург делал целый ряд сообщений о своей работе и любезно предоставил в мое распоряжение некоторые прямые рентгенограммы гортани.

¹³⁶ И. К. Самойловой показано на чистых тонах, что эффект маскировки появлялся и в том случае, когда маскирующий теин следовал за маскируемым. Тезисы V Совещания по вопросам речи, Л., 1956, стр. 18.

¹³⁷ См. Большая Медицинская Энциклопедий, т. VII, стр. 628, статья Л. Д. Работнова "Голос".

¹³⁸ Л. Д. Работнов, Основы физиологии и патологии голоса певцов. Гос. муз. изд-во, М., 1930, стр. 39.

¹³⁹ Это явление может быть установлено только по крайней левой полосе, соответствующей середине

купола, так как в других полосах следует учитывать кривизну купола.

¹⁴⁰ На этой кимограмме хорошо заметно синхронное с диафрагмой движение ребра.

¹⁴¹ Baldtberger, Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 1921, Bd. 61,

¹⁴² Ф. А. Михайлов и А. Антонов, О сократительности легкого и ее значении для акта дыхания, "Клиническая медицина", 1952, кн. 8. Ф. А. Михайлов, Теория и практика лечебного пневмоторакса, Медгиз, 1952.

¹⁴³ См., например, три статьи М. Я. Бабицкого в сборнике "К изучению роли нервной системы в патогенезе и лечении туберкулеза", вып. 1, Медгиз, 1954.

¹⁴⁴ "Проблемы туберкулеза", кн. 2, март–апрель, 1952, стр. 15.

¹⁴⁵ Там же, стр. 19.

¹⁴⁶ Там же, стр. 25 и следующие.

147 Бронхография производилась канд. медицинских наук И. В. Макаровым при консультации проф. Н. А. Панова. Пользуюсь случаем принести им глубокую и сердечную благодарность за помощь и чуткость, которую они проявили к работе, не имеющей прямого отношения к медицине.

148 "Рентгенофизиология дыхания". "Вопросы общей и частной рентгенологии", изд-во АН СССР, 1937. Труды Гос. института усовершенств. врачей им. С. М. Кирова, стр. 82.

149 "Цитоархитектоника коры большого мозга человека", Медгиз, 1949, гл. XVIII. Е. П. Кононова, Лобная область, стр. 340.

150 "Цитоархитектоника коры большого мозга человека", Медгиз, 1949, гл. XVIII Е. П. Кононова, Лобная область, стр. 340.

151 Л. Б. Дмитриев, Физиологические приспособления голосового аппарата при пении, "Проблемы физиол. акустики", т. III, стр. 40.

152 М. В. Сергиевский, Дыхательный центр млекопитающих животных, Медгиз, 1950, стр.

238.

¹⁵³ Там же, стр. 237.

¹⁵⁴ М. В. Сергиевский, Дыхательный центр млекопитающих животных, Медгиз, 1950, стр. 4.

¹⁵⁵ Конференция в Пекине по вопросам реформы китайской письменности и нормализации китайского языка. Обзор Н. Н. Короткова. "Вопросы языкознания", 1956, кн. 2, стр. 131.

¹⁵⁶ Выражаю благодарность дирекции Института дефектологии и персоналу воспитателей, помогавших отбору испытуемых и проведению наблюдений.

¹⁵⁷ Знак (—) над буквами означает увеличение длительности произнесения, соответствующих звуков.

¹⁵⁸ О. С. Кулагина и И. А. Мельчук. Машинный перевод с французского языка на русский, "Вопросы языкознания", 1956, No 5, стр. 111.

¹⁵⁹ Проблема избыточности признаков речевого звука хорошо показана в работе Р. Якобсона и М.

Хёлле. (Roman Jakobson and Morris Halle, Fundamentals of Language, 1956, стр. 9.).

¹⁶⁰ Более подробное изложение результатов этой серии опытов предполагается опубликовать в отдельной статье.

¹⁶¹ Л. К. Назарова, О роли речевых кинестезии в письме, "Советская педагогика", 1952, No 6, стр. 37–51.

¹⁶² Л. Н. Кадочкин, Роль усиления речевых кинестезии в процессе формирования орфографических навыков, 1954. Кандидатская диссертация, см. также статью в журнале "Вопросы психологии" на ту же тему, 1955, No 3, стр. 71.

¹⁶³ Н. Н. Китаев, Методика обучения правописанию слов с непроверяемыми и трудно проверяемыми орфограммами для V и VII классов (на правах рукописи) изд-во АПН РСФСР, 1956.

¹⁶⁴ Этот вопрос более подробно изложен в работе автора "Развитие письменной речи учащихся III–VII классов". "Известия АПН РСФСР", 1956, вып. 78.