

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Санкт–Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова

Бобошко М.Ю.

РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ

*Учебное пособие*

Санкт–Петербург

2012

УДК 616.28-072.7(075.5)

ББК 56.8

Б 72

Автор: *Бобошко Мария Юрьевна* – доктор медицинских наук, зав. лабораторией слуха и речи НИЦ Санкт-петербургского государственного медицинского университета им. академика И.П. Павлова

Рецензент: директор ФГБУН «Российский научно-практический центр аудиологии и слухопротезирования», зав. кафедрой сурдологии ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования», профессор Г.А. Таварткиладзе

Утверждено на заседании ЦМК по хирургическим болезням от 07.02.2012 г.

### **Бобошко М.Ю.**

Речевая аудиометрия: учебное пособие / М.Ю. Бобошко. – СПб.: Издательство СПбГМУ, 2012. – 64 с.

ISBN 978-5-88999-135-9

Метод речевой аудиометрии занимает существенное место в экспертизе и диагностике слуховых расстройств различного происхождения. В работе детально изложены все вопросы, касающиеся данного метода исследования. Пособие включает сведения о психофизиологии речевых процессов, истории метода речевой аудиометрии и его техническом обеспечении. Подробно рассматриваются различные способы выполнения речевых исследований, используемых в аудиологии и сурдологии, в том числе, тесты усложненной речевой аудиометрии, применяемые для выявления уровня поражения слухового анализатора. Приводятся результаты многолетних исследований, выполняемых в лаборатории слуха и речи НИЦ СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, с конкретными рекомендациями по проведению речевого тестирования. Отдельные главы пособия посвящены особенностям проведения речевой аудиометрии у детей, а также использованию речевых тестов при выборе способа коррекции слуха и оценке эффективности слухопротезирования.

Пособие предназначено для студентов 5-6 курсов лечебного факультета, врачей сурдологов-оториноларингологов, оториноларингологов, отоневрологов, профпатологов, сурдопедагогов, логопедов-дефектологов, специалистов в области слухопротезирования.

## СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ОСНОВЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ РЕЧЕВЫХ ПРОЦЕССОВ .....	7
2. ИСТОРИЯ МЕТОДА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ .....	10
2.1. Исследование слуха «живой» речью .....	10
2.2. Аппаратная речевая аудиометрия.....	12
2.3. Артикуляционные таблицы.....	14
3. ТРАДИЦИОННАЯ РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ.....	17
3.1. Построение речевых аудиограмм .....	17
3.2. Оценка разборчивости речи при комфортном уровне громкости .....	20
3.3. Соотношение показателей тональной и речевой аудиометрии .....	21
4. УСЛОЖНЕННАЯ РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ .....	23
4.1. Монауральные низко избыточные тесты .....	23
4.1.1. Аудиометрия преобразованной речью.....	24
4.1.2. Исследование речью на фоне ипсилатеральной помехи .....	25
4.2. Бинауральное речевое тестирование .....	27
4.2.1. Диотические тесты .....	27
4.2.2. Дихотические тесты .....	29
4.2.3. Тесты бинаурального взаимодействия.....	32
5. РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ ПО КОСТНО-ТКАНЕВОЙ ПРОВОДИМОСТИ.....	34
6. ОСОБЕННОСТИ РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ У ДЕТЕЙ.....	35
7. РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАССТРОЙСТВ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА .....	39
8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ ДЛЯ ВЫБОРА СПОСОБА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛУХОПРОТЕЗИРОВАНИЯ.....	42
9. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	46
10. ПРИЛОЖЕНИЕ .....	50

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- дБ НПС (dB HL) – децибел относительно нормального порога слышимости
- дБ УЗД (dB SPL) – децибел относительно исходного уровня звукового давления
- КИ – кохлеарный имплант
- СА – слуховой аппарат
- ФУНГ – феномен ускоренного нарастания громкости
- ЧБР – тестирование чередующейся бинаурально речью
- APD (CAPD) – (*Central Auditory Processing Disorder*) – центральные слуховые расстройства
- Disc % – *speech discrimination* – процент речевой разборчивости (%)
- FF – *free field* – свободное (звуковое) поле
- MCL – *maximum comfortable level* – комфортный уровень громкости (дБ)
- SNR – *signal-to-noise ratio* – отношение сигнал/шум (дБ)
- SRT – *speech recognition threshold* – порог распознавания речи (дБ)
- SRT (50%) – интенсивность, при которой достигается 50% уровень разборчивости
- UCL – *uncomfortable level* – порог дискомфорта

## ВВЕДЕНИЕ

Звуки речи являются для человека не только сложными акустическими сигналами, но и знаковым информационным кодом, который обрабатывается слуховым анализатором. Именно речь играет важнейшую роль в социальной жизни человека. В этой связи установление нарушений ее восприятия и различения занимает существенное место в экспертизе и диагностике слуховых расстройств различного происхождения.

Методика, позволяющая производить количественную оценку речевого слуха путем определения разборчивости речи при различной ее интенсивности, получила название *речевой аудиометрии*. В качестве тестирующих сигналов при речевой аудиометрии используются логотомы, слоги, слова или фразы – стимулы, представляющие собой сложное сочетание быстро сменяющихся звуков различной частоты и силы. Известен феномен тонально-речевой диссоциации (синдром фонемической регрессии), когда при относительно сохранном тональном слухе резко нарушается разборчивость речи – в этих случаях речевая аудиометрия является необходимым методом аудиологического обследования. Обязательным следует считать использование речевой аудиометрии при выборе способа коррекции слуха и оценке эффективности слухопротезирования, в том числе – кохlearной имплантации. Некоторые варианты речевого тестирования с успехом применяются для диагностики уровня поражения слуховой системы и выявления центральных слуховых расстройств. Б.М. Сагалович (1978) считал речевую аудиометрию «основным и важнейшим тестом выявления социальной адекватности слуховой функции, решения задач профпатологии и слуховой экспертизы, углубления и совершенствования аудиологической диагностики, развития вопросов слухопротезирования, выработки обоснованных показаний и оценки эффективности хирургического лечения тугоухости, а также реабилитации страдающих тугоухостью лиц». Слова эти и в наши дни не потеряли своей актуальности.

Несмотря на обширные показания к применению речевой аудиометрии, до настоящего времени она используется не во всех учреждениях сурдологического профиля. Многие специалисты считают речевую аудиометрию сложной, трудоемкой методикой, отнимающей немало сил и времени у врача и пациента. Одна из задач, поставленных автором при написании данного пособия – развеять это предубеждение и показать, что при современном техническом обеспечении речевая аудиометрия стала простой и доступной процедурой. Эта методика функциональна и хорошо переносится пациентами. В монографии обобщен многолетний опыт использования разных вариантов речевой аудиометрии в лаборатории слуха и речи НИЦ СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.

## ***БЛАГОДАРНОСТИ***

Вопросы речевой аудиометрии в течение длительного времени изучал профессор, доктор медицинских наук ***Анатолий Игнатьевич Лопотко*** (1935-2008). Во многом именно благодаря ему различные речевые тесты стали широко использоваться в лаборатории слуха и речи, которой он заведовал с 1991 по 2007 год. Долгой совместной работе с профессором А.И. Лопотко – замечательным человеком и настоящим Учителем – автор обязана самой идеей написания предлагаемого пособия. Безмерно жаль, что профессор А.И. Лопотко уже ушел из жизни и не услышит слов благодарности, как не услышит их и сотрудница Института раннего вмешательства, кандидат биологических наук ***Инна Владимировна Калмыкова*** (1943-2012), которая много лет занималась диагностикой центральных слуховых расстройств у детей. И.В. Калмыкова была подлинным энтузиастом использования методики речевой аудиометрии в детской практике, изучила множество англоязычных литературных источников на эту тему и щедро делилась своими знаниями.

Самую искреннюю признательность хочется выразить старшему научному сотруднику НИЦ СПбПМА, кандидату биологических наук ***Екатерине Сергеевне Гарбарук*** и старшему научному сотруднику лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, кандидату биологических наук ***Наталье Васильевне Мальцевой*** за дружескую поддержку и ценные советы в процессе работы.

## 1. ОСНОВЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ РЕЧЕВЫХ ПРОЦЕССОВ

Толковый словарь русского языка дает несколько определений слова «речь»: способность говорить, говорение; разновидность или стиль языка (устная и письменная речь, разговорная речь, стихотворная речь); звучащий язык и другие (Ожегов С.И., Шведова Н.Ю., 1992). С точки зрения *психологии* речь – один из видов коммуникативной деятельности человека, подразумевающий использование средств языка для общения. Благодаря речи психология и опыт одного человека становятся доступными другим людям, обогащают их, способствуют их развитию, причем в гораздо большей степени, чем это может позволить наблюдение и другие процессы неречевого познания: восприятие, внимание, воображение, память и мышление.

Различают три главных звена механизма речи: восприятие речи, ее продуцирование и центральное звено, называемое «внутренней речью». Таким образом, речь является сложным психофизиологическим процессом, основанным на работе различных анализаторов: слухового, зрительного, тактильного и двигательного.

С точки зрения *акустики* речевые сигналы – это совокупность элементов акустической энергии с быстро меняющимися амплитудами и частотами. Волновой сигнал гласных звуков более прост по сравнению с формой согласного звука, так как отличается значительной степенью периодичности. Частотный спектр гласных звуков неравномерный и, как правило, имеет подъемы, называемые *формантами*. Спектры согласных звуков таких подъемов почти не имеют (Базаров В.Г. и соавт., 1984). Звуковые единицы, из которых состоят слова, называются *фонемами*. Изменение последовательности или количества фонем ведет к изменению слова (Чистович Л.А., 1972). Каждому языку присуще определенное число звуковых единиц. В русском языке 35 согласных и 6 гласных фонем<sup>1</sup>, в немецком – 24 согласных и 15 гласных фонем, в английском – 33 согласных дифтонгов и 12 гласных фонем (Зиндер Л.Р., 1956). Каждая фонема имеет свой частотный спектр и длительность, которые зависят не только от самой фонемы, но и от того, какой звук предшествует или следует за ней.

Как показывают результаты многочисленных исследований, распознавание речи, по видимому, осуществляется в два этапа. Сначала речевой сигнал преобразуется в последовательность дискретных элементов, представленных цепочкой символов-фонем (по принципу *детекторного кодирования*). На втором этапе происходит перевод фонем в

---

<sup>1</sup> Московская фонологическая школа выделяет всего 39 фонем русского языка

языковую единицу (Вартанян И.А., 1978; Базаров В.Г. и соавт., 1984). При этом механизм формирования фонетического образа слова и его опознания до конца не ясен.

Еще в начале XX века И.П. Павлов, введя понятие о *второй сигнальной системе*, отметил особенности высшей нервной деятельности человека, существенно отличающие его от животных. Функцией второй сигнальной системы является, прежде всего, способность человека к анализу и синтезу обобщенных речевых сигналов, которая наиболее тесно связана с развитием фонематического слуха, т.е. слуха, обеспечивающего восприятие и понимание фонем данного языка. Как известно, волокна проводящих путей слухового анализатора оканчиваются в поперечной височной извилине (*извилине Гешля*), которая является первичной (проекционной) слуховой зоной коры. Как и для всех уровней слуховой системы, для коркового отдела слухового анализатора характерна достаточно строгая томотопическая организация: во внутренних (медиальных) отделах извилины Гешля оканчиваются волокна, несущие импульсы от высоких, а в наружных (латеральных) отделах извилины Гешля – волокна, несущие импульсы от низких тонов. За счет перекрестов волокон «слухового пути» в слуховой зоне коры и медиального коленчатого тела лучше представлено ухо противоположной стороны. Поэтому поражение извилины Гешля одного полушария, как правило, ведет лишь к частичному снижению слуха на противоположное ухо. Интересные результаты были получены А.В. Бару, Г.В. Гершуни<sup>2</sup>, И.М. Тонконоговым (1964), которые обнаружили, что поражение коры височной области, не сказываясь отчетливо на порогах восприятия длительных тонов, приводит к ухудшению восприимчивости ультракоротких звуков (от 1 до 5 мсек), проявляющемуся на противоположном ухе. Этот факт заставляет думать, что роль слуховой коры заключается не только в том, чтобы принимать звуковые сигналы от периферического рецептора, но и в том, чтобы стабилизировать эти сигналы, позволяя человеку учитывать и их более короткие компоненты. Возбуждения, дошедшие до извилины Гешля, передаются дальше на аппараты внешних (конвекситальных) отделов височной коры (поле 22 Бродмана), которые являются вторичной слуховой зоной. Преобладание нейронов II и III слоев, которым отличается эта зона, а также ее связи с другими (двигательными) отделами коры делают из вторичной слуховой зоны важнейший аппарат, позволяющий осуществлять восприятие речи (Лурия А.Р., 2004).

Основную роль в распознавании речевых сигналов отводят *слухоречевому центру Вернике*, расположенному в задней трети верхней височной извилины левого полушария и обеспечивающему возможность слышать и понимать чужую речь. Другим центральным органом речи является *речедвигательный центр Брока*, который у лиц с доминированием

---

<sup>2</sup> Гершуни Григорий Викторович (1905 – 1992) – выдающийся советский физиолог, член-корреспондент Российской Академии наук

речи по левому полушарию находится в нижних отделах третьей лобной извилины левого полушария и обеспечивает моторную организацию речи, т.е. возможность говорить.

К настоящему времени доказаны различия между двумя полушариями мозга в обеспечении речевой деятельности, в том числе, на основании морфологических исследований. Так, установлено, что длина и ориентация силвиевой борозды в правом и левом полушариях разная, а ее задняя часть, образующая зону Вернике, у взрослого праворукого человека в левом полушарии в семь раз больше, чем в правом.

Речевые функции у *правшей* локализованы преимущественно в левом полушарии. Около 70% *леворуких* также имеют речевые зоны в левом полушарии, примерно у 15% речь контролируется правым полушарием, и у 15% полушария не имеют четкой функциональной специализации по речи. Предполагается существование генетически запрограммированных морфофункциональных комплексов, локализованных в левом полушарии и обеспечивающих переработку быстрой последовательности дискретных единиц информации, из которых складывается речь. Однако, в отличие от правого полушария, левое не различает интонации речи и модуляции голоса, нечувствительно к музыке как к источнику эстетических переживаний и плохо справляется с распознаванием сложных образов, не поддающихся разложению на составные элементы. Со всеми этими видами деятельности успешно справляется правое полушарие (Марютина Т.М., Кондаков И.М., 2003).

## 2. ИСТОРИЯ МЕТОДА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ

### 2.1. Исследование слуха «живой» речью

История изучения остроты слуха с помощью речевых сигналов насчитывает не одно столетие. Уже в XIX веке использовался метод исследования слуховой функции «**живой**» речью, не потерявший своей актуальности и в наши дни благодаря таким своим положительным качествам, как простота, доступность и возможность применения практически в любых условиях. *Количественная оценка* результатов такого исследования проводится путем определения расстояния, с которого испытуемый слышит шепотную, разговорную речь или крик на исследуемое ухо при закрытом втором. Понятно, что это расстояние зависит не только от состояния слуха пациента, но и от громкости, с которой произносятся слова, и от дикции исследователя. Обычно средняя интенсивность шепотной речи составляет около 30 дБ, а разговорной – около 60 дБ, но даже выполнение классического правила Ф. Бецоляда<sup>3</sup> (произнесение слов за счет только резервного воздуха) не гарантирует выравнивания громкости слов, произносимых разными лицами. Врачи во время исследования слуха иногда бессознательно повышают громкость шепота и разговорной речи, в частности, когда они ожидают от испытуемого лучших результатов, например, после слухоулучшающих операций (Ермолаев В.Г., Левин А.Л., 1969). Некоторые авторы, в том числе, Н.В. Белоголовов<sup>4</sup>, отмечали высокую дифференциально-диагностическую значимость разницы между восприятием шепотной и разговорной речи: при нарушении звукопроводения она обычно невелика, а при нарушении звуковосприятия – значительна.

В свое время широко дискутировался вопрос о *выборе речевого материала* для оценки слуха «живой» речью, поскольку звуки, входящие в состав слов, обладают разной степенью громкости. Так, слова, в спектре которых преобладают высокие фонемы (А, О, Е, У, Ш, С, Г, Х и др.), воспринимаются человеческим ухом лучше, чем слова с преобладанием фонем средней и низкой частоты (И, Р, Б, Т, К и др.). С учетом этого предлагались

---

<sup>3</sup> Фридрих Бецольд (F. Bezold, 1842-1908) – немецкий оториноларинголог, один из основоположников физиологии слуха и диагностики акустических поражений.

<sup>4</sup> Белоголовов Николай Васильевич (1884-1959) – профессор, ученик Н.П. Симановского, в 1926-36 гг. – зав. ЛОР-кафедрой 2-го Ленинградского медицинского института (в 1947 реорганизованого в санитарно-гигиенический институт)

различные наборы слов для исследования слуха «живой» речью на разных языках (Ермолаев В.Г., Левин А.Л., 1969). Таблицы русских слов низкой и высокой тональности впервые составил В.И. Воячек<sup>5</sup> (1906), который отмечал, что при поражении звукопроводения больные особенно плохо слышат «басовые» слова, а при поражении звуковосприятия – «дискантовые». Для уменьшения фактора догадки Н.А. Паутов предлагал пользоваться словами, отличающимися друг от друга только одной фонемой: «мишка – мошка – мушка», «точка – бочка – мочка – кочка» и т.д. (Ундриц В.Ф. и соавт., 1960).

Однако до настоящего времени в своей практической деятельности врачи наиболее часто используют числовой тест, предложенный более 100 лет назад Ф. Бецольдом. Этот способ действительно удобен, т.к. для произнесения чисел исследователю не нужно иметь перед собой специального списка слов. Слабым местом данного теста является то, что числа могут порой угадываться испытуемым, и, кроме того, в их названиях преобладают высокие звуки, то есть результаты числового теста чаще всего оказываются лучшими, чем при предъявлении других слов. Для исключения фактора догадки Р. Барани<sup>6</sup> еще в начале XX века предложил использовать при исследовании слуха слова, лишённые смысла, что поддерживалось в те годы некоторыми специалистами, но не получило широкого распространения.

Несмотря на отмеченные выше преимущества исследования слуха «живой речью», этот метод имеет весьма существенные *недостатки*, главными из которых являются трудность сохранения интенсивности речи исследуемого на постоянном уровне и невозможность дозированного изменения ее интенсивности в показателях, соизмеримых с тональными.

Все это предопределило появление метода **речевой аудиометрии**, основанного на использовании специальной электроакустической аппаратуры и представляющего собой оценку разборчивости речи в процентах при различных уровнях ее интенсивности. При этом используется не «живая», а записанная на различных носителях (виниловый диск, магнитофонная лента, компакт-диск) речь. Речевая аудиометрия обеспечивает постоянство речевого материала и дикции; возможность регулировки и регистрации интенсивности передаваемых слов; определение потери слуха в сравнимых единицах (децибелах); количественная оценка слуховой функции по степени разборчивости речи, которая связана с поражением тех или иных звеньев звукового анализатора.

---

<sup>5</sup> Воячек Владимир Игнатьевич (1876-1971) – действительный член Академии Медицинских Наук СССР, генерал-лейтенант медицинской службы, в 1918-56 гг. – начальник ЛОР-кафедры Военно-медицинской Академии

<sup>6</sup> Роберт Барани (R. Barany, 1876-1936) – австрийский физиолог и отохирург, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине «за работы по физиологии и патологии вестибулярного аппарата» (1914)

## 2.2. Аппаратная речевая аудиометрия

Исследование слуха методом аппаратной речевой аудиометрии впервые применил в 1904 году О'Брайн, который посредством фонографа Эдисона<sup>7</sup> предъявлял испытуемым записанные на пластинку слова: в уши исследуемого вставлялись резиновые трубки, регулируя величину просвета которых можно было менять интенсивность подаваемых речевых сигналов. Определять остроту слуха путем вычисления процента правильно разобранных элементов речи (слов, слов и т.д.) предложил в 1910 г. Д. Кэмпбелл<sup>8</sup>. В 1926 году Bristol соединил с электрическим фонографом телефонные наушники, а в 1929-1930 годы в США был налажен серийный выпуск аппаратов для исследования слуха речью (Ермолаев В.Г., Левин А.Л., 1969). С тех пор речевая аудиометрия стала одним из основных методов оценки слуха как социальной категории. Совершенствованием методики речевой аудиометрии занимались многие авторы (Fletcher H., 1929, 1953; Egan J.P., 1948; Davis H., 1948, 1978; Carhart R., 1951, 1959; Hirsh I.J. et al., 1952, 1954, 1962; Harris J.D., 1960, 1965; Watson T.J., 1965, 1966 и др.). Благодаря их разработкам были созданы стандартизированные единые речевые таблицы для английского языка и сформулированы основные положения речевой аудиометрии.

В нашей стране первое использование звуков речи в качестве тестовых сигналов для проверки радиотехнической аппаратуры производилось С.Н. Ржевкиным в 1928 году. Метод этот получил название артикуляционного, но его использование для обследования тугоухих лиц в России началось намного позже – в 50-х - 60-х годах XX века благодаря работам О.В. Соловей, А.Д. Когана, Г.И. Гринберга и др.

Развитие методики речевой аудиометрии определялось совершенствованием аппаратуры, нормированием условий исследований, расширением области применения метода, рационализацией способов регистрации полученных данных, а также разработкой тестовых таблиц на базе родного языка, построенных по принципу фонетической или акустической однородности, частоты встречаемости слов в различных текстах, словарного запаса испытуемых (Лопотко А.И. и др., 2008).

Преимущества метода определялись возможностью:

---

<sup>7</sup> Томас Алва Эдисон (Thomas Alva Edison, 1847-1931) – всемирно известный американский изобретатель и предприниматель, положивший начало электронике, получивший 1093 патента в США и около 3000 – в других странах мира. В 1877 году изобрел фонограф - первый прибор для записи и воспроизведения звука.

<sup>8</sup> Джордж Эшли Кэмпбелл (George A. Campbell, 1870 - 1954) – американский исследователь, специалист в области электротехники, один из пионеров в разработке и применении количественных математических методов в междугородной телеграфии и телефонии.

- 1) стандартизации тестирующих речевых таблиц, дикции исследуемого, акустических параметров речи и акустической обстановки в помещении, где проводятся исследования;
- 2) введения, при необходимости, нормированных электроакустических преобразований речевого сигнала;
- 3) определения разборчивости речи при различных уровнях ее интенсивности;
- 4) дозированного изменения уровня маскира, подаваемого ипси- или контралатерально;
- 5) проведения нормированных моноауральных и бинауральных исследований;
- 6) сопоставления слуховых нарушений для тонов и речи в соизмеримых единицах;
- 7) представления результатов речевой аудиометрии графически в виде речевой аудиограммы («кривой нарастания разборчивости речи» или «артикуляционной кривой»).

В наши дни **приборная установка для проведения речевой аудиометрии**, как правило, включает в себя следующие основные элементы:

- 1) клинический *двухканальный аудиометр*, позволяющий дозированно менять интенсивность речевого сигнала в дБ, а при выполнении бинауральных тестов – подавать сигнал на оба уха (одновременно или последовательно);
- 2) *воспроизводящее устройство* (CD или DVD- проигрыватель), подключаемое к аудиометру, и *компакт-диск* с записью предъявляемого фонетического материала (артикуляционных таблиц);
- 3) *акустические излучатели*: головные телефоны воздушного проведения для правого и левого уха; динамические громкоговорители (звуковые колонки) для выполнения речевой аудиометрии в свободном звуковом поле; костный телефон для оценки речевой разборчивости в костно-тканевом режиме.

В качестве примера можно привести перечень оборудования, используемого в настоящее время для проведения речевой аудиометрии в Лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова: двухканальный аудиометр AD229e (Interacoustics, Дания); аудиоплеер DVD Q40/022 (Philips, Венгрия); головные телефоны TDH39; звуковые колонки SPS-700 (SWEN, Финляндия) с максимальной выходной мощностью 2x20 Вт и функцией регулировки громкости, мощности, басовых составляющих; костный телефон В-71. Интенсивность речевого сигнала изменяется ступенями по 5 дБ от 0 до 120 дБ. Калибровка интенсивности обычно проводится относительно тона частотой 1 кГц, записанного на тот же диск, что и тестовые таблицы.

Речевая аудиометрия может также выполняться с использованием компьютера (ноутбука) со специальной звуковой картой и головных телефонов или звуковых колонок;

по-видимому, именно такая методика получит повсеместное распространение в ближайшем будущем.

### 2.3. Артикуляционные таблицы

Наряду с приборным обеспечением, для проведения речевой аудиометрии необходимы записи артикуляционных таблиц, соответствующих задачам исследования. Такие таблицы составляют с учетом спектрального анализа звуков речи, фонетических, ритмико-динамических, грамматических и других особенностей языка. К настоящему времени предложены различные виды артикуляционных таблиц: слоговые, словесные и фразовые.

*Слоговые таблицы* не получили широкого распространения в сурдологии, поскольку использование лишенных смысла звукосочетаний затрудняет и усложняет методику исследования. Повторение изолированных слогов было предложено Н.Б. Покровским (1962) для акустической проверки инженерной связи. Каждая таблица состояла из 50 бессмысленных закрытых слогов, специально не несущих избыточной информации, а только воспроизводящих звуки (няк, пуль, буш, мят, свум и т.п.).

*Фразовые артикуляционные таблицы* до настоящего времени также достаточно редко применялись в речевой аудиометрии. Их составление затруднено из-за бесчисленного множества всевозможных фраз в языке и отсутствия возможности конкретно представить с их помощью фонетические особенности данного языка. Более широкое применение фразовые таблицы нашли при усложненной речевой аудиометрии. В зарубежной практике давно используются специальные тесты, основанные на предъявлении предложений, например, HINT (Hearing in Noise Test), SSI-ICM (Synthetic Sentence Identification with Ipsilateral Competing Message) и другие. В последние годы фразовые таблицы получают распространение и в нашей стране, в частности, для оценки эффективности кохlearной имплантации (Королева И.В., 2009) и других видов слухопротезирования.

Наиболее пригодными для обследования лиц с нарушениями слуха оказались *словесные артикуляционные таблицы*, представляющие собой группы из отдельных 20-50 слов, что необходимо для оценки разборчивости «реальной речи» (Egan J.P., 1948). Слова, произносимые диктором, записывают на компакт-диск с помощью высококачественной акустической техники. Все слова произносятся одинаково громко, что в условиях студийной записи контролируется специальной аппаратурой. В качестве диктора может выступать как женщина, так и мужчина. За рубежом запись артикуляционных таблиц обычно выполняется женским голосом, в России – мужским. В частности, в лаборатории слуха и речи СПбГМУ

им. акад. И.П. Павлова в течение многих лет для речевой аудиометрии используются диски с записью голоса проф. А.И. Лопотко<sup>9</sup>, имевшего хорошо поставленный баритон, а с 2011 года начали применяться аналогичные записи, сделанные диктором-женщиной.

Определенное значение для результатов речевой аудиометрии имеет *интервал между словами*, предъявляемыми пациенту. По мнению Б.М. Сагаловича (1978), он должен составлять не менее 5 секунд, чтобы испытуемый сумел разобрать предложенное слово и воспроизвести его в своем ответе. Во взрослой практике допустимы и менее продолжительные интервалы (3,5-4 с) для сокращения времени исследования и предотвращения утомления пациента. Речевую аудиометрию у детей можно проводить с применением более коротких таблиц, например, из 10 слов, выдерживая более длительные паузы между словами.

Обычно для речевой аудиометрии используют одно- или многосложные слова. Среди них могут быть как существительные, так и глаголы, прилагательные, реже – числительные, поскольку, как уже указывалось выше, цифровой тест повышает фактор догадки. Основное правило, которое соблюдается при составлении большинства словесных таблиц – фонетическая сбалансированность. Это значит, что в списке слов должны быть представлены все фонемы русского языка. В зависимости от задач исследования обеспечивается также сбалансированность групп слов по частотному спектру, мощности, слоговому составу. Каждая артикуляционная таблица по возможности должна отражать важнейшие фонетические характеристики языка, в слова следует включать звуки, наиболее часто встречающиеся в обычной разговорной речи. Кроме того, все слова должны иметь определенное смысловое значение и быть понятными для испытуемых (Руленкова Л.И., Смирнова О.И., 2003).

Многие авторы предлагали свои варианты сбалансированных таблиц из русских слов для выполнения речевой аудиометрии: Г.И. Гринберг, Л.Р. Зиндер (1957); Р.В. Авакян, Д.С. Хорга (1974); И.М. Белов и соавт. (1981) и другие. В ряде таблиц использовались слова, сгруппированные на основе частотных характеристик фонем (Воячек В.И., 1953; Нейман Л.В., 1961; Лопотко А.И., 1999). В детской практике наиболее широко применимы речевые тесты А.М. Ошеровича (1965). Обычно для записи артикуляционных таблиц используется звонкая (разговорная) речь. А.И. Лопотко (1967, 1999) отмечал целый ряд преимуществ аудиометрии шепотной речью, однако эта методика не получила широкого распространения.

В разных странах создавались свои варианты равно-энергетических речевых таблиц, отражающих фонетические особенности данного языка. Так, известны английские таблицы

---

<sup>9</sup> Лопотко Анатолий Игнатьевич (1935-2008) – выдающийся российский оториноларинголог, аудиолог, многие работы которого посвящены изучению возможностей речевой аудиометрии, профессор, зав. лабораторией слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова с 1991 по 2007 гг.

Spondee № 9; W-1; W-2 (Egan J.P., 1948; Benson R.W. et al., 1951; Hirsh I. et al., 1952; Carhart R., Porter L.S., 1971; Bench J., Bamford J.M., 1979; Jerger S. et al., 1980; Martin F.N. et al., 1986). Различные артикуляционные таблицы для речевой аудиометрии разработаны также на немецком, финском, шведском, французском, итальянском, грузинском, туркменском, казахском, иврите и многих других языках. Как правило, к подготовке речевого материала для исследования слуха привлекаются не только специалисты в области оториноларингологии, сурдологии, аудиологии, но и филологи, лингвисты, акустики, педагоги. При составлении таблиц учитываются основные физические показатели речи: ее амплитудная характеристика (акустическая мощность звука), частотная характеристика (акустический спектр), временная характеристика (длительность звука) и ритмико-динамический состав речи. С учетом того, что при повторных исследованиях разборчивость может существенно повышаться за счет тренировки и запоминания, динамическое наблюдение за пациентом с использованием речевой аудиометрии требует достаточно большого набора словесных таблиц. Некоторые артикуляционные таблицы приведены в конце данного пособия (см. Приложение).

Надо отметить, что с течением времени появляется необходимость пересмотра наборов слов, используемых для речевой аудиометрии, поскольку какие-то слова устаревают, выходят из употребления и становятся непонятными испытуемым, а в обиход входят новые слова.

### 3. ТРАДИЦИОННАЯ РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ

#### 3.1. Построение речевых аудиограмм

В классическом варианте целью речевой аудиометрии является построение речевой аудиограммы (графика зависимости разборчивости речи от интенсивности подаваемого речевого сигнала), которую иначе называют кривой разборчивости или артикуляционной кривой (Темкин Я.С., 1957; Ундриц В.Ф. и др., 1960; Сагалович Б.М., 1978; Альтман Я.А., Таварткиладзе Г.А., 2003; Таварткиладзе Г.А., 2011 и др.). Разборчивость речевых сигналов разной интенсивности оценивается в процентах.

**Процедура исследования** заключается в следующем: пациенту предъявляют группы слов, начиная с пороговой интенсивности, постепенно повышая ее ступенями по 5-10 дБ. Больного просят повторять то, что он услышал. За правильный ответ принимают только точное воспроизведение испытуемым всех фонем услышанного слова. Любое изменение в повторении слова расценивается как неправильный ответ. Для каждой интенсивности вычисляется процент правильно воспроизведенных слов (**процент разборчивости**). Например, при использовании списка из 50 слов каждое правильно повторенное слово соответствует 2%, из 20 слов – 5%. На основании полученных результатов строят речевую аудиограмму: по оси абсцисс откладывают интенсивность сигнала в дБ, по оси ординат – разборчивость слов в процентах (рис. 1).

При асимметрии слуха (если разница между средними порогами слышимости в зоне речевых частот превышает 40 дБ) необходима **маскировка** лучше слышащего уха по той же методике, что и для тональной аудиометрии по воздушному проведению. Для этого обычно используется белый шум (узкополосная маскировка при речевой аудиометрии неэффективна).

Результаты речевой аудиометрии оцениваются по следующим основным параметрам:

- **порог распознавания речи** (*speech recognition threshold, SRT*) – наименьшая интенсивность, при которой пациент слышит, но не дифференцирует речевые сигналы (слышит, что кто-то говорит, но не разбирает слов). Для обозначения этой величины используются также термины: *порог восприятия, порог различения, порог обнаружения речи*. Обычно порог распознавания речи достигается при интенсивности 5-10 дБ над порогом слышимости тона 1000 Гц. У тугоухих порог различения речи ближе всего соответствует усредненной потере слуха на тоны в зоне 500, 1000 и 2000 Гц. В зарубежных источниках

можно встретить и другое значение термина SRT, если рядом с ним указывается определенная величина в процентах. Например, SRT (50%) означает интенсивность, при которой достигается 50% уровень разборчивости; при исследовании речью на фоне шума SRT (50%) измеряется в дБ SNR – отношения сигнал шум (см. раздел 4.1);

- **пороги 20%-ной, 50%-ной, 80%-ной и 100%-ной разборчивости речи** (*speech discrimination, Disc %*). В норме 50%-ная разборчивость определяется при интенсивности 25-30 дБ (при этом пациент правильно повторяет половину из предъявленных ему слов), 80%-ная – при 35-40 дБ, а 100%-ная – при 45-50 дБ (указанные уровни интенсивности несколько меняются при использовании разных артикуляционных таблиц);

- в ряде случаев, когда, несмотря на дальнейшее повышение интенсивности, добиться 100%-ной разборчивости речи не удастся, ограничиваются оценкой **максимально достижимого уровня разборчивости речи**;

- **порог дискомфорта** (*uncomfortable level, UCL*) – интенсивность, при которой прослушивание речевых сигналов становится неприятным для испытуемого; при дальнейшем увеличении интенсивности нарастает дискомфорт, появляются болевые ощущения;

- **динамический диапазон** – разность между порогом восприятия речи и порогом дискомфорта. В норме он составляет около 110 дБ;

- **порог комфорта** – интенсивность, при которой восприятие речи оптимально для испытуемого (сигнал не слишком тихий, в него не нужно напряженно вслушиваться, но и не слишком громкий). В норме порог комфорта для речевой аудиометрии соответствует 65 дБ УЗД;

- в ряде случаев определенную диагностическую значимость приобретает оценка **разборчивости** при **максимальном** в системе **усилении сигнала**.

По мнению А.И. Лопотко и соавт. (2008), для русского языка порог восприятия речи целесообразно оценивать с помощью сбалансированных по энергии двуслоговых цифровых таблиц, а уровни ее различения – с помощью фонетически и акустически сбалансированных разнословных слов. При необходимости установления степени «тонального дефицита», чаще сопутствующего «периферическим» формам тугоухости, целесообразнее использовать таблицы, построенные по принципу энергетической, частотной и равноударной однородности, несущие низкую семантическую нагрузку. Для русской речи это могут быть энергетически сбалансированные двусложные цифровые таблицы, которые используются для определения «низкоуровневых» порогов «восприятия речи» и 50% разборчивости. Для оценки эффективности лечения слуховых расстройств, характеристики «речевого слуха» как социальной категории уместно использовать таблицы «реальной» речи, несущие

информационную избыточность (для русской речи это разнослоговые таблицы слов, фразовые таблицы «реальной» русской речи).

При **клинической интерпретации** данных речевой аудиометрии учитывают:

- **сдвиг речевой аудиограммы** по горизонтали (при сравнении с таковой, полученной при исследовании лиц с нормальным слухом) на уровне порога восприятия недифференцированной речи или низких уровней разборчивости;
- **наклон кривой вправо по вертикали** (определяется скоростью нарастания разборчивости при повышении интенсивности сигнала).

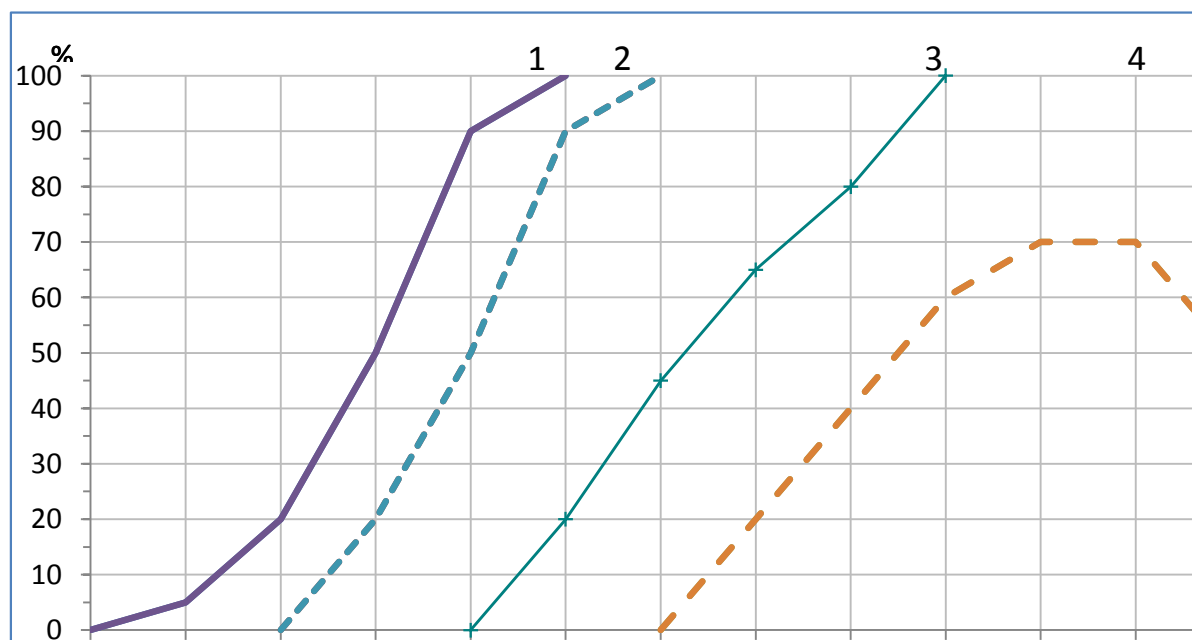


Рис. 1. Примеры речевых аудиограмм при нормальном слухе (1), кондуктивной тугоухости (2), сенсоневральной тугоухости (3, 4). По оси ординат – разборчивость в процентах, по оси абсцисс – интенсивность речевого сигнала в дБ.

Для **кондуктивной тугоухости** характерен сдвиг речевой аудиограммы по оси абсцисс вправо на величину, равную потере слуха на основных речевых частотах. Сдвиг выражен тем больше, чем хуже слух (т.е., для достижения хорошей разборчивости требуется большая интенсивность речевого сигнала). При этом форма кривой и наклон ее относительно горизонтальной оси, как правило, не отличаются от нормальной (рис. 1). В ряде случаев при высоких уровнях интенсивности артикуляционная кривая может менять свою обычную форму, что чаще всего связывают с явлением «кондуктивного рекруитмента» (Хечинашвили С.Н., 1978). Данную форму рекруитмента объясняют нарушением защитно-адапционной функции внутрибарабанных мышц: при отсутствии акустического рефлекса громкость звуков (особенно низкочастотных) нарастает быстрее, чем в норме. В результате этого

увеличивается их маскирующее действие, и повышается эффект самомаскировки громкой речи (Базаров В.Г. и соавт., 1984). Другим отрицательным фактором, влияющим на восприятие речи при кондуктивной тугоухости, может быть субъективный ушной шум, маскирующий речевые сигналы.

При *сенсоневральной тугоухости* речевая аудиограмма также сдвигается вправо, однако, как правило, разборчивость в меньшей степени растет с увеличением интенсивности сигнала (кривая больше наклонена к горизонтальной оси) и часто не достигает уровня 100%-ной разборчивости. По достижении максимума, несмотря на рост интенсивности, разборчивость остается на прежнем уровне, а при еще большем повышении интенсивности сигнала, наоборот, падает, что является признаком феномена ускоренного нарастания громкости (ФУНГ) или рекрутмента, характерного для поражения рецепторного аппарата (рис. 1).

### 3.2. Оценка разборчивости речи при комфортном уровне громкости

С учетом того, что построение артикуляционных кривых отнимает немало времени и может быть утомительным для испытуемых, методику традиционной речевой аудиометрии, как правило, используют лишь в научных целях.

В клинической практике чаще применяют упрощенный вариант речевой аудиометрии – определение разборчивости при комфортном уровне громкости.

**Процедура исследования.** Сначала определяют комфортный уровень интенсивности, при котором речевой сигнал оптимален для испытуемого. С этой целью предъявляют слова с различной громкостью. Как правило, в данном исследовании используют артикуляционные таблицы *односложных слов*, обладающих меньшей информационной избыточностью, чем дву- и многосложные слова (см. Приложения). Больного просят повторять слова, которые он услышал, с указанием того, не нужно ли увеличить или уменьшить громкость. Обычно исследование начинают с интенсивности, определяемой путем прибавки в 30-40 дБ над порогом слышимости тона 1000 Гц, а затем при необходимости изменяют интенсивность, увеличивая или уменьшая ее степенями по 5 дБ, в зависимости от ощущений пациента, поскольку комфортный уровень – это субъективный параметр. Весьма осторожным нужно быть при обследовании лиц с проявлениями ФУНГ, у которых даже небольшое увеличение громкости может вызывать неприятные ощущения (в этих случаях исследование начинают с меньших уровней интенсивности). Как правило, для определения комфортного уровня интенсивности и понимания испытуемым сути исследования используют один трек (набор из

20-50 слов) артикуляционной таблицы или его часть. Следуя общепринятым в аудиологии правилам, начинают исследование с лучше слышащего уха.

Затем пациенту предъявляют полную группу слов (следующий трек) при комфортной интенсивности. При регистрации результатов, как и при традиционной речевой аудиометрии, за правильный ответ принимают только точное воспроизведение испытуемым всех фонем услышанного слова. Любое изменение в повторении слова расценивается как неправильный ответ. По окончании исследования вычисляется процент правильно воспроизведенных слов (*процент разборчивости при комфортной интенсивности*). Например, при использовании списка из 50 слов каждое правильно повторенное слово соответствует 2%, из 20 слов – 5% и т.д.

Следующим этапом проводится аналогичное исследование другого уха. При асимметрии слуха (в среднем, более 40 дБ в зоне речевых частот) необходима маскировка лучше слышащего уха (см. раздел 3.1).

**Клиническая интерпретация** полученных данных основывается на сопоставлении полученных значений монауральной разборчивости для каждого уха между собой и с нормой.

*В норме* разборчивость односложных слов при комфортном уровне интенсивности для каждого уха составляет 95-100%. При *кондуктивной тугоухости*, как правило, регистрируются такие же показатели (комфортная громкость при этом будет, естественно, больше, чем в норме, в соответствии со степенью потери слуха). При *сенсоневральной тугоухости*, особенно при круто нисходящих тональных аудиограммах и наличии ФУНГ, разборчивость обычно не превышает 70-80%. Если значение монауральной разборчивости при небольших и средних потерях слуха не достигает 50%, можно предположить наличие нарушений центрального отдела слухового анализатора.

Сопоставление значений разборчивости для каждого уха при симметричном слухе имеет большое значение при выборе стороны слухопротезирования: целесообразнее подбирать слуховой аппарат на ухо с лучшей разборчивостью.

### **3.3. Соотношение показателей тональной и речевой аудиометрии**

Существуют методы прогнозирования речевой разборчивости в зависимости от результатов тональной пороговой аудиометрии. Так, известны двух-, трех- и пятичастотный способы расчета без учета и с учетом удельного веса отдельных частот для разборчивости. В основу этих расчетов положена зависимость «речевого слуха» от «тонального» в зоне речевых частот (Лопотко А.И., 1999). Однако данные по сопоставлению порогов тонального

и речевого слуха существенно различаются у разных авторов. С одной стороны, это объясняется неоднородностью фонетического материала, разными подходами к критерию потери слуха для тонов, а с другой – многообразием факторов, влияющих на разборчивость речи, наряду с повышением тональных порогов в речевом диапазоне (*тональным дефицитом*).

При *сенсоневральной тугоухости периферического генеза* отмечаются более низкие пороги дифференциации по интенсивности и более высокие, чем в норме, пороги дифференциации по частоте. Другим фактором, ухудшающим восприятие речи при данной патологии, считают появление частотных искажений – как за счет неравномерной частотной потери чувствительности, так и за счет сдвига частоты воспринимаемого звука (монауральный или бинауральный диплокузис). Диплакузис легко выявляется при односторонней сенсоневральной тугоухости (например, при болезни Меньера), когда пациенту на каждое ухо поочередно звуки одинаковой частоты, а он отмечает различия в частотном составе этих звуков (Базаров В.Г. и соавт., 1984). В свое время дискутировался вопрос о влиянии ФУНГ, нередко сопутствующего звуковоспринимающей тугоухости, на разборчивость речи. Однако, по мнению А.И. Лопотко и соавт. (1986), нарушение разборчивости определяется не столько ФУНГ вообще, сколько неравномерным нарастанием громкости для различных частот (в том числе, речевого диапазона).

Разборчивость речи, связанная с поражением периферического отдела слухового анализатора, ухудшается в еще большей степени, если в патологический процесс вовлекаются *ретрокохлеарные и центральные отделы слуховой системы*, ответственные за преобразование, кодирование, обработку и распознавание речевых сигналов. В этих случаях могут возникать дополнительные искажения, обусловленные нарушениями механизмов бинаурального взаимодействия, пороговой и громкостной адаптации, тонкого временного анализа звуков и пр. (Базаров В.Г. и соавт., 1984). Нарушения разборчивости, не зависящие от потери слуха на речевые частоты, называют *тонально-речевой диссоциацией (синдромом фонемической регрессии)* и связывают с поражением центральных отделов слухового анализатора, когда при относительно сохранном тональном слухе резко нарушается разборчивость речи. Диссоциация тонального и речевого слуха является частым проявлением возрастной тугоухости (Лопотко А.И. и соавт., 1986; Ефимова М.В., 2011). При этом снижение разборчивости речи не компенсируется повышением интенсивности, что чрезвычайно затрудняет слухопротезирование.

## **4. УСЛОЖНЕННАЯ РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ**

Существенным недостатком исследования слуха звуками речи является информационная избыточность используемых речевых сигналов, что активизирует фактор догадки и снижает диагностические возможности метода, особенно при обследовании пациентов с центральными слуховыми расстройствами. В этой связи большой интерес представляет изучение восприятия измененной речи, лишенной избыточности, что ставит слуховой анализатор в более трудные для ее различения условия. Такие усложненные тесты некоторые авторы называют сенсibilизированной речевой аудиометрией или аудиометрий речевыми сигналами в условиях, затрудняющих их различение (Сагалович, 1978; Лопотко, 1999). Сенсibilизированная речевая аудиометрия включает не только аудиометрию преобразованными речевыми сигналами (сигналами, подвергнутыми частотной фильтрации, амплитудной и временной селекции), но и аудиометрию непреобразованной речью с использованием нормированных факторов, затрудняющих разборчивость (отбор фонем по критерию их высоты, разборчивость не преобразованной речи в условиях ее маскировки и т.д.). Все это позволяет повысить диагностическую значимость метода.

Различают моноауральные и бинауральные варианты усложненной речевой аудиометрии. Такое деление достаточно условно, так как некоторые тесты могут использоваться и моноауральной, и в бинауральной версии (например, исследование речью в условиях помехи может осуществляться как в наушниках, с подачей речевого сигнала и маскира на одно ухо, так и в свободном звуковом поле). В диагностическом отношении все тесты усложненной речевой аудиометрии направлены, прежде всего, на выявление центральных нарушений слуха.

### **4.1. Моноауральные низко избыточные тесты**

Моноауральные низко избыточные речевые тесты оценивают способность слуховой системы восстанавливать или заполнять пропущенные компоненты (фонемы, слоги, слова). К ним относятся исследования речевыми сигналами, прошедшими через фильтры с различной частотой среза, и сигналами с измененными временными характеристиками (Лопотко А.И., 1971; Keith R., 1996; Keith R. et al., 1999), а также речью на фоне помехи (Костров Н.И. и др., 1978; Дискаленко В.В., 1988; Jerger J., Jerger S., 1982; Keith R., 1996; Cameron S. et al., 2009). В указанной батарее тестов оценивается слуховое восстановление (способность понимать целое слово или высказывание, когда его часть пропущена) или способность выделять определенные сигналы из шумового фона.

#### 4.1.1. Аудиометрия преобразованной речью

Данная методика предполагает использование в качестве тестирующих сигналов фильтрованной речи, а также речи с измененными временными характеристиками.

Под фильтрованной речью понимают речевые сигналы, пропущенные через специальные полосовые электроакустические фильтры, исключающие определенную часть спектра сигналов. Для обозначения этой методики, наряду с названием «аудиометрия фильтрованной речью», используются и другие термины: «аудиометрия речью, ограниченной по частоте», «частотно-полосовая аудиометрия» и т.п. В зависимости от частоты пропускания фильтра получают низкочастотные (125-1000 Гц), среднечастотные (1000-2000 Гц) и высокочастотные ( $\square$  2000 Гц) полосы звонкой речи. При сенсоневральной тугоухости для ограничения эффекта тонального дефицита на высокие частоты обычно используют низкочастотную и среднечастотную полосы речи (Лопотко А.И., 1999).

В качестве одного из примеров стандартной методики аудиометрии речью, ограниченной по частоте, можно привести *тест фильтрованных слов SCAN*, предложенный для английского языка (Keith R., 2000): *SCAN-C (Test for Auditory Processing Disorders in Children)* – *тест диагностики нарушений обработки слуховой информации у детей*; *SCAN-A* – *модификация для подростков и взрослых*. Тест включает в себя два списка из 20 слов, измененных посредством низкочастотного фильтра с частотой пропускания 1000 Гц и крутизной 32 дБ на октаву. Оценивается способность слуховой системы восстанавливать пропущенную информацию.

Другим способом преобразования речевого сигнала является его временное «сжатие». При аудиометрии ускоренной речью увеличивается не только скорость проговаривания фонетических элементов в единицу времени, но и частота речевого сигнала. Таким образом, ухудшение разборчивости при временной компрессии речевых стимулов может быть обусловлено, с одной стороны, снижением скорости переработки звуковой информации в центральных отделах слухового анализатора, а с другой, тональным дефицитом (Лопотко А.И., 1999). В качестве речевых сигналов могут использоваться как слова, так и фразы.

Для оценки способности к обработке речевых сигналов, предъявляемых с высокой скоростью, на английском языке разработан *тест временной компрессии предложений* (Keith R., 1999) – *TCST (Time Compressed Sentence Test)*. После прослушивания сигнала с 40% (60%) компрессией испытуемый должен узнать и выбрать из списка одно из 10 предложений.

В другом английском тесте – *NU-6 (Northwestern University Auditory Test Number 6 – слуховой тест номер 6 Северо-Западного университета)* используется несколько способов

преобразования речевого сигнала (Wilson R., 2000): 1) **низкочастотная фильтрация слов**; 2) **временная компрессия речевых стимулов** и 3) **временная компрессия речевых стимулов с реверберацией**. В каждом из этих вариантов исследования предъявляются односложные слова в условиях низкой избыточности. В первом тесте используются фильтры с частотой среза 500, 750, 1000 или 1500 Гц (для детей предпочтительнее фильтр с частотой 1000 Гц); во второй версии временная компрессия составляет 45% или 65% (в детской практике используется компрессия 45%). Третья версия аналогична тесту с компрессией, но с добавлением 0,3 сек реверберации.

#### 4.1.2. Исследование речью на фоне ипсилатеральной помехи

При данных исследованиях речевой сигнал звучит на фоне помехи, подаваемой ипсилатерально (на то же ухо). Обычно с этой целью используются соответствующие записи артикуляционных таблиц с «наложением» маскира на полезный речевой сигнал. Маскером могут служить как различные виды шума (белый шум, транспортный шум и пр.), так и речевые сигналы.

Отношение сигнал/шум (*SNR, signal-to-noise ratio*) определяет то, насколько уровень сигнала превосходит уровень шума. Обычно отношение сигнал/шум выражается в децибелах (дБ).

$$SNR \text{ (дБ)} = 10 \lg (P_{\text{signal}}/P_{\text{noise}})$$

*P* — средняя мощность

Чем больше этот показатель, тем в большей степени уровень сигнала превосходит уровень помехи. При одинаковых уровнях сигнала и шума отношение сигнал/шум равно нулю ( $\lg 1=0$ ).

Одним из вариантов монаурального тестирования речью на фоне различных шумов, подаваемых ипсилатерально, является «**Русский речевой аудиометрический экспресс-тест**», который был разработан в лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова (Лопотко А.И. и др., 2002). Метод заключается в том, что на обычной установке для речевой аудиометрии посредством головного телефона в исследуемое ухо подаются слова одновременно с шумом (используется CD-диск с соответствующей записью). Полезным сигналом служат многосложные слова (Гринберг Г.И., Зиндер Л.Р., 1957), а помехой может быть шум ветра, дождя, толпы, транспортный шум, речевой шум, многоголосие; отношение сигнал/шум фиксировано для каждой артикуляционной таблицы и составляет -6 дБ, 0 дБ или +6 дБ. Наиболее сложным для испытуемого является предъявление слов на фоне многоголосия. Исследование выполняется на комфортной для испытуемого громкости. Сравнивается исходная разборчивость речевого сигнала (без помехи) с разборчивостью на

фоне шума. При наличии центральных слуховых расстройств разборчивость на фоне помехи очень мала.

Достаточно много модификаций речевой аудиометрии в условиях ипсилатеральной маскировки предложено для английского языка. Ниже приводятся некоторые из тестов.

**PSI (Pediatric Speech Intelligibility Test) – педиатрический тест речевой разборчивости** (Jerger J., Jerger S., 1984). Тест состоит из 20 односложных слов, сгруппированных в 4 списка, и двух уровней фразового материала, основанных на рецептивной языковой способности. Ребенка просят показать соответствующую слову картинку, когда стимул предъявляется в тишине или на фоне конкурирующего высказывания. Оценивается число правильных ответов при предъявлении стимулов с различной интенсивностью.

**SSI-ICM (Synthetic Sentence Identification with Ipsilateral Competing Message) – тест идентификации синтезированных предложений с ипсилатеральной маскировкой конкурирующими высказываниями** (Jerger J., Jerger S., 1974). Синтезированные предложения предъявляются на комфортном уровне с одновременной подачей в это же ухо конкурирующего высказывания. Отношение сигнал/шум изменяется от +10 до +20 дБ. Испытуемый должен прочесть свой ответ, выбрав из списка предложений. Вычисляется процент правильных выборов как функция различий между синтезированными и конкурирующими предложениями в дБ.

**AAST (Adaptive Auditory Speech recognition Test) – адаптивный слуховой тест распознавания речи** (Vermeulen A., Coninx F., 2012). Поскольку данный тест используется, главным образом, в детской практике, он описан ниже, в разделе 6.

В Германии в рамках Ольденбургской программы исследований разработан **Matrix Test (тест-матрица)** для оценки речевой разборчивости в шуме, который также называют **Oldenburger Satztest, OLSA (Ольденбургский фразовый тест)** (Wagener K.C. et. al., 2003). Речевой материал в нем представлен синтаксически однородными, но семантически непредсказуемыми предложениями, состоящими из 5 слов (первое – мужское или женское имя, второе – глагол, третье – числительное, четвертое – прилагательное, пятое – существительное), которые могут предъявляться в тишине и на фоне шума. Например, «Иван хочет пять красных залов». Формирование речевого материала для данного теста производилось следующим образом: 100 разных фраз, произносимых русским диктором-женщиной, записывались так, что для каждого слова имелось 10 различных версий в зависимости от коартикуляции с прилегающим словом. После выравнивания уровня 100 фраз, основанном на среднем корне квадратном всего предложения с включением бессловесных частей, фразы разрезались на отдельные слова с сохранением коартикуляции

со следующим словом. Путем рекомбинации 500 одиночных слов в новые предложения было составлено 28 списков, состоящих из 10 фраз. Каждый из этих списков содержал все 50 слов матрикса и был фонетически сбалансирован (списки, содержащие одно или больше неестественно звучащих предложений, удалялись). Помехой служит стационарный долговременный усредненный шум речевого спектра (Long-term average speech spectrum, LTASS), специально созданный путем суперналожения 280 предложений несколько раз. Отношение сигнал/шум может быть фиксированным или регулироваться автоматически в зависимости от ответов испытуемого; предложения подаются посредством головных телефонов (на одно или на оба уха) или акустических колонок в свободном звуковом поле (Wardenga N. et al., 2012). Результаты оцениваются в значениях отношения сигнал/шум в дБ (дБ SNR), при котором достигается 50% уровень речевой разборчивости. Данный тест уже апробирован для немецкого, английского и французского языка (Jansen S. et. al., 2012). В настоящее время проходят испытания его испанской, кастильской, русской и турецкой версий. Лаборатория слуха и речи участвует в международном многоцентровом исследовании по апробации русского теста-матрицы (*RuMatrix Test*). Модификация данного теста для детей описана ниже, в разделе 6.

## 4.2. Бинауральное речевое тестирование

Среди бинауральных речевых тестов принято различать *диотические*, при которых осуществляется идентичная стимуляция обеих ушей (как правило, при этом речевой сигнал подается в свободном звуковом поле), и *дихотические*, при которых имеется интерауральное различие стимуляции по какому-либо из параметров (сигналы предъявляются через два телефона отдельно на оба уха) (Альтман Я.А., 1972; Лопотко, 1999). Однако в зарубежной литературе под дихотическим тестированием понимают лишь одновременное предъявление на каждое ухо разных звуковых стимулов, в то время как последовательное их предъявление называют *тестами бинаурального взаимодействия* (Berlin C.I., 1976; Fifer R. et al., 1983; Jerger J., Musiek F., 2000). В дальнейшем будет использоваться последняя классификация.

### 4.2.1. Диотические тесты

Для идентичной стимуляции обеих ушей в рамках выполнения диотического тестирования могут использоваться те же тесты, которые применяются для низкоизбыточного моноаурального тестирования (раздел 4.1). Отличие заключается лишь в том, что одинаковые сигналы подаются либо одновременно с двух головных телефонов, либо

с динамических громкоговорителей (в свободном звуковом поле) и воспринимаются одновременно обоими ушами.

В лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова с этой целью применяется «*Русский речевой аудиометрический экспресс-тест*» (Лопотко А.И. и др., 2002), описанный в разделе 4.1.2. Звуковые колонки при этом располагают перед испытуемым на расстоянии 1 м от его головы под углом 45° относительно сагиттальной плоскости. Уровень речевого сигнала ушной раковины устанавливается под контролем шумомера на уровне 60-65 дБ УЗД, а отношение сигнал/шум, как уже указывалось выше, фиксировано для каждой артикуляционной таблицы и составляет -6 дБ, 0 дБ или +6 дБ.

В США активно используется тест *HINT* (*Hearing in Noise Test*), разработанный в Лос-Анджелесе (House Ear Institute), – *тест слушания в шуме*, который получил также распространение в Канаде, Бразилии и многих других странах (Taylor B., 2003; Bevilacqua M.C. et al., 2008; Vaillancourt V. et al., 2008). В настоящее время создается русскоязычная версия данного теста. При этом исследовании оценивается способность человека распознавать речь в тишине и на фоне шума в условиях бинаурального слушания. Звуковые колонки устанавливаются следующим образом: одна – непосредственно перед испытуемым (0° азимута), а две другие – справа и слева от слушателя под углом 90°. Все источники звука расположены на расстоянии одного метра от центра головы испытуемого. Речевой материал представлен 240 фразами, сгруппированными в 12 таблиц по 20 фраз в каждой. Тест выполняется в условиях четырех вариантов подачи сигналов (фразы всегда подаются со звуковой колонки, расположенной перед испытуемым): 1) фразы подаются в тишине; 2) фразы вместе с конкурирующим шумом подаются со звуковой колонки, размещенной перед пациентом; 3) шум, подается с колонки, расположенной на 90° справа от пациента; 4) шум подается с колонки, расположенной на 90° слева от пациента. Испытуемый должен прослушать фразу и повторить ее. Во всех случаях громкость конкурирующего шума остается постоянной на уровне 65 дБ УЗД, а громкость речевого сигнала меняется в течение всего испытания в зависимости от того, правильно ли пациент повторяет услышанные фразы. Результаты теста оцениваются по трем основным параметрам: отношение сигнал/шум (дБ SNR), порог разборчивости и максимальная разборчивость в процентах по отношению к нормальным значениям.

В другом тесте – *Quick SIN* (*Quick Speech In Noise test, быстрый тест речи в шуме*) также меняется отношение сигнал/шум, но уже за счет изменения громкости фоновой помехи, а громкость речевого сигнала при этом остается постоянной. Кроме того, существуют английские тесты с фиксированным отношением сигнал/шум. Например, *CST* (*Connected Speech Test, тест связной речи*), в котором испытуемому предъявляются

отрывки текста из 9-10 предложений на фоне многоголосия, или *SPIN (Speech Perception In Noise test, тест восприятия речи в шуме)*, который предусматривает предъявление предложений из 5-8 слов также на фоне многоголосия (Taylor B., 2003).

Интересный вариант речевого тестирования, выполняемого посредством использования головных телефонов или в свободном звуковом поле, предложили итальянские исследователи (Di Berardino F. et al., 2012) – *VTMR (test with Verbal Tasks and Motor Responses, тест с вербальными заданиями и двигательными ответами)*. Комплект для данного тестирования включает набор из нескольких деревянных предметов (5 колец разного цвета, основа, 4 разноцветные палочки, молоток, стержень) и CD с записью заданий (20 списков по 5 заданий в каждом). Например: «Возьмите красное кольцо и наденьте его на стержень». Испытуемый прослушивает задание и выполняет требуемое действие. Пауза между заданиями составляет 8 секунд. В процессе этого исследования оценивается не только способность понимать словесные команды на фоне шума, но и состояние моторики, памяти, когнитивные способности. Разработаны английский и итальянский варианты данного теста. В настоящее время в лаборатории слуха и речи СПбГМУ проходит апробация русской версии теста VTMR.

#### 4.2.2. Дихотические тесты

При дихотическом тестировании на каждое ухо посредством головных телефонов одновременно подаются разные звуковые стимулы, например, односложные слова. При этом можно оценивать *бинауральную интеграцию*, когда испытуемый должен повторить все, что он слышит каждым ухом (раздельное внимание), или *бинауральное разделение*, когда испытуемого просят повторить только то, что он услышал одним ухом (направленное внимание).

История разработки метода дихотического прослушивания насчитывает более полувека. Он был предложен как модификация классического теста по исследованию кратковременной памяти (Broadbent D.V., 1954). Испытуемому в каждое ухо одновременно подавались разные речевые сигналы в виде цифр, и после предъявления трех пар просили назвать все 6 цифр. Оказалось, что испытуемые предпочитали сначала перечислять цифры, предъявленные на одно ухо, а затем – на другое. Это позволило предположить, что симметричные слуховые каналы функционально изолированы.

В ходе многочисленных экспериментов было установлено, что в условиях конкуренции между правым и левым каналами слуховой системы отмечается преимущество уха, противоположного тому полушарию, которое доминирует в обработке предъявляемых сигналов. У лиц с доминирующим по речи левым полушарием лучше воспринимаются

сигналы, подаваемые в правое ухо, а при доминировании правого полушария наблюдается преимущество левого уха. Так как большинство людей – правши, центр речи у них, как правило, сосредоточен в левом полушарии, и для них свойственно преобладание правого слухового канала. Это явление получило название «эффекта правого уха». Величина данного эффекта у разных людей может колебаться. Предполагается, что при дихотическом прослушивании передача по прямому пути тормозится. То есть, у праворуких людей информация от левого уха сначала поступает по перекрестному пути в правое полушарие, а потом через комиссуры мозга – в левое, причем часть ее теряется. Однако преимущество правого уха встречается только у 80% правшей, а центр речи (согласно пробе Вада) находится в левом полушарии у 95% праворуких людей. Причиной этого может быть то, что у ряда людей морфологически преобладают прямые слуховые пути (Морозов В.П. и соавт., 1988).

На результаты дихотического прослушивания влияют многие факторы: 1) характеристика подаваемых сигналов (некоторые сигналы воспринимаются лучше других, независимо от того, на какое ухо они подаются), 2) правильность составления и соблюдения инструкции, 3) индивидуальные особенности испытуемых (право- или леворукость, возраст, профессиональные особенности, когнитивные и лингвистические способности, наличие патологии центральной нервной системы и т.д.) и другие (Морозов В.П. и соавт., 1988).

В настоящее время дихотическое тестирование является одним из самых распространенных методов исследования межполушарной асимметрии речи у здоровых людей разного возраста и лиц с патологией центральной нервной системы (Марютина Т.М., Кондаков И.М., 2003). В аудиологии и сурдологии различные модификации дихотического теста широко используются для выявления центральных нарушений слуха (Лопотко А.И., 1999; Лопотко А.И. и соавт., 2008).

В лаборатории слуха и речи СПбГМУ реализованы следующие методики дихотического тестирования: 1) предъявление на одно ухо слов, начитанных диктором мужчиной (полезный сигнал), а на другое – женщиной (маскер); испытуемый при этом повторяет только слова, произносимые мужским голосом, т.е. исследуется бинауральное разделение (Рындина А.М. и др., 1998); 2) цифровой дихотический тест (одновременное предъявление на каждое ухо разных двузначных чисел), в котором оценивается бинауральная интеграция, т.е. испытуемый повторяет оба услышанных числа, и ряд других тестов, которые будут описаны в разделе 6, посвященном детской речевой аудиометрии.

Множество вариантов дихотического тестирования предложено для английского языка (Roeser R.J. et al., 1983; Fifer R. et al., 1983; Wexler B.E., Hawles T., 1983; Bellis T., 2003); некоторые из них приведены ниже.

*CST (Competing Sentences Test) – тест конкурирующих предложений* (Willeford J.A., Burleigh J.M., 1994). Тестовые стимулы представлены 30 парами простых предложений из 6-7 слов с двумя парами предложений, близких по смыслу. Эталонное предложение на уровне 35 дБ подается на одно ухо, а конкурирующее предложение на уровне 50 дБ – на противоположное ухо. Испытуемый должен повторить эталонное предложение и игнорировать другое. Оценивается бинауральное разделение слуховой информации.

*CVT (Dichotic Consonant-Vowel Test) – дихотический тест согласный-гласный* (Berlin C.I. et al., 1972). Стимулами являются 6 слогов (согласный-гласный): па, та, ка, ба, да, га. В каждое ухо одновременно подаются разные слоги. Задача испытуемого – выбрать из предложенного списка ту пару слогов, которую он услышал. Для исследования эффекта временной задержки предъявление одного из слогов может быть задержано на 15, 30, 60 или 90 мс.

*DDT (Dichotic Digits Test) – цифровой дихотический тест* (Musiek F., 1983). Две пары различных цифр предъявляются дихотически. Испытуемый должен назвать все цифры, которые услышал. Исследование отличается простотой и быстротой выполнения.

*DRT (Dichotic Rhyme Test) – дихотический рифмованный тест* (Musiek F. et al., 1989). Используются сочетания рифмованных слов, состоящих из согласного-гласного-согласного и начинающихся с одной из взрывных согласных (п, т, к, б, д, г). Каждая пара слов отличается только первой согласной. От испытуемого требуется повторить одно из двух предъявленных слов.

*DSI (Dichotic Sentence Identification Test) – дихотический тест идентификации предложений* (Fifer R. et al., 1983). Фразы предъявляются дихотически, испытуемый должен их идентифицировать из предложенного ему списка 10 предложений.

*SCAN-C (Test for Auditory Processing Disorders in Children) – тест диагностики нарушений обработки слуховой информации у детей; SCAN-A – модификация для подростков и взрослых* (Keith R., 2000, 2008). Данный способ состоит из нескольких этапов. 1) **Тест конкурирующих слов.** Пара односложных слов подается дихотически, от испытуемого требуется повторить оба слова (оценивается бинауральная интеграция). При первом исследовании испытуемый сначала повторяет слова, которые он слышит справа, а затем – слева. Во время второго исследования порядок повторения слов обратный. 2) **Тест конкурирующих фраз.** На каждое ухо одновременно предъявляются фразы разного содержания. Испытуемый должен повторять услышанное только одним ухом, игнорируя речевой сигнал, поступающий в другое ухо (оценивается бинауральное разделение). Используются 2 тренировочных и 10 тестирующих пар фраз дважды: при одном исследовании нужно повторять фразы, услышанные правым ухом, а при втором – левым.

*SSW (Staggered Spondaic Word Test) – ступенчатый просодический тест* (Katz J., 2001). Одновременно в оба уха подаются двусложные слова, задача испытуемого – повторить оба слова, то есть оценивается бинауральная интеграция.

*SSI-CCM (Synthetic Sentence Identification with Contralateral Competing Message) – идентификация синтезированных предложений с контралатеральной конкурирующей маскировкой* (Jerger J., Jerger S., 1994). Тест состоит из 10 английских предложений, похожих на абсурдные высказывания. Эти искусственные фразы предъявляются на обследуемое ухо, в то время как на противоположное ухо подается длительное речевое высказывание. Испытуемый выбирает услышанное предложение из предложенного ему списка.

### 4.2.3. Тесты бинаурального взаимодействия

В тестах бинаурального взаимодействия информация поступает на каждое ухо не одновременно, а последовательно, т.е. часть информации поступает в одно ухо, а затем оставшаяся часть – в другое. При этом оценивается способность слушателя интегрировать сигналы и правильно воспроизводить всю поступившую информацию (Bellis T., 2003).

В лаборатории слуха и речи СПбГМУ в течение многих лет проводится *аудиометрия чередующейся бинаурально речью (ЧБР)*. Процедура исследования заключается в следующем. Сначала при комфортном уровне громкости определяется процент разборчивости речевого сигнала для каждого уха в отдельности (моноауральное тестирование), после чего – процент разборчивости при бинауральном предъявлении сигнала, когда слова делятся пополам, и первая часть слова подается на одно ухо, а вторая сразу вслед за первой – на другое ухо. В качестве фонетического материала используются таблицы из 20 односложных слов (см. Приложение). Затем вычисляется разность между моноауральной разборчивостью хуже разбирающего уха и бинауральной разборчивостью (ΔЧБР). Если функция центральных отделов слуховой системы не нарушена, процент разборчивости при бинауральном предъявлении слов, как правило, несколько ниже, чем при моноауральном, но эта разница не превышает 20%. При центральных нарушениях в работе слуховой системы, когда страдает функция синтеза, ΔЧБР превышает 20%. Сопоставление данных теста ЧБР с топикой поражения различных отделов слуховой системы, выявленной с помощью других аудиологических тестов, в совокупности с результатами неврологического обследования позволило установить достоверное изменение показателей теста ЧБР у больных с нарушением функции высших слуховых центров (Кукс Е.Н. и др., 1988). В то же время ряд авторов отмечает высокую чувствительность тестов бинаурального взаимодействия к поражениям ствола мозга (Bellis T., 2003).

Из тестов бинаурального взаимодействия, описанных в англоязычной литературе, можно привести следующие.

***CVC Fusion Test*** – **тест слияния «согласный-гласный-согласный»** (Wilson R.H. et al., 1994): слово предъявляется таким образом, что гласные подаются в одно ухо, а согласные – в другое.

***Spondee Binaural Fusion Test*** – **тест бинаурального слияния двух слогов**: слово делится на слоги, пропускаемые через фильтры, после чего низкочастотный сегмент подается в одно ухо, а высокочастотный – в другое.

***RASP (Rapidly Alternating Speech Perception Test)*** – **тест быстрого попеременного восприятия речи** (Willeford J. A., Bilger J. M., 1978): предложение делится на короткие сегменты, которые попеременно предъявляются то на одно, то на другое ухо; испытуемый должен воспроизвести всю фразу целиком.

## 5. РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ ПО КОСТНО-ТКАНЕВОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Речевая аудиометрия по костно-тканевой проводимости выполняется значительно реже, чем традиционные речевые методики. В свое время «речевую костную аудиометрию» предлагалось использовать для дифференциальной диагностики различных форм тугоухости. Н.П. Русанова (1974), сравнивая результаты речевой аудиометрии у пациентов с кохлеарным невритом, отосклерозом, хроническим гнойным средним отитом и адгезивным отитом, пришла к выводу о том, что речевая аудиометрия по костной проводимости лучше отражает функцию рецепторного аппарата улитки как при кондуктивных нарушениях слуха, так и при звуковоспринимающей тугоухости.

В.Г. Базаров и соавт. (1984) предлагали использовать речевую аудиометрию по костной проводимости в комплексе окклюзионных тестов. Известно, что эффект окклюзии заключается в улучшении восприятия костного звукопроведения при закрытом наружном слуховом проходе (на этом основаны опыты Бинга и Федериччи). Авторы выполняли аудиометрическую модификацию опыта Федериччи с использованием теста числительных Е.М. Харшака. Сначала определяли порог 50% разборчивости в тесте числительных по костной проводимости, устанавливая костный телефон на сосцевидный отросток в области проекции антрума. Затем костный телефон аудиометра помещали на козелок так, чтобы слуховой проход был закрыт, и, уменьшив интенсивность звука на 40 дБ, также определяли порог 50% разборчивости. При нормальном звукопроведении разница в порогах восприятия речи с козелка и с сосцевидного отростка составляет 30-35 дБ. Уменьшение этой величины указывает на ухудшение функции звукопроводящего аппарата (опыт Федериччи слабоположительный). Отсутствие разницы между порогами 50% разборчивости в тесте числительных с козелка и сосцевидного отростка свидетельствует о грубом нарушении функции звукопроводящего аппарата (опыт Федериччи отрицательный).

В лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П.Павлова речевая аудиометрия по костно-тканевой проводимости проводилась в рамках российско-итальянского исследования, посвященного разработке метода настройки слуховых аппаратов костного звукопроведения (Джанетти М. и соавт., 2008).

## 6. ОСОБЕННОСТИ РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ У ДЕТЕЙ

Использование речевой аудиометрии у детей возможно с трех - четырехлетнего, а в ряде случаев и более раннего возраста. Особенностью обследования ребенка является необходимость использования специальных таблиц, в которых фонетический материал представлен знакомыми для детей исследуемого возраста словами (Покрывалова К.П., 1954; Тимофеев Н.В., Коган А.Д., 1954; Руленкова Л.И., Смирнова О.И., 2003). Если речевое развитие ребенка недостаточно, он вместо повторения слова выбирает соответствующую картинку.

В сурдологической практике тестирование детей речевыми сигналами проводится, главным образом, при подборе слухового аппарата и оценке эффективности слухопротезирования (Королева И.В., 2009; Gravel J.S. et al., 1999; Scollie S.D. et al., 2010). Однако не менее важно использование возможностей речевой аудиометрии для диагностики уровня поражения слуховой системы, в частности, для выявления центральных слуховых расстройств. В зарубежной литературе есть сведения об усложненной речевой аудиометрии, адаптированной для детей (Jerger S. et al., 1983; Bellis T., Ferre J., 1999 и др.). Некоторые из сенсibilизированных речевых педиатрических тестов уже упоминались выше, в разделах 4.1, 4.2.1 и 4.2.2.

Среди исследований последних лет следует отметить масштабный интернациональный проект **hEARd** (Hearing Evaluation of Auditory Rehabilitation Devices), выполняемый в рамках Европейского Союза. Целью исследования является сбор данных по восприятию речи слабослышащими детьми 4-10 летнего возраста, использующими различные слуховые аппараты или кохлеарные импланты. В исследовании принимают участие 19 аудиологических, медицинских и образовательных центров Австрии, Бельгии, Германии, Нидерландов и Польши. При этом используется часть батареи тестов для оценки слушания и языковых навыков (Battery for the Evaluation of Listening and Language Skills, BELLS). На первом этапе оценивается восприятие звуков, производимых животными – многочастотный тест голосов животных (multi Frequency Animal Sound Test, mFAST), затем – распознавание речи в тишине и шуме посредством адаптивного слухового теста распознавания речи (Adaptive Auditory Speech recognition Test, AAST), а на последнем этапе – тест по оценке различения гласных и согласных (TITATU). Способности распознавания речи выражаются в эквиваленте потери слуха (Equivalent Hearing Loss, EHL) (Vermeulen A., Coninx F., 2012).

Методика проведения адаптивного слухового теста распознавания речи (AAST) заключается в следующем. Испытуемому предъявляют одно из 4-6 многосложных слов, которые в виде картинок представлены на экране компьютера. Услышав слово, нужно

выбрать соответствующий рисунок на экране монитора и «кликнуть» по нему. Если слово не удалось разобрать, выбирают картинку с вопросительным знаком. После правильного ответа интенсивность стимула автоматически уменьшается на один шаг, а после неправильного – увеличивается на два шага. Размер шага для исследования речью в тишине составляет 5 дБ, а на фоне шума – 2 дБ. Программа автоматически останавливается после 7 неправильных ответов и подсчитывает значение порога разборчивости на основе последних шести правильных ответов. Результаты данного теста практически не зависят от словарного запаса ребенка. Он может использоваться не только в детской, но и во взрослой практике. (Coninx, F. et al., 2007).

Другим вариантом исследования речью в шуме является *Ольденбургский фразовый тест* (*Oldenburger Satztest, OLSA*), модификация которого для взрослых была описана в разделе 4.1.2. Данный тест, разработанный в Германии и апробированный во многих европейских странах, в настоящее время проходит апробацию для русскоязычных слушателей в лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. Создана также упрощенная модификация данного теста для детей – *Ольденбургский детский фразовый тест* (*Oldenburger Kinder-Satztest*). В отличие от теста для взрослых, фразы в нем состоят не из пяти, а из трех слов (первое – числительное, второе – прилагательное, третье – существительное). Например, «девять мокрых туфель». Общее число использованных слов уменьшено до 27 (в тесте для взрослых – 50 слов). Сформировано 10 списков, в каждом из которых имеется 14 фраз. Сама методика проведения теста и оценки его результатов практически такая же, как при обследовании взрослых (Jansen S. et. al., 2012; Wardenga N. et al., 2012).

Наряду с исследованием речью на фоне помехи, для детей используются и дихотические тесты. К ним относится, например, тест *SCAN-C* (тест конкурирующих слов/фраз) для детей от 5 до 12 лет, который описан в разделе 4.2.2. Кроме того, предложена модификация дихотического теста конкурирующих фраз для детей от 7 до 9 лет с оценкой бинаурального разделения, в котором одновременно на оба уха предъявляются две фразы различного содержания, произносимые разными дикторами (мужчиной и женщиной). Ребенок должен повторять фразы, произнесенные только одним диктором (Cameron S. et al., 2003).

Что касается русскоговорящих детей, то ранее им выполнялась только классическая речевая аудиометрия, как правило, с предъявлением многосложных слов. Как уже указывалось выше, эта методика достаточно трудоемка и мало информативна, особенно в отношении диагностики центральных слуховых расстройств. В этой связи в лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова было проведено исследование с

использованием различных методов речевой аудиометрии, которое доказало возможность и эффективность применения низко избыточных моноауральных, дихотических тестов и тестов бинаурального взаимодействия у русскоговорящих детей от 5 лет. На основании результатов этого исследования была разработана специальная *батарея речевых тестов на русском языке для детей 5-10 лет* (Бобошко М.Ю. и соавт., 2010). Тестирование включает несколько блоков, исследования в которых выполняются при комфортном для ребенка уровне громкости (для нормально слышащих детей он соответствует 50 дБ НПС): 1) оценка моноауральной разборчивости сначала правого, затем левого уха (20 односложных слов для каждого уха); 2) оценка моноауральной разборчивости в присутствии контралатерального белого шума равной интенсивности сначала правого, затем левого уха (10 односложных слов для каждого уха); 3) тест бинаурального взаимодействия (см. раздел 4.2.3): каждое слово делится пополам, и последовательно первая часть предъявляется в одно ухо, а затем вторая – в другое ухо (20 односложных слов); 4) дихотическое предъявление пар однозначных чисел – тест «цифра-цифра» (20 пар) с оценкой бинауральной интеграции (ребенок повторяет оба услышанных числа); 5) дихотическое предъявление пар однозначных чисел и односложных слов – тест «цифра-слово» (20 пар) с оценкой бинаурального разделения (ребенок в первом исследовании повторяет только слова, а во втором – только цифры) – для детей, которые не справились с предыдущим тестом «цифра-цифра»; 6) дихотическое предъявление пар двузначных чисел (20 пар) с оценкой бинауральной интеграции (ребенок повторяет оба услышанных числа) – для детей 9-10 лет.

В качестве речевого материала используются 9 таблиц односложных слов, по 10 слов в каждой, которые были сформированы на основе фонетически сбалансированных таблиц речевого теста, разработанного в лаборатории слуха и речи СПбГМУ, а также таблиц числового теста (Кукс Е.Н. и др., 1988; Лопотко А.И., 1999). Отобранный фонетический материал представлен знакомыми для детей исследуемого возраста словами, начитанными одним диктором мужчиной. Средняя длительность слов составляет  $531.3 \pm 103.8$  мсек. При инструктаже и подготовке ребенка к выполнению тестов используются тренировочные записи. Общая продолжительность исследования не превышает 30 минут, что позволяет провести тестирование ребенка в течение одного посещения.

Как видно из представленного перечня методик, на первых этапах выполняется моноауральное предъявление речевых сигналов, низкая избыточность которых обеспечивается, во-первых, использованием таблиц односложных слов, во-вторых, тестированием в условиях контралатеральной помехи. Установлено, что разборчивость речи у детей рассматриваемой возрастной категории при моноауральной стимуляции приближается к максимальной и не меняется от 5 до 10 лет. Последнее свидетельствует о том, что слуховая

система детей, достигших 5 лет, в целом сформирована. При выполнении теста бинаурального взаимодействия отмечается достоверное увеличение разборчивости слов с возрастом. Это можно объяснить тем, что миелинизация и созревание мозговых структур, процессы совершенствования высших корковых функций, связанных с формированием второй сигнальной системы, продолжают вплоть до 10-12 летнего возраста (Тимофеев Н.В., Коган А.Д., 1954; Moore D.R., 1985; Kaga K., 2009). Вместе с тем, хорошее выполнение всеми нормально слышащими детьми 5-10 лет данного теста (значение разборчивости превышает 90%) свидетельствует о достаточной сформированности у них проводящих путей слухового анализатора.

В дихотических тестах разборчивость также достоверно увеличивается с возрастом. В тесте с однозначными числительными «цифра-цифра» лучшие результаты были получены у детей 9-10 лет, что хорошо коррелирует с северо-американскими нормативными данными (Singer J. et al., 1998). Дети 5-6 лет достоверно хуже выполняют этот тест, очевидно, вследствие незрелости у них центрального звена слухового анализатора. В этой связи нами был разработан новый способ речевой аудиометрии для русскоговорящих детей младше 7 лет, который мы назвали тестом «*цифра-слово*» (Патент на изобретение № 2454934, 2012). Способ представляет собой дихотический тест бинаурального разделения: детям предъявляют пары слов, одно из которых обозначает цифру, а другое – предмет или понятие. Например, «нос – 4», «кот – 9», «соль – 7» и т.п. При первом исследовании из каждой пары ребенок должен повторять только слова, обозначающие предмет или понятие, а при втором – только слова, обозначающие цифру. Тест «цифра-слово» предлагается использовать, если дети не справляются с более сложными заданиями. Дихотический тест бинауральной интеграции двузначных чисел проводился нами только для нормально слышащих детей 9-10 лет. При сравнении полученных результатов с данными обследования взрослых лиц было установлено, что разборчивость у взрослых достоверно превышала аналогичный показатель у детей ( $p=0.03$ ), что говорит о незавершенности процесса созревания мозговых структур в возрасте 9-10 лет.

Таким образом, результаты проведенной работы со всей очевидностью демонстрируют возможность использования усложненных речевых тестов применительно к русскому языку у детей 5-10 летнего возраста. Использование сенсibilизированной речевой аудиометрии, адаптированной для детей, открывает новые перспективы диагностики уровня поражения слуховой системы, в частности, для выявления центральных слуховых расстройств.

## 7. РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАССТРОЙСТВ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА

В отличие от *периферических* слуховых расстройств (возникающих при изменениях в улитке) и *ретрокохлеарных* нарушений (вызванных изменениями в спиральном ганглии, стволе VIII нерва и области мостомозжечкового угла), **центральными слуховыми расстройствами** (*Auditory Processing Disorder, APD*, или *Central Auditory Processing Disorder, CAPD*) большинство авторов называет нарушения слуха, связанные с поражениями в области ствола, среднего и промежуточного мозга, а также височной доли коры головного мозга.

Нарушения слуха центрального происхождения отличаются сложностью и разнообразием, как в отношении механизма возникновения, так и по клиническим проявлениям. Если очаг поражения локализуется в участке слухового пути, представленном одним компактным пучком (например, в латеральной петле, боковом колене внутренней капсулы, между задними буграми четверохолмия и медиальным коленчатым телом), это может вызывать глубокие нарушения слуха. Если же патологический очаг расположен в участках слухового пути с несколькими самостоятельными пучками (например, в продолговатом мозге, в области варолиева моста), нарушения слуха должны быть менее выражены. Кроме того, в связи с перекрестом слуховых путей от правого и левого уха выше кохлеарных ядер, центральные нарушения, как правило, не ведут к полной глухоте (Сагалович Б.М., 1978).

Известно, что в корковых отделах слуховой системы происходит высший анализ звуковых сигналов, передаваемых из периферической части анализатора, а также их синтез в слитный звуковой образ. Центральные отделы ответственны за такие функции, как локализация звукового стимула; распознавание и интеграция звуковой информации; восприятие звука при наличии конкурирующего сигнала, шумовой помехи; восприятие искаженного акустического сигнала (Katz J., Stecker N.A., 1992; Chermak G. D., Musiek F. E., 2002; Bellis T. J., 2003). Соответственно, центральные слуховые расстройства могут приводить к следующим проблемам: сложность с локализацией звука; нарушение частотной избирательности и временной разрешающей способности; трудности при различении музыкального ритма и звуков в шуме; снижение разборчивости искаженной речи и другие. У пациентов с изменением деятельности центральных отделов слухового анализатора может нарушаться способность воспринимать простые звуки, но при этом имеются трудности с распознаванием более сложной звуковой информации. Особенные затруднения возникают в понимании речи в шумной обстановке, по телефону, в обработке невербальной информации

(например, музыки), что, несомненно, влияет на качество жизни и социальные функции таких больных. При этом дефицит нейрональной обработки акустической информации развивается вне зависимости от наличия других нарушений (например, синдрома дефицита внимания и гиперактивности), хотя в некоторых случаях может с ними сочетаться. Считается, что проблемы, связанные с центральными слуховыми расстройствами, затрагивают около 5% детей школьного возраста. Эти дети, несмотря на хороший слух, плохо обрабатывают поступающую информацию, так как их орган слуха и мозг в полной мере не скоординированы; имеются факторы, отрицательно влияющие на то, как мозг распознает и обрабатывает звуки, особенно звуки речи. Основные трудности возникают у таких детей при восприятии речевого сигнала в шумной обстановке.

При **диагностике центральных нарушений слуха**, прежде всего, необходима оценка состояния периферической части слухового анализатора. В это базовое обследование входит проведение тональной пороговой аудиометрии, импедансометрия с обязательной регистрацией акустического рефлекса, запись вызванной отоакустической эмиссии. Для оценки функционирования центральных отделов слуховой системы используется специальная **батарея тестов**, включающая комплекс объективных (электрофизиологических) и субъективных (психоакустических) методик.

В качестве **объективных методик** используется регистрация различных классов слуховых вызванных потенциалов (ВП): запись коротколатентных, среднелатентных, длиннолатентных слуховых ВП; регистрация стационарных амплитудно-модулированных слуховых ВП с различной частотой модуляции; анализ негативности рассогласования.

Среди **субъективных методов** оценки состояния центральных отделов слухового анализатора различают речевые и неречевые тесты. К **неречевым методикам** относят методы надпороговой аудиометрии (определение дифференциальных порогов по частоте, интенсивности, длительности; различение фонем и др.), тесты, связанные с временной обработкой акустического сигнала (тест обнаружения паузы; определение временной последовательности сигналов; проведение прямой и обратной маскировки и др.) и тесты бинаурального взаимодействия (определение бинаурального баланса громкости, локализации, латерализации и др.). Достоинством неречевых тестов является то, что их результаты меньше подвержены влиянию лингвистических знаний пациента и, как правило, не зависят от тренированности слушателей.

В батарею **речевых тестов по оценке центральных слуховых расстройств** входят следующие исследования:

- 1) монауральные низкоизбыточные речевые тесты (оценка распознавания редуцированной речи, в частности, частотно-фильтрованной речи, компрессированной по

времени или по интенсивности, распознавания речи в условиях помехи) – чувствительны к нарушениям в корковых отделах слухового анализатора;

2) дихотические речевые тесты с оценкой бинаурального разделения или бинауральной интеграции звуковой информации – выявляют нарушения межполушарных связей и изменения функционирования мозолистого тела;

3) речевые тесты бинаурального взаимодействия – чувствительны к нарушениям функции высших слуховых центров, а по данным некоторых авторов – к поражениям ствола мозга (Bellis T., 2003).

Различные варианты указанных исследований описаны в разделе 4 данного пособия, посвященном вопросам усложненной речевой аудиометрии. Преимущества речевого тестирования определяются социальной значимостью, возможностью их применения не только для топической диагностики слуховых расстройств, но и для настройки слуховых аппаратов и процессоров кохлеарных имплантов, а также для оценки эффективности различных видов слухопротезирования.

Наряду с выявлением слуховых расстройств, применение батареи тестов по оценке центральных отделов слухового анализатора может способствовать ранней диагностике некоторых неврологических заболеваний. Так, в ряде исследований было доказано, что ухудшение разборчивости речи в шуме может являться предшественником деменции и болезни Альцгеймера. В этой связи предлагается использовать описанные выше тесты для выявления групп риска по данным заболеваниям.

Необходимо отметить, что алгоритм обследования пациентов с различным уровнем поражения слуховой системы постоянно совершенствуется. Для создания оптимальной батареи тестов по выявлению центральных нарушений слуха необходимы дальнейшие исследования на большом клиническом материале, в том числе, с использованием методов речевой аудиометрии.

## 8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ ДЛЯ ВЫБОРА СПОСОБА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛУХОПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Одним из первых вопросов, решаемых при подборе слухового аппарата (СА) в случае монаурального слухопротезирования, является **выбор стороны протезирования**. Как правило, при этом учитывается много факторов, наиболее важными из которых считаются следующие: *степень потери слуха* (при асимметричной тугоухости СА обычно подбирается на лучше слышащее ухо); *форма аудиометрической кривой*; *величина динамического диапазона громкости* (выбирается сторона с более широким динамическим диапазоном); *«право– или леворукость»* пациента (обычно удобнее пользоваться СА со стороны «ведущей» руки); *проходимость слуховой трубы* (при прочих равных условиях выбирается ухо с лучшей тубарной проходимостью); *разборчивость речевого сигнала* при монауральном его предъявлении (при симметричном снижении слуха аппарат подбирается на ухо с лучшей разборчивостью). В лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова всем пациентам, нуждающимся в слухопротезировании, проводится оценка разборчивости речи при комфортном уровне громкости по методике, описанной в разделе 3.2.

Не менее важно перед подбором СА оценить **уровень поражения слухового анализатора**, в том числе, с использованием методов усложненной речевой аудиометрии. Наличие центральных слуховых расстройств существенно ограничивает возможности слухопротезирования. Их своевременное выявление, с одной стороны, позволяет избежать избыточных ожиданий от использования СА пациентом, а с другой стороны, служит основанием для назначения специальной лекарственной терапии.

В последние годы все чаще используется *бинауральное слухопротезирование*, которое отличается физиологичностью, повышением локализационных способностей пациента, снижением воздействия реверберации, повышением помехоустойчивости, а также возможностью уменьшения вносимого усиления за счет бинауральной суммации. Для сравнения эффективности бинаурального и монаурального слухопротезирования в лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова было проведено исследование речевой разборчивости пациентов, страдающих сенсоневральной тугоухостью, в тишине и в условиях помехи при использовании одного или двух СА (Бердникова И.П., Мальцева Н.В., 2010). По результатам аудиологического обследования (пороговая и надпороговая аудиометрия, измерение остаточной и обратной маскировки, традиционная и сенсibilизированная речевая аудиометрия, импедансометрия) все пациенты были разделены на 2 группы: с симметричным и асимметричным снижением слуха по порогам. Внутри

каждой из групп выделено по 2 подгруппы: больные без признаков центральных расстройств и с нарушениями центральных отделов слуховой системы. Исследование разборчивости в свободном звуковом поле у пациентов с одним или двумя СА осуществлялось в тишине и на фоне помехи с использованием «Русского речевого аудиометрического экспресс-теста», описанного в разделе 4.2.1. В качестве помехи был выбран эквализированный по энергии шум многоголосия (отношение сигнал/шум составляло 0 дБ.). Оказалось, что бинауральная разборчивость в тишине всегда больше моноауральной, независимо от асимметрии слуха по порогам и наличия центральных расстройств. На фоне помехи бинауральная разборчивость также не зависит от асимметрии по порогам, но зависит от вовлечения в патологический процесс центральных отделов слухового анализатора: при центральных слуховых расстройствах разборчивость речи на фоне помехи очень мала, и ношение двух СА ее не улучшает. Было выявлено, то бинауральная разборчивость зависит от асимметрии по моноауральной разборчивости правого и левого уха: чем больше эта асимметрия, тем хуже бинауральная разборчивость (как в тишине, так и на фоне помехи).

Речевая аудиометрия широко используется для **сравнения акустических возможностей различных СА** и методов их настройки. Сегодня подавляющее большинство аналоговых СА заменено цифровыми, *бесканальными и с различным количеством каналов*, в которых предусмотрено разделение сигнала на отдельные частотные области и установление требуемого усиления с различной компрессией в каждом канале. Такие СА позволили осуществить как уровне-, так и частотно-специфическое усиление для того, чтобы добиться главной цели – сделать звуки различимыми и комфортными. Однако многоканальные компрессионные системы, улучшая комфортность восприятия звуковых сигналов, могут привести к снижению речевой разборчивости в результате сглаживания формант, особенно на фоне шумов. Бесканальный процессор производит анализ и обработку сигнала с высокой скоростью, обеспечивая уровне- и частотно-специфическое усиление, сохраняя спектральную контрастность звука, что существенным образом должно улучшать разборчивость речи.

Для сравнительной оценки цифровых СА с различным числом каналов в лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова было проведено исследование с применением «Русского речевого аудиометрического экспресс-теста» (см. раздел 4.2.1). Было обнаружено, что речевая разборчивость в группе пациентов со сходными характеристиками слуха в рамках одного трека при использовании бесканальных, двухканальных и многоканальных СА отличалась незначительно. При предъявлении речевого сигнала в тишине больные с чисто периферическими формами тугоухости, так же как и больные с вовлечением в патологический процесс центральных отделов слуховой системы, демонстрировали довольно

высокую разборчивость при протезировании всеми типами СА. Различия в эффективности протезирования этих больных проявлялись только при предъявлении речевого сигнала в условиях помехи. В этом случае в группе пациентов с центральными нарушениями речевая разборчивость была значительно ниже, но она также не зависела от типа используемого СА. Не было отмечено и ожидаемого ухудшения речевой разборчивости при использовании многоканального СА (Бердникова И.П. и соавт., 2010).

Полученные результаты позволяют предположить, что при обработке звукового сигнала, поступающего со спектральными искажениями, в слуховом анализаторе включается дополнительный компенсаторный механизм, так как слуховая система человека является более пластичной и совершенной структурой по сравнению с любым высокотехнологичным СА.

**Оценка эффективности слухопротезирования у взрослых лиц** осуществляется посредством речевой аудиометрии в свободном звуковом поле, в том числе, на фоне шумовых помех, а также путем заполнения специальных анкет, отражающих субъективную оценку результата использования СА самим пациентом.

Следует отметить, что речевая аудиометрия является наиболее информативным методом оценки эффективности слухопротезирования, в том числе, имплантационного. Исследование выполняется в свободном звуковом поле на комфортной для испытуемого громкости. С этой целью могут использоваться различные артикуляционные таблицы (см. Приложение). Поскольку одной из серьезных проблем, с которой сталкиваются пользователи СА, оказывается слушание в условиях различных помех, целесообразно также проведение речевой аудиометрии на фоне стандартизованного шума, например, при использовании упомянутого выше «Русского речевого аудиометрического экспресс-теста» (см. раздел 4.2.1). По-видимому, в скором времени в России получат распространение и другие речевые тесты, которые смогут применяться для оценки эффективности слухопротезирования: Ольденбургский фразовый тест (*OLSA*), описанный в разделе 4.1.2 и адаптивный слуховой тест распознавания речи (*AAST*), представленный в разделе 6. Указанные тесты созданы в русскоязычной версии и в настоящее время проходят апробацию в рамках многоцентрового международного исследования.

Проведение речевой аудиометрии при оценке эффективности слухопротезирования у **детей с глубокими формами прелингвальной тугоухости** имеет ряд сложностей, связанных с нарушением не только слуховой, но и речевой функции, а нередко и наличием сопутствующей патологии. В лаборатории слуха и речи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова было проведено исследование по оценке речевой разборчивости у школьников-пользователей кохлеарных имплантов (КИ) и СА, обучающихся в коррекционной школе-

интернате № 33, в рамках которого выполнялось речевое тестирование в свободном звуковом поле (Бобошко М.Ю. и соавт., 2011). При этом использовались таблицы одно- и многосложных слов, произносимых мужским и женским голосом в тишине и на фоне белого шума. На основании полученных результатов разработан алгоритм проведения речевой аудиометрии, в соответствии с которым исследование следует начинать с предъявления многосложных слов в тишине (сначала женский голос, затем – мужской). В ряде случаев большие трудности возникали при интерпретации ответов испытуемых из-за нарушения звукопроизношения у большинства обследованных детей. В этой связи большие надежды внушает планируемое распространение теста AAST (см. раздел 6), при проведении которого не требуется словесный ответ ребенка.

## 9. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Альтман Я.А. Локализация звука (нейрофизиологические механизмы). – Л.: Наука, 1972. – 214 с.
2. Альтман Я.А., Таварткиладзе Г.А. Руководство по аудиологии. – М.: ДМК Пресс, 2003. – 360 с.
3. Базаров В.Г., Лисовский В.А., Мороз Б.С., Токарев О.П. Основы аудиологии и слухопротезирования. – М.: Медицина, 1984. – 256 с.
4. Белов И.М., Гречухина Т.В., Кукс Е.Н., Мальцева Н.В. Оптимальные акустические условия бинаурального восприятия речи лицами с асимметричной нейросенсорной тугоухостью // Вестн. оториноларингологии. – 1981, № 2. – С. 6-9.
5. Бердникова И.П., Бобошко М.Ю., Мальцева Н.В. Сравнительная оценка современных цифровых слуховых аппаратов // Матер. V научно-практич. геронтологическ. конф. с международн. участием «Пушковские чтения». – СПб, 18-19 ноября 2010. – С. 121-122.
6. Бердникова И.П., Мальцева Н.В. Помехоустойчивость слуховой системы при сенсоневральной тугоухости // Сенсорные системы. – 2010. – т. 24, № 4.– С.298-303.
7. Бобошко М.Ю., Гарбарук Е.С., Кибалова Ю.С., Иконникова С.В., Ильюшина С.В. Речевая аудиометрия в оценке эффективности слухопротезирования детей с глубокими формами прелингвальной тугоухости // Матер. 4-го Национального конгресса аудиологов, 8-го Международного симпозиума «Современные проблемы физиологии и патологии слуха» (Суздаль, 29 ноября-1 декабря 2011). – С. 45-46.
8. Бобошко М.Ю., Калмыкова И.В., Гарбарук Е.С., Кибалова Ю.С., Савенко И.В. Современные аспекты детской речевой аудиометрии // Сенсорные системы. – 2010. – т. 24, № 4.– С.305-313.
9. Вартанян И.А. Слуховой анализ сложных звуков. – Л.: Наука, 1978. – 151 с.
10. Гринберг Г.И., Зиндер Л.Р. Таблицы слов для речевой аудиометрии в клинической практике. Труды Ленинградского НИИ уха, горла, носа и речи. Л. Медицина, 1957, т.11, с.37-45.
11. Джанетти М., Романелло Д., Лопотко А.И., Лисовский В.А. Исследование восприятия громкости при костном звукопроведении, выполненное в Санкт-Петербурге на 231 человеке // Рос. Оториноларингология. – 2008. – Приложение 1. – С. 242-246.
12. Дискаленко В.В. Помехоустойчивость слуховой системы у лиц с нормальным слухом // Журн. ушных, носовых и горловых болезней. 1988. № 2. С. 21-25.
13. Ермолаев В.Г., Левин А.Л. Практическая аудиология. – Л.: Медицина, 1969. – 240 с.
14. Ефимова М.В. Особенности слуховой функции в пожилом возрасте. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – СПб, 2011. – 16 с.
15. Королева И.В. Кохлеарная имплантация глухих детей и взрослых (электродное протезирование слуха). – СПб: КАРО, 2009. – 752 с.
16. Костров Н.И., Дискаленко В.В., Захарова О.Ф. // Вестн. оториноларингологии. 1978. № 2. С. 29-40.
17. Кукс Е.Н., Рындина А.М., Исагулова Ф.Ш., Лапина В.М. Тест чередующейся речи в оценке центральных нарушений слуховой системы // Вестн. оториноларингологии. 1988. № 6. С. 10–13.
18. Лопотко А.И. Аудиометрия шепотной речью // Журн. ушных, носовых и горловых болезней. – 1967. – № 3. – С. 82-91.
19. Лопотко А.И. Аудиометрия речью с ограниченной полосой частот // Вестн. оториноларингологии. – 1971. – № 2. – С. 19-26.
20. Лопотко А.И. Сенсibiliзирoванная речевая аудиометрия. Пособие для врачей. – СПб: СПбГМУ, 1999. – 44 с.
21. Лопотко А.И., Бердникова И.П., Коротков Ю.В. Аудиометрический речевой экспресс-тест // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. – 2002. – том IX, №1. – С.38-42.

22. Лопотко А.И., Бердникова И.П., Бобошко М.Ю. и др. Практическое руководство по сурдологии. – СПб: Диалог, 2008. – 274 с.
23. Морозов В.П., Вартанян И.А., Галунов В.И. и др. Восприятие речи: Вопросы функциональной асимметрии мозга. – Л.: Наука, 1988. – 135 с.
24. Патент на изобретение № 2454934, Российская Федерация, Способ речевой аудиометрии для русскоговорящих детей / Бобошко М.Ю., Гарбарук Е.С., Калмыкова И.В., Савенко И.В., Кибалова Ю.С., патентообладатель ГБОУ СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. – Заявка 2011101232/14, 12.01.2011, опуб. 10.07.2011, Бюл. № 19.
25. Покрывалова К.П. К вопросу о методике определения нарушения слуха у детей 4-11 лет // Вестн. оториноларингологии. 1954. № 6. С. 15-19.
26. Руленкова Л.И., Смирнова О.И. Аудиология и слухопротезирование. – М.: Академия, 2003. – 208 с.
27. Русанова Н.П. Диагностическое значение речевой аудиометрии в комплексном исследовании слуха при различных формах тугоухости // Вестн. оториноларингологии. – 1974. – № 5. – С. 99-100.
28. Рындина А.М., Бердникова И.П., Цвылева И.Д. Аудиометрия чередующимися речевыми сигналами в диагностике центральных поражений слухового анализатора // Вестн. оториноларингологии. 1998. № 6. С. 13-14.
29. Сагалович Б.М. Методы исследования слуха в клинической аудиологии // Тугоухость. – М.: Медицина, 1978. – С.9–167.
30. Таварткиладзе Г.А. Избранные лекции по клинической аудиологии (часть I). – М.: РМАПО, 2011. – 180 с.
31. Тимофеев Н.В., Коган А.Д. Возрастные изменения слуха у детей // Вестн. оториноларингологии. 1954. № 6. С. 19-24.
32. Ундриц В.Ф., Хилов К.Л., Лозанов Н.Н., Супрунов В.К. Болезни уха, горла и носа. – Л.: Медгиз, 1960. – 567 с.
33. Bevilacqua M.C., Banhara M.R., Costa E.A., Vignoly A.B., Alvarenga K.F. The Brazilian Portuguese Hearing In Noise Test (HINT) // Int. J. Audiol. – 2008. Vol. 47. – N 6. – P.364-365.
34. Bellis T. Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting from science to practice. Second edition. Thomson. Delmar Learning, 2003. 533 p.
35. Bellis T., Ferre J. Multidimensional approach to the differential diagnosis of central auditory processing disorders in children // J. Am. Acad. Audiol. 1999. Vol. 10. P. 319-328.
36. Berlin C.I. New developments in evaluating central auditory mechanisms // Ann Otol Rhinol Laryngol. 1976. Vol. 85. P. 833-841.
37. Broadbent D.B. The role of auditory localization in attention and memory span // J. Exp. Psychol. – 1954. – Vol. 47, N 2. – P. 191-196.
38. Cameron S., Barker R., Newall P. Development and Evaluation of an Australian Version of the Pediatric Speech Intelligibility Test for Auditory Processing Disorder // Australian and New Zealand Journal of Audiology. 2003. Vol.25. P. 16-27.
39. Cameron S., Brown D., Keith R., Martin J., Watson C., Dillon H. Development of the North American listening in spatialized noise-sentences test (NA LiSN-S): sentence equivalence, normative data, and test-retest reliability studies // J. Am. Acad. Audiol. 2009. Vol. 20. N 2. P. 128-146.
40. Chermak G. D., Musiek F. E. Auditory training: Principles and approaches for remediating and managing auditory processing disorders // Seminars in Hearing. – 2002. – Vol. 23, N 4. – P. 297-308.
41. Coninx F., Lorens A., Piotrowska A., Hübinger P., Skarzynski H. The Adaptive Auditory Speech Test (AAST) - development of the Polish version // Proceedings 8th Congress of the European Federation of Audiological Societies EFAS, 10th Annual Congress of the German Society of Audiology DGA (Heidelberg, 06 – 09 June 2007).

42. Di Berardino F., Alpini D., Mattei V., Forti S., Cesarani A. Age related hearing loss and motor impairment in an oldest old population // Proceedings XXXI World Congress of Audiology (April 29 – May 3, 2012, Moscow, Russia). – P. 164.
43. Di Berardino F., Filipponi E., Forti S., Mattei V., Alpini D., Cesarani A. A new speech audiometry test with verbal tasks and motor responses (VTMR) // Proceedings XXXI World Congress of Audiology (April 29 – May 3, 2012, Moscow, Russia). – P. 109.
44. Fifer R., Jerger J., Berlin C., Tobey E., Campbell J. Development of a dichotic sentence identification test for hearing impaired adults // *Ear and Hearing*. 1983. Vol. 4. P. 300-305.
45. Gravel J.S., Fausel N., Liskow C., Chobot J. Children's speech recognition in noise using omni-directional and dual-microphone hearing aid technology // *Ear Hear*. 1999. Vol. 20. N 1. P. 1-11.
46. Jansen S. , Luts H. , Wagener K.C. , Kollmeier B. , Del Rio M. et. al. Comparison of three types of French speech-in-noise tests: A multi-center study // *Int. J. of Audiol.* – 2012. – Vol. 51, P. 164–173.
47. Chris James § , Bernard Fraysse § , Emilie Vorm è s # , Bruno Frachet # , Jan Wouters \* & Astrid van Wieringen \*
48. Jerger S., Jerger J., Abrams S. Speech audiometry in the young child // *Ear Hear*. 1983. Vol. 4. N 1. P. 56-66.
49. Jerger J., Musiek F. Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children // *J Am Acad Audiol*. 2000. Vol. 11. P. 467-474.
50. Kaga K. Central auditory pathway disorders. Tokyo. Springer, 2009. 148 p.
51. Katz J., Stecker N.A. Introduction to central auditory processing. Central auditory processing: A Tran disciplinary view. – St. Louis: Mosby Year Book, Inc, 1992. – P. 3-8.
52. Keith R. Understanding central auditory processing disorders // *The Hearing Journal*. 1996. Vol. 49. N 11. P. 20-28.
53. Keith R. Understanding central auditory processing disorders // *The Hearing Journal*. 1996. Vol. 49. N 11. P. 20-28.
54. Keith R., Young M., McCroskey R. A brief introduction to the auditory fusion test-revised // *Educational Audiology Review*. 1999. Vol. 16. N 2. P. 16-19.
55. Keith R.W. Technical Report. SCAN-C: Test for Auditory Processing Disorders in Children – Revised // 2008. Pearson Education Inc. P.1-4.
56. Moore D.R. Postnatal development of the mammalian central auditory system and the neural consequences of auditory deprivation // *Acta Otolaryngol*. 1985. Vol. 421. P. 19-30.
57. Roeser R.J., Millay K.K., Morrow J.M. Dichotic consonant-vowel (CV) perception in normal and learning-impaired children // *Ear and Hearing*. 1983. Vol. 4. N 6. P. 293-299.
58. Scollie S.D., Ching T.Y., Seewald R.C., Dillon H., Britton L., Steinberg J., King K. Children's speech perception and loudness ratings when fitted with hearing aids using the DSL v.4.1 and the NAL-NL1 prescriptions // *Int. J. Audiol*. 2010. Vol. 49. Suppl. 1. P. 26-34.
59. Singer J., Hurley R., Preece J. Effectiveness of central auditory processing tests with children // *American Journal of Audiology*. 1998. Vol. 7. N 2. P. 73-84.
60. Taylor B. Speech-in-noise tests: How and why to include them in your basic test battery // *Hear. J.* – 2003. – Vol. 56, N 1. – P. 40-43.
61. Vaillancourt V., Laroche C., Giguere C., Soli S. Establishment of Age-Specific Normative Data for the Canadian French Version of the Hearing in Noise Test for Children // *Ear Hear*. – 2008. – Vol. 29, N 3. – P. 453-66.
62. Vermeulen A., Coninx F. Heard: Development of an international standard for the auditory speech perception of hearing impaired children // Proceedings XXXI World Congress of Audiology (April 29 – May 3, 2012, Moscow, Russia). – P. 62.
63. Wagener K.C., Jøsvassen J.L., Ardenkjar R. Design, optimization and evaluation of a Danish sentence test in noise // *Int. J. Audiol.* – 2003. – Vol. 42. – P. 10-17.

64. Wardenga N., Haumann S., Thiele C., Zokoll M.A., Lenarz Th., Büchner A. Investigation of the individual hearing ability in noise using the matrix test // Proceedings XXXI World Congress of Audiology (April 29 – May 3, 2012, Moscow, Russia). – P. 63.
65. Wexler B.E., Hawles T. Increasing the power of dichotic methods: The fused rhymed words test // *Neuropsychologia*. 1983. Vol. 21. P. 59–66.

## 10. ПРИЛОЖЕНИЕ

### АРТИКУЛЯЦИОННЫЕ ТАБЛИЦЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

#### 1. Сбалансированный числовой тест

- Группа 1:* 46, 12, 73, 59, 87, 35, 92, 28, 65, 24.  
*Группа 2:* 26, 15, 67, 34, 96, 32, 68, 56, 21, 86.  
*Группа 3:* 19, 51, 20, 58, 63, 47, 95, 62, 29, 82.  
*Группа 4:* 42, 17, 57, 61, 23, 71, 90, 49, 76, 97.  
*Группа 5:* 18, 25, 31, 83, 74, 14, 43, 75, 48, 93.  
*Группа 6:* 45, 13, 38, 64, 78, 27, 90, 41, 72, 85.  
*Группа 7:* 82, 16, 39, 42, 79, 65, 37, 52, 96, 21.  
*Группа 8:* 46, 12, 63, 84, 87, 36, 92, 86, 28, 65.  
*Группа 9:* 12, 26, 59, 67, 32, 96, 68, 21, 56, 93.  
*Группа 10:* 19, 46, 51, 34, 87, 36, 95, 82, 29, 65.  
*Группа 11:* 16, 63, 20, 28, 69, 47, 92, 62, 41, 86.  
*Группа 12:* 61, 46, 17, 51, 95, 36, 87, 76, 82, 65.  
*Группа 13:* 97, 25, 59, 31, 96, 71, 32, 21, 56, 18.  
*Группа 14:* 17, 46, 51, 95, 36, 61, 48, 69, 85, 76.

#### 2. Таблицы разнотипных слов (по 30 слов в группе), содержащие все фонемы русской речи (Гринберг Г.И., Зиндер Л.Р., 1957)

##### *Группа I.*

Требовать, милый, фунт, скандальный, Зина, ученический, браво, успокаивать, спасительный, сито.

Издавека, ребенок, старик, до свидания, отец, количество, гильза, пьяный, машинный, перевязка.

Гость, техникум, убраться, язык, интерес, облить, хорошо, такой, кидать, надежда.

##### *Группа II.*

Хата, вы, неужели, обжечь, огромный, зачеркивать, теплота, герб, деревенский, никак.

Бег, отказ, выразительный, курочка, лошадка, кроме, травка, снова, никогда, организация.

Скатерть, пушистый, два, жалоба, искать, писательский, докладчик, кофейник, село, своевременно.

##### *Группа III.*

Лед, также, забираться, походка, исправлять, кефир, город, доказательство, недружелюбно, сад.

Сказочка, вслух, карман, печатный, сделать, безопасно, расширить, хлеб, раздумывать, лягушка.

Хина, мельница, боевой, отъезд, чертежник, производительность, доверенность, гиря, просить, зима.

##### *Группа IV.*

Спать, пособие, тоже, оградить, герой, мучение, хитрость, зарисовка, фигура, оборудование.

Махорка, что, собственный, воля, минутный, платить, мама, договориться, кусок, возить.

Счастье, пенсионный, напасть, журналист, век, успешный, яростный, там, испытывать, немецкий.

##### *Группа V.*

Вход, мастерская, гений, галоша, любовь, уверенность, нужный, статья, план, несчастье.

Нужда, воспламениться, безуспешно, думать, раздетый, ветерок, молодой, поспеть, богатство, темный.

Узел, дорожка, пенсионерка, лишь, ласточка, кино, самодовольный, страна, приказывать, выполнить.

### **Группа VI.**

Свет, видеть, подклейка, внушительный, разогнуть, образ, кастрюля, взаимопомощь, штопать, пол.

Назначить, постановка, рожь, гибель, бронзовый, позвать, хилый, повсюду, интересно, офицер.

Трубка, кусаться, промышленность, след, кипеть, водопроводный, поезд, родственный, краснознаменный, лимон.

### **3. Фонетически сбалансированные группы односложных слов (по 20 слов в группе) (Кукс Е.Н. и соавт., 1988)**

**Группа :** Воз, рак, хорь, былль, сеть, бум, шеф, лис, толь, мак, кол, пять, пар, вить, дуб, бал, рожь, куб, линь, раб.

**Группа 2:** Бык, шут, чей, лань, низ, ром, тук, вал, новь, сан, мать, сев, мул, ком, пить, дочь, киль, бас, яд, зоб.

**Группа 3:** Сиг, ваш, тень, кок, пай, шип, вошь, дать, бак, мель, мёд, гид, тур, руль, сок, гуд, роль, лай, паж, вид.

**Группа 4:** Голь, лёд, том, тик, кум, мять, миг, печь, гол, раз, лунь, мышь, вот, хам, лаз, жуть, шаль, тишь, бар, цепь.

**Группа 5:** Бур, медь, жир, мат, дурь, род, рис, чад, сей, так, суть, ноль, газ, мох, тип, лов, сор, кий, яр, царь.

**Группа 6:** Конь, бор, пол, бязь, мол, пик, сыр, весь, фут, бис, бег, рать, лад, ватт, рад, мяч, туз, вой, пух, ширь.

**Группа 7:** Лечь, чиж, тир, тыл, рок, бой, мех, бот, буй, мир, бук, жар, пук, нож, вязь, хан, пот, там, явь, пат.

**Группа 8:** Пир, лить, речь, дед, пыл, мощь, пас, пуд, как, гул, вор, риф, шах, вар, жаль, суд, рой, зябь, фон, ночь.

**Группа 9:** Ларь, лак, наш, тон, лень, вес, быть, дар, рань, нос, боль, куш, щит, куль, чин, бич, поп, сушь, кот, вязь.

**Группа 10:** Высь, мим, пан, сам, мел, боб, царь, век, корь, дичь, сом, туф, лук, дух, як, бог, бить, вол, таз, рябь.

**Группа 11:** Пар, пять, кол, сеть, былль, рак, бай, шеф, мак, вить, дуб, раб, хорь, толь, бум, куб, все, линь, рожь, лис.

**Группа 12:** Мул, сев, вал, тук, лань, низ, чей, шут, бык, ром, зоб, дочь, пить, ком, бас, киль, мать, яд, новь, сан.

**Группа 13:** Лай, бак, ваш, вид, дать, гуд, шип, сок, руль, вошь, тень, гид, щель, сиг, пай, кок, тур, мёд, роль, паж.

**Группа 14:** Цепь, гол, вот, бар, миг, кум, мышь, тишь, том, печь, лёд, жуть, лунь, лаз, шаль, раз, тик, голь, хам, мять.

**Группа 15:** Жир, мат, яр, кий, бур, медь, рис, так, тип, лов, суть, мох, сор, сей, дурь, газ, род, чад, царь, ноль.

**Группа 16:** Пух, бязь, ватт, ширь, пол, вой, бис, конь, рад, бор, туз, лад, мяч, весь, бег, мол, сыр, рать, пик, фут.

**Группа 17:** Мех, хан, вязь, жар, пат, цук, бук, нож, буй, явь, тыл, там, мир, бот, жир, чиж, лечь, рок, пот, бой.

**Группа 18:** Вор, пир, рой, фон, риф, жаль, как, пак, суд, мощь, пуд, вар, речь, дед, пыл, зябь, ночь, гул, пас, лить.

**Группа 19:** Наш, щит, лак, вяз, поп, чин, лень, нос, вес, тень, дар, куш, боль, бич, кот, рань, куль, быть, ларь, сушь.

**Группа 20:** Дичь, корь, бить, век, боб, пан, таз, мел, вол, туф, рябь, бог, як, дух, сом, лук, мим, высь, сам, царь.

#### 4. Сбалансированные списки разносложных слов (по 50 слов в списке) (Авакян Р.В., Хорга Д.С., 1974)

##### **Список 1:**

Будущий, выйти, мотор, солдат, краска, съезд, чистый, платье, давно, убрать.  
Значить, прибор, вещь, служить, светлый, подай, воля, бумага, дальше, черта.  
Темный, судно, встреча, клетка, комсомол, беда, вместе, сигнал, шестой, лечь.  
Слеза, недавно, упасть, туман, легкий, час, слушай, вскочить, автор, буква.  
Живой, третий, понимать, честный, схватить, крыло, шапка, вверх, польза, порог.

##### **Список 2:**

Конец, решать, простой, знание, страшно, душа, форма, тон, тридцать, пустить.  
Палец, смена, яркий, нога, вновь, отец, близкий, прочесть, спорить, коридор.  
Камень, закрыть, мера, район, урок, свет, крепкий, прости, называть, точно.  
Взрослый, сложный, студент, назад, война, двенадцать, память, пей, ехать, рыба.  
Малый, вчера, вступить, спаршивай, станок, карта, сцена, друг, послать, плечо.

##### **Список 3:**

Кружок, хлеб, здание, милый, висеть, встретить, верно, язык, любой, форма.  
Работник, позвать, плохо, страшный, рассказ, успех, деньги, снять, доктор, десять.  
Небо, шаг, вернитесь, волос, доклад, часто, вздохнуть, желать, стена, тонкий.  
Тонна, огонь, гореть, вспомни, правильно, тихий, лететь, трактор, игра, сто.  
Домой, дружба, собрать, герой, теплый, носить, дорогой, ветер, взгляд, река.

##### **Список 4:**

Родной, есть, создать, всего, желтый, сила, магазин, карман, опыт, театр.  
Прежний, назвать, ответ, купи, голос, книга, строить, доска, глубокий, вслед.  
Берег, узкий, месяц, помогать, гора, вагон, клуб, мешай, ладно, следить.  
Пятый, площадка, встань, группа, матрос, папа, ясно, серый, старик, мечтать.  
Мастер, помощь, важный, громко, звезда, верить, учитель, больной, глядеть, сад.

##### **Список 5:**

Легко, красный, зайти, сердце, школьник, шум, бросьте, весна, морской, природа.  
Шофер, весной, белый, отдай, право, лошадь, нести, сосед, агроном, звать.  
Журнал, юный, летом, спорт, искать, солнце, июль, красивый, вызвать, праздник.  
Трава, рано, достать, объясни, парень, нужный, брат, море, статья, восемь.  
Волна, радость, седьмой, разный, взглянуть, воздух, стоять, этаж, звук, сначала.

##### **Список 6:**

Мало, счастье, звонок, расти, брат, целый, крикнуть, пальто, погода, двести.  
Плакать, петь, никогда, открой, тетя, жена, лагерь, мечта, плохой, личный.  
Судьба, готовьте, двор, завтра, учить, тема, книжка, хватить, прошлый, стекло.  
Техника, попасть, восьмой, цифра, портрет, борьба, держать, кухня, вниз, лучший.  
Скоро, след, забыть, принять, трубка, металл, село, великий, парта, черный.

##### **Список 7:**

Трудно, слесарь, костер, успеть, пол, задача, поднять, лодка, русский, девять.  
Крыша, знамя, всегда, боец, молоко, сильный, кричать, плакат, быть, чужой.  
Чай, лампа, поехать, кино, предмет, сразу, считай, падать, средний, лето.  
Правый, взяться, яблоко, поход, спутник, сюда, зритель, спать, закон, реши.  
Народный, молчи, зима, трудный, сбор, шея, кресло, бежать, тихо, сестра.

##### **Список 8:**

Добрый, играть, случай, уметь, дрова, билет, семь, техникум, стройка, крепко.  
Выбрать, путь, костюм, помочь, домик, дядя, дворец, закончи, детский, едва.  
Густой, просить, триста, образ, крупный, болото, артист, песок, вдруг, ездить.  
Ночной, утро, длинный, перестань, малыш, быстро, труба, мир, лежать, птица.  
Смелый, пройти, встреча, колесо, двойка, сесть, войди, любовь, приказ, поздно

## 5. Сбалансированные группы двусложных слов (по 10 слов в группе) для обследования детей 7-14 лет (Ошерович А.М., 1965)

- Группа 1:* Мороз, ковер, муха, палка, зима, река, белка, лампа, халат, сахар.  
*Группа 2:* Север, малыш, роза, запах, яма, рука, пальто, ветка, бычок, ласка.  
*Группа 3:* Мусор, комар, пчела, баба, ванна, село, тепло, лейка, домик, щечка.  
*Группа 4:* Месяц, жучок, рама, юбка, кора, сено, плита, ведьма, глаза, чулок.  
*Группа 5:* Вечер, мотор, часы, небо, коза, щепка, булка, печка, стена, лимон.  
*Группа 6:* Заяц, моряк, песня, лапа, коса, гора, блоха, шапка, смена, носок.  
*Группа 7:* Шарик, сосед, море, пила, кожа, вагон, лодка, бочка, тропа, замок.  
*Группа 8:* Рожок, ветер, добро, мука, сова, банан, кухня, лента, птица, щенок.  
*Группа 9:* Шарик, слово, нора, мыло, лиса, диван, кукла, Волга, пирог, танец.  
*Группа 10:* Шалаш, ведро, челка, духи, перо, сапог, галка, кошка, злюка, топор.  
*Группа 11:* Номер, чашка, земля, пена, каша, венок, рыбак, гайка, лошадь, город.  
*Группа 12:* Забор, трава, кольцо, липа, шуба, мама, палка, башня, сучок, ротик.  
*Группа 13:* Знамя, вишня, крыло, лето, дыра, молот, нитка, шляпа, лапша, сачок.  
*Группа 14:* Ручка, слеза, школа, вода, петух, щетка, бидон, дятел, кора, мешок.  
*Группа 15:* Свеча, верба, шашки, кино, дудка, песок, мышка, билет, волна, рыба.

## 6. Сбалансированные группы слов (по 6 слов в группе) для обследования детей 3-7 лет (Ошерович А.М., 1965)

- Группа 1:* Зайчик, мыло, репка, бабочка, цветок, кошечка.  
*Группа 2:* Лампочка, шубка, мячик, утюг, барабан.  
*Группа 3:* Гребешок, кукла, птички, белочка, шишка, лошадка.  
*Группа 4:* Яблоко, волк, мишка, корова, жучок, шарик.  
*Группа 5:* Поросянок, лыжи, котенок, машина, утята, арбуз.  
*Группа 6:* Карандаш, петух, рыбка, лягушка, девочка, цыплята.  
*Группа 7:* Мальчик, коза, уточка, слон, ворона, цыпленок.  
*Группа 8:* Курочка, щетка, веник, труба, собака, поезд, чашка, ключик, ёжик.

## 7. Тестовые таблицы Н.Б. Покровского (1962)

- Группа 1:* Няк, пуль, буш, мят, свум, сось, пицц, чтал, дроп, хач, ниф, зош, плись, рып, дум, рысь, лут, сич, вость, дыс, френ, рей, бер, чть, выс, гум, трюх, шеть, тют, ефь, ек, стел, тыпь, геф, бац, трит, шись, деп, здес, торь, вок, жоф, эфт, трух, фик, пефь, вик, щек, кась, зех.  
*Группа 2:* Лир, нет, трен, рась, скум, цать, дян, стот, прыл, крош, дуч, свар, порь, нар, зунь, суп, пяф, заль, сель, хил, чтел, лась, хуф, несть, вый, касть, реф, ряс, фыл, урм, жась, кеш, пыц, гуть, лишь, бис, туш, дес, сых, яс, лень, маф, зюс, чеф, буф, щеп, длаф, тер, непь, шодь.  
*Группа 3:* Рон, нящ, цый, репь, шох, гипь, яй, фсоф, тас, кер, фсен, чумь, щал, крыс, вяф, орай, рир, самь, руфь, дас, юц, пел, тряпь, тящ, мыл, зах, ность, дечь, тац, прит, лог, дыст, пуг, хас, нип, штись, тум, бяй, ныф, мям, куй, зич, жиг, гом, прас, боть, шарь, нунь, дмен, вафь.  
*Группа 4:* Рек, ниц, зном, рыс, гек, таль, вуф, треп, мел, пась, зырь, чтуй, быс, тет, скес, мофь, лям, гоф, сяк, рац, срок, шусь, хул, штай, изм, дват, трель, нуц, репь, ший, дам, плом, кац, бех, чинь, шурь, луф, фишь, сузнь, прень, стар, бань, вюр, нах, беem, сах, десь, жус, цой, порь.

**Группа 5:** Дом, том, коза, коса, жар, шар, почка, бочка, точка, дочка, заяка, сайка, крот, грот, папа, баба, катушка, кадушка, кочка, бочка, Луша, лужа, ночка, почка, пар, дар, волк, полк, уточка, удочка, день, пень, кора, гора, софа, сова, зуб, суп, роза, рожа.

**Группа 6:** Загадки, задатки, забава, отравка, баня, Ваня, ага, ада, аба, ава.

**Группа 7:** Угол, уголь, мал, мял, лук, люк, был, бил, рысь, рис, банка, банька

**Группа 8:** Касса, каша, крыса, крыша, миска, мишка, заяка, чайка, чашка, шашка, сайка, шайка, цок, чок, усы, уши, кочка, кошка, крыша, крыса

## 8. Список "басовых" и "дискантовых" слов (Воячек В.И., 1953)

### **«Басовая» группа слов:**

Вон, мор, мну, но, ну, он, рву, ром, ум, ворон, ровно, руно, умно, урон, двор, мимо, Мирон, много, море, мороз, мутно, номер, норов, нора, овин, овод, одно, окно, опора, ревун, ровня, роман, урок, Муром, мол, мул.

### **«Дискантовые» группы слов:**

**Группа 1:** Аи, ей, ой, жечь, сжечь, сейчас, чай, чей, щи, язь, еще, жижка, жиже, заяц, зашей, ищи, сажа, Саша, сияй, сейчас, сеча, чаша, чеши, чиж, чище, дача, жечь, зажать, зажить, заяка, свайка, зайти, зайчик, заказ, Яша, закись, зачесь, зиять, зять.

**Группа 2:** Изъять, кисть, сайка, сдача, сиг, ситец, сиять, стая, смеси, счистить, сшить, сеть, съесть, сети, сядь, зажечь, счищать, чайка, часть, чашка, честь, чисти, чтец, шейка, шить, щека, езда, тише, жить, яйцо, шесть, шея.

## 9. Дополнительные списки слов, построенные на основе высотных характеристик фонем (Лопотко А.И., 1999)

### **1. Слова «низкой» зоны частот (150-400 Гц)**

**Группа А:** Пух, губка, пурпурный, крупа, обувь, убор, пол, укор, ум, облом.

**Группа Б:** Обрубка, пурга, кум, лубок, муха, пупок, группа, бугор, урок, луг.

**Группа В:** Упор, клуб, бунт, угол, бомба, футбол, губа, бумага, булка, поп.

**Группа Г:** Лоб, кругом, луна, мука, буква, укол, упор, плуг, пурпур, голубок.

### **2. Слова «средненизкой» зоны частот (300-1200 Гц)**

**Группа А:** Облако, хор, волк, грохот, колокол, горло, вор, колка, колода, галка.

**Группа Б:** Хохот, слово, фронт, глагол, комок, хлопок, гонка, лодка, корова, вход.

**Группа В:** Рог, около, горох, молоко, глоток, волна, голод, флот, ров, холодно.

**Группа Г:** Рот, голова, глотка, горка, кроха, ломка, ворон, флаг, коробка, орган.

### **3. Слова «средней» зоны частот (800-2400 Гц)**

**Группа А:** Товар, жертва, даль, даль, так, доклад, шар, реальный, жажда, торговля, отара.

**Группа Б:** Вода, радар, штат, дрова, дата, жара, шахта, торговать, дорогой, дар.

**Группа В:** Дорога, тогда, железный, шеф, тарелка, трактор, такт, жар, шишка, давка.

**Группа Г:** Атака, шинель, жатва, догадка, два, тыква, ряд, драка, трава, дряхлый.

### **4. Слова «средневысокой» зоны частот (1200-3200 Гц)**

**Группа А:** Леденец, передний, перец, лететь, бей, шить, кипеть, девятый, дверь, билет.

**Группа Б:** Кисель, лежать, идея, беречь, летний, ширь, петь, берет, дети, шевелить.

**Группа В:** Редкий, жить, передать, великий, шест, деньги, дед, кефир, вертеть, перелить.

**Группа Г:** Лепетать, жаркий, верить, кит, печь, дерзкий, решить, берег, финик, деятель.

**5. Слова «высокой» зоны частот (3200-12800 Гц)**

**Группа А:** Биться, силиться, чистить, ситец, стилист, сесть, чибис, сессия, тесть, свисти.

**Группа Б:** Щи, бить, счистить, кисть, числиться, извить, сцепиться, испить, снести сейчас.

**Группа В:** Здесь, идти, свистеть, честь исписать, известь, видеть, цыц, чиститься, известись.

**Группа Г:** Певец, извиться, пить, сизый, веселить, счиститься, щи, вести, свестись, сеть.