

ГЛУХОТА И СУРДО

Доктор технических наук, профессор В. ЦУКЕРМАН,
кандидат педагогических наук И. ЦУКЕРМАН.

Самая большая роскошь на земле— это роскошь человеческого общения.

Антуан Сент Экзюпери
«Земля людей».

Человек потерял слух. Несчастье может случиться в любом возрасте. Оно может произойти быстро — в течение нескольких часов или медленно — с постепенным угасанием слуха на протяжении многих лет, а иногда и десятилетий. Уровень остаточного слуха также меняется в очень широких пределах — от сравнительно небольшой потери, когда человек различает громкую речь произносимую вблизи уха, до практически полной глухоты.

Существует много причин утраты слуха. По данным некоторых авторов, от 25 до 45% всех дефектов относится к наследуемым формам глухоты. Но в большинстве случаев ослабление и потеря слуха — результат инфекционного заболевания или травмы. В последнее время стали успешно лечить некоторые формы глухоты. Известны, например, положительные результаты, достигнутые в области хирургии отосклероза. Однако многие заболевания внутреннего уха, являющиеся следствием гриппозной инфекции, менингита, скарлатины и других болезней — в частности, различные формы невритов, до сих пор крайне трудно поддаются лечению.

Отсутствие единой методики выявления глухоты не позволяет точно определить число людей с дефектами слуха. Принято считать, что тяжелыми формами глухоты страдает 0,1% населения, число слабослышащих в 4—5 раз больше. В одном из американских научных журналов (1969 г.) указывалось, что общее число людей с различными дефектами слуха в США превышает 8 миллионов человек — 4% всего населения страны.

Слух тесно связан с речью. Если его утрата произошла в первые месяцы или годы жизни, — без специального обучения ребенок остается немым. Только самоотверженный труд сурдопедагога, использующего современные методы обучения, настойчивость ученика и родителей позволяют научить говорить такого ребенка. Потеря слуха в 8—10-летнем возрасте и старше, как правило, не нарушает речь. Однако и в этом случае утрата контроля за собственным произношением и уровнем окружающего шума часто делает речь малоразборчивой.

Как вернуть таким людям радость человеческого общения? Какими способами пользуются глухие для разговора друг с другом и окружающими? Насколько помогают современные аппараты вернуть неслышащих людей в мир звуков, позволить им воспринимать речь в ее естественном звучании? Что можно ожидать в ближайшие годы от сурдотехники — отрасли приборостроения, задачей которой является совершенствование существующих и создание новых аппаратов, помогающих общению глухих? Попытаемся ответить на эти вопросы.

РЕЧЬ И МОЗГ

Огромный объем информации, передаваемый устной речью, в конечном счете определяется комбинациями трех основных характеристик звука — частоты (высоты тона), интенсивности и продолжительности звучания и их изменений во времени. Диапазон звуковых частот, используемых для речевого общения, лежит в пределах 100—12 000 Гц (герц), хотя благодаря избыточности информации речь остается разборчивой и при полосе частот 300—2 500 Гц (полоса частот в линиях телефонной связи). Основной элемент речи — фонема. Число фонем обычно превышает число букв, необходимых для письменного отображения речи. В русском языке, алфавит которого имеет 33 буквы, число фонем достигает 42. Такие звуки, как, например, «т» и «ть», относятся к различным фонемам. Несмотря на все многообразие индивидуальных особенностей произношения, фонемы всегда сохраняют свои типичные, неизменяемые отличительные признаки — спектр тонов определенной интенсивности и длительности. Эти группы тонов наибольшей интенсивности называют формантами. Фонема «а», например, характеризуется двумя основными формантами с частотами 900 и 1 500 Гц, «и» — 300 и 3 000 Гц. Обе форманты этих фонем возникают практически одновременно. Наиболее высокочастотными формантами обладают фонемы согласных «с» — (8 000 Гц) и «фь» (12 000 Гц).

Голосовые связки, изменение положения языка, губ, объема и формы полости рта (артикуляционный аппарат) формируют звуки речи. Пройдя сквозь наружное, среднее и внутреннее ухо слушающего, звуки раздражают чувствительные окончания нервных клеток. Под действием этих раздражений в слуховом нерве возникают импульсы, которые в итоге воздействуют на участки коры головного мозга, ведающие приемом звуков.

ТЕХНИКА

Изучение механизмов распознавания речи человеком все еще находится на начальной стадии, и пока выявлены лишь некоторые характеристики этого сложного процесса.

Например, установлено, что время, необходимое для распознавания слога, содержащего согласный и гласный звуки, примерно вдвое превосходит продолжительность звучания слога (в среднем 120 и 50 миллисекунд соответственно).

Известны попытки ввести речевую информацию прямо в слуховой нерв, через вживленные в него электроды (см. стр. 84). На эти электроды подавались преобразованные электрические сигналы с микрофона, перед которым произносились английские слова. Один из больных, согласившихся на такую операцию, на самом деле услышал звуки. По его мнению, они были похожи на незнакомый иностранный язык, но не имели ничего общего с его родным английским, на котором велась передача. В другом случае в слуховой нерв человека, поздно потерявшего слух, было вживлено 3 электрода. Сами авторы этих экспериментов весьма осторожно относятся к перспективам их практического применения.

Речь — одна из самых трудных «наук», которые приходится осваивать человеку за всю его жизнь. Напомним, что только к 6—7 годам словарный запас ребенка с нормальным слухом достигает 3 000—4 000 слов. Важнейший фактор успешного освоения речи — раннее обучение. Дети, которых по тем или иным причинам начинали учить речи в 9—10-летнем возрасте, смогли освоить лишь десяток простейших слов. Видимо, только развивающийся и пластичный мозг маленького ребенка в состоянии в полной мере воспринять такое сложное и многоликое явление, как человеческая речь.

Лингвисты по-разному определяют минимальное число слов, необходимое для общения. Базисный словарь большинства языков мира — число наиболее употребительных и наименее меняющихся со временем слов — содержит около 200. Эти слова составляют не менее 70% словарного фонда любой книги. Появившийся в начале нашего века упрощенный английский язык для британских колоний (бейзик инглиш) включал 800 слов. Такое число слов достаточно для элементарного общения.

Словарь ребенка с врожденной глухотой или утратившего слух в раннем детстве, намного уступает словарю его слышащего сверстника. При ранней глухоте одна из основных задач сурдопедагога — обучение ребенка устной речи и создание у него достаточно обширного запаса слов и понятий, без которых невозможно общение с окружающими. При обучении поздно ослыхших, владеющих достаточно обширным словарным запасом, центр тяжести переносится на проблему восприятия речи.



Дактильная азбука.

ДАКТИЛЬНАЯ АЗБУКА, ЧТЕНИЕ С ГУБ, ЖЕСТОМИМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК

В литературе первые сведения о дактильной азбуке относятся к XVI веку. Ее применение, равно как и самообучение тех, кто «богом обречен на вечную немоту», связано с именами испанских философов и монахов Дж. Кардана, Педро Понсе, Хуана Бонета. Каждой букве алфавита в этой азбуке соответствует определенный знак или символ, изображаемый пальцами одной руки. В XVII—XIX веках одноручная дактильная азбука с небольшими вариациями знаков стала применяться в подавляющем большинстве европейских стран*. В русской дактильной азбуке большинство букв имеет условное изображение. Некоторые знаки соответствуют их очертаниям, например, О, С, Г, Л, или описывают контур буквы в воздухе (Б, Д, З).

В XVII веке И. К. Амман в Голландии разработал устный метод обучения, в основе которого лежало чтение с губ. В России широкое применение этого метода началось с XIX века и связано с именами известных сурдопедагогов В. И. Флери, А. Ф. Осстроградского, Н. М. Лаговского и Н. А. и Ф. А. Рау. Успешное использование такого способа общения зависит от многих условий. Одной из основных трудностей является зрительное распознавание отдельных элементов речи, которые нельзя идентифицировать с определенными положениями губ.

* В Англии до настоящего времени употребляется двуручная дактильная азбука, заметно отличающаяся от азбуки других европейских народов, использующих латинский алфавит.

В русском языке, например, из 42 фонем хорошо различаются только 15 групп. В такой классификации в понятие «группа фонем» включаются звуки, имеющие сходные положения губ (П, Б, М или Ш, Ж, Щ, Ч и т. д.). Для успешного распознавания речи глухой должен обладать достаточным запасом слов, владеть грамматикой языка и знать тему разговора. Это облегчает догадку, играющую здесь весьма существенную роль. Разумеется, необходимо также хорошее освещение лица говорящего и четкое произнесение им слов.

Несмотря на эти ограничения, известны примеры поразительного умения правильно считать речь по движению губ. В освещенных вагонах метрополитена, где из-за большого шума пассажиры вынуждены четко проговаривать слова, глухие нередко хорошо понимают речь, наблюдая за движениями губ говорящих из соседнего вагона через две стеклянные стенки. Чтение с губ помогло восстановить отдельные фразы, а иногда почти полный текст речи людей, снимавшихся в «немых» кинофильмах.

В жестомимической речи каждый жест обычно представляет собой понятие. Жесты глухих состоят из движений рук и пальцев. Мимика лица в жестовом общении играет большую роль, чем в обычном, словесном. Она несет ту информацию, которая передается интонацией в разговоре. Жесты могут передавать направление, движения, величину предметов. Например, жест «дом, здание» может одним движением передать и некоторую характеристику дома: «большой», «маленький», «бедный», «богатый». Это осуществляется в самом движении, обозначающем «дом», и передается динамикой, положением и размахом рук. Лексика и грамматика жестовой речи заметно отличаются от устной.

Интересно, что некоторые жесты интернациональны. Встречаясь на конгрессах Всемирной федерации глухих (ВФГ) или в туристических поездках, глухие понимают друг друга, общаясь при помощи жестовой системы своей страны.

В 1958 году при ВФГ была создана комис-

сия по унификации жестов и разработке интернационального жестомимического языка. В работе комиссии участвуют представители Советского Союза. К настоящему времени отобрано 1 200 наиболее распространенных понятий, необходимых для общения, и разработаны единые жесты, которые публикуются в четырехтомном «Интернациональном словаре жестов». Выпуск этого словаря предполагается завершить в конце 1975 года.

Многие советские и зарубежные сурдопедагоги критически относятся к жестомимическому языку. Полагают, что, если двух-трехлетний глухой ребенок усвоит мимические жесты, обеспечивающие элементарное общение, у него не будет стимула для освоения существенно более сложной устной речи. С другой стороны, инструкторы и переводчики коллективов глухих, осуществляющие быстрый перевод лекций и докладов, широко используют жестовую речь. При подобных переводах фамилии и специальные термины передаются дактильной азбукой. Кроме того, переводчики четко «проговаривают» без голоса слова лектора. Таким образом, глухие «слушатели» пользуются всеми тремя способами общения.

Четыре десятилетия работает переводчиком в Московском высшем техническом училище имени Баумана Д. Н. Стопановская. Она переводит глухим студентам лекции профессоров и преподавателей с той же скоростью, с которой они читаются. Известна также блестящая техника переводов М. С. Шибалиной (Москва), В. А. Кабакова (Челябинск), Н. И. Лисафьева (Владимир) и многих других. Самоотверженный труд этих переводчиков помог сотням глухих получить высшее техническое и среднее специальное образование. Они успешно работают инженерами, конструкторами, исследователями, техниками в различных отраслях промышленности.

Выразительность и эмоциональность правильной жестовой речи позволяют приобщить глухих к сценическому искусству. Репертуар Московского театра мимики и жеста наряду с современными пьесами включает классические произведения Шекспира, Шиллера, Островского. Сочетание мастерства глухих актеров с отличной жестомимической речью передает глухому зрителю замысел драматурга.

Примеры перевода некоторых слов на жестомимический язык (слева направо): я, человек, дом, часы, дружба, дерево, троллейбус, благодарю.



Каждый из описанных способов общения глухих имеет свои достоинства и недостатки. Восприятие дактильной азбуки возможно лишь на небольших расстояниях, когда можно хорошо рассмотреть положение пальцев. Чтение с губ также требует малых расстояний между собеседниками. Оно затрудняется при нечеткой артикуляции и особенно при наличии у говорящего усов и бороды. Жестовая речь не в состоянии обеспечить передачу всего словарного запаса языка и его грамматические формы.

Полезно сравнить эти три способа по скорости передачи речевой информации. Наши измерения показали, что скорость дактилирования примерно в три раза ниже скорости устной речи. За исходное значение скорости принимался средний темп речи дикторов радио — примерно 800 букв в минуту. Скорость чтения с губ оказалась в два раза меньше скорости устной речи в основном из-за необходимости повторений. Наибольшая скорость оказалась у жестомимического перевода речи квалифицированными переводчиками. Она приближалась к скорости речи диктора.

Дактильная азбука, чтение с губ и жестомимический язык не требуют каких-либо приспособлений или приборов. Можно ожидать поэтому, что глухие будут пользоваться этими способами общения еще много десятилетий. Но по мере развития техники, и в первую очередь электроники, все большее значение в жизни людей, утративших слух, приобретают усилители звука и другие аппараты.

СЛУХОВЫЕ АППАРАТЫ

Создание первых усилителей звука тесно связано с работами талантливого изобретателя телефона — Александра Грехема Белла (1847—1922 г.). Много лет он работал в школе глухонемых в Бостоне, был женат на женщине, потерявшей слух в раннем детстве, и всю жизнь живо интересовался проблемами глухоты. Белл сконструировал усилители звука и ряд устройств для обучения глухих пониманию речи.

Качественный скачок в конструкции и характеристиках слуховых аппаратов произошел два десятилетия назад, когда на смену электронным лампам пришли миниатюрные и экономичные транзисторы, а затем и микросхемы. Появились устрой-

ства, все элементы которых помещались в оправе очков или в заколке для волос.

Диапазон частот большинства современных слуховых аппаратов составляет 50—8 000 Гц при усилении до 100 дБ (децибел). Многие устройства имеют несколько режимов усиления, их можно подбирать в соответствии со своей аудиограммой. Источники питания — аккумуляторы и миниатюрные ртутные батареи допускают работу усилителя на протяжении 60—80 часов.

Успешное применение звукоусиливающих устройств в значительной степени определяется уровнем понижения слуха. Приведем одну из существующих классификаций глухоты, предусматривающую распределение людей с дефектами слуха по четырем группам. К первой группе относятся люди с понижением слуха от 26 до 40 дБ*, у людей, которых относят к этой группе, возникают трудности в определении на слух местоположения говорящего. Они плохо понимают речь на фоне общего шума. Во второй группе люди с понижением слуха от 41 до 55 дБ. У них затруднено понимание речи средней громкости на расстояниях, превышающих 1—1,5 м. Не всегда различаются сигналы транспорта, дверные или телефонные звонки. Третья группа включает людей с понижением слуха от 56 до 70 дБ. Они слышат только звук громкого голоса у самого уха и изредка различают отдельные слова. Для этих трех групп людей, которых обычно называют слабослышащими, применение слуховых аппаратов дает хороший эффект.

Четвертая группа имеет снижение слуха от 71 дБ до болевого порога — примерно 120 дБ. Это глубокая или даже тотальная глухота. Люди, которых относят к этой группе, как правило, ничего не слышат, кроме очень громких и резких звуков (гудок тепловоза на расстоянии нескольких метров, сильный шум реактивного самолета). Обучение и воспитание детей с таким уровнем глухоты целиком находятся в ру-

* Децибел (дБ) — здесь логарифмическая мера отношения звуковых давлений, вызывающих примерно одинаковые слуховые ощущения у людей с пониженным слухом и у нормально слышащих. Так, например, при потере слуха на 40 дБ звуковое давление должно быть увеличено в 100 раз по сравнению с нормой на 60 дБ — в 1 000 раз, на 70 дБ — в 3 200 раз.



ках сурдопедагогов и аудиологов. Многие исследователи считают оправданным применение слуховых аппаратов даже при таких тяжелых формах глухоты. Если аппараты не дают возможности различать слова, они позволяют глухому ребенку составить впечатление о разнообразии звуков и улучшают разборчивость его собственной речи, помогают при чтении с губ.

Несколько лет тому назад было найдено, что при раннем обучении глухих детей восприятию устной речи с помощью слуховых аппаратов большинство из них после продолжительных упражнений в состоянии различать слова, а нередко и простые фразы. В этой области уже много лет в Институте дефектологии АПН СССР успешно проводят комплексные медико-педагогические исследования доктор медицинских наук И. Я. Темкина, кандидаты педагогических наук Е. П. Кузьмичева и Э. И. Леонгард под руководством члена-корреспондента АПН СССР Т. А. Власовой.

Опыт советских и зарубежных сурдопедагогов показывает: чем раньше начато обучение, тем выше его эффективность, тем больше шансов добиться успеха. Некоторые зарубежные педагоги считают целесообразным применение слуховых аппаратов, начиная с 8-месячного возраста. Родители, обнаружившие понижение слуха у своего ребенка, должны немедленно обращаться к специалистам, занимающимся обучением глухих. Задержка начала обучения здесь может привести к таким же непоправимым последствиям, как и задержка в обучении речи детей с нормальным слухом.

Трудно переоценить помощь, которую оказывают людям с дефектами слуха усилители звука. Сотни тысяч людей благодаря слуховым аппаратам получили возможность естественного речевого общения. По мере усовершенствования таких аппаратов число лиц, возвращенных в мир звуков, будет непрерывно возрастать. С другой стороны, существуют люди с особо тяжелыми формами глухоты, которым мало помогают звукоусиливающие приборы. Специалисты известной датской фирмы слуховых аппаратов «Камплекс» считают, что их устройства не в состоянии обеспечить разборчивое понимание речи у 10—25% всех людей с недостатками слуха. Кроме того, на улице, в магазине и в других местах с сильным шумовым фоном применение слуховых аппаратов затруднено.

ВИДИМАЯ РЕЧЬ

Мечтой многих людей с тяжелыми нарушениями слуха является аппарат, преобразующий устную речь в видимый на экране текст. Такие устройства не следует считать фантастическими. Построены первые макетные образцы пишущих машинок, автоматически печатающих тексты с голоса, на международных выставках демонстрировались автомобили, управляемые устными командами. Трудно, однако, рассчитывать, что подобные аппараты окажутся в распоряжении глухих ранее начала будущего века. Помимо очень высокой стоимости устройств для автоматического распознавания

речи (простейшие из них содержат многие тысячи полупроводниковых диодов и триодов), до сих пор остается нерешенным ряд принципиальных вопросов.

Еще в сороковых годах американцы Р. К. Поттер, Г. А. Копп и Г. К. Грин предложили простой способ визуализации речи. В построенном ими приборе «Видимая речь» (Visible Speech) осуществлялась развертка звуковых сигналов на экране электронно-лучевой трубки. Амплитуда горизонтально-го смещения электронного луча была пропорциональна длительности звука, вертикального — частоте, а яркость свечения экрана соответствовала интенсивности звука данной частоты. Предполагалось, что полученные таким путем звуковые спектрограммы позволяют различать фонемы, слоги, слова и целые фразы устной речи.

В 1962 году советские исследователи В. Д. Лаптев, Л. Н. Постников и В. А. Цукерман спроектировали и построили отечественный прибор видимой речи, получивший название «ВИР». Благодаря применению иных схем управления движением и яркостью электронного луча оказалось возможным упростить схему прибора. Фигуры, получаемые на экранах устройств «видимой речи», носят условный характер и не имеют ничего общего с обычным начертанием букв и цифр. После продолжительного обучения глухие научились «читать» с экрана несколько десятков слов, медленно произносимых в микрофон одним и тем же диктором. Но смена диктора, равно как сложные, незнакомые фразы, приводили к ошибкам.

Тем не менее работы по визуализации речи при помощи приборов типа ВИР не следует считать бесплодными. Эти устройства оказались чрезвычайно полезными для исправления произношения. С их помощью глухой может сравнивать свое собственное произношение с правильным произношением учителя.

Прибор аналогичного назначения, но с более простой электроникой, был предложен В. Д. Лаптевым и на протяжении нескольких последних лет выпускается ленинградским заводом «Буревестник» с маркой И-2М. В нем применяется небольшая электронно-лучевая трубка без послесвечения экрана.

К аппаратам для зрительного восприятия текстов относятся устройства, получившие название «световая строка». В таких приборах применяется клавиатура, подобная пишущей машинке. При нажатии клавиши на световом табло высвечивается соответствующая буква. Примером подобного аппарата является недавно разработанная В. И. Гусakovым, В. А. Пищулиным, В. А. Обшиваловым и В. А. Цукерманом электронная портативная световая строка ЭПОС. Четыре миниатюрных световых индикатора при нажатии клавиш воспроизводят слово или его часть.

Потребляемая ЭПОСом мощность невелика — 3—4 ватта, и аппарат может работать 2—3 часа без подзарядки миниатюрных аккумуляторов, находящихся в его корпусе.

В опытах с аппаратом ЭПОС скорость передачи речи определяется квалификацией машинистки-переводчика и достигает в

среднем 25—30% от скорости устной речи (200—240 букв в минуту). В принципе можно считать достижимой скорость до 500 букв в минуту и даже более.

РЕЧЬ И ОСЯЗАНИЕ

Физиологические особенности механизмов слуха и осязания близки — и в том и в другом случае механические смещения или колебания преобразуются в нервные импульсы. Можно считать установленным, что в ходе эволюции нервные окончания, воспринимавшие прикосновения или вибрацию, развились в очень чувствительный специализированный орган, каким является ухо млекопитающих и птиц. Исходя из подобных соображений многие сурдопедагоги считают целесообразным использование осязания в качестве дополнительного канала, облегчающего восприятие речи глухими.

За последние десятилетия было предпринято много попыток разработки устройств для осязательного восприятия речи. В таких аппаратах речь преобразуется микрофоном в электрические сигналы, которые прежде всего поступают на узкополосные фильтры, а с них через усилители — на вибрирующие приспособления (электромагнитные или пьезокерамические), прикладываемые к коже. В приборе фирмы «Комплекс», получившем название «Искусственное ухо», использовалось семь каналов «фильтр-вибратор». Вибраторы размещались на руке в два ряда таким образом, что низкочастотные форманты через свои вибраторы воздействовали на нижние фаланги пальцев, высокочастотные вибраторы касались верхних фаланг. По мнению конструкторов, для практического использования прибора необходима продолжительная тренировка — 200—400 часов. Предлагалось заучивать наиболее употребительные слова, запоминать характерные для них сочетания работающих вибраторов.

У нас нет сведений об успешном применении подобных аппаратов для распознавания речи глухими, однако есть много сообщений, что решить задачу «в лоб» пока не удастся. Дело в том, что кожные рецепторы существенно уступают слуху, в частности по частотным характеристикам. Для слуха основная полоса частот охватывает диапазон 16—16 000 Гц, тогда как кожные рецепторы наиболее чувствительны к частотам 40—500 Гц. Точность оценки частоты слуховым анализатором достигает 0,2%, осязательным — лишь 5—10%.

Несмотря на перечисленные недостатки, устройства для восприятия звуков речи при помощи осязания являются полезным пособием при обучении глухих правильному произношению. Они облегчают сурдопедагогу постановку ударений, интонаций, позволяют глухому в какой-то степени конт-

ролировать свою речь. По данным советских и американских специалистов дополнительная информация, получаемая при сочетании таких устройств с чтением с губ, повышает правильность распознавания речи глухими на 20—25%.

Вверху — прибор И-2М (для исправления произношения протяжных звуков).

Внизу — опытный образец прибора ЭПОС с встроенным экраном.