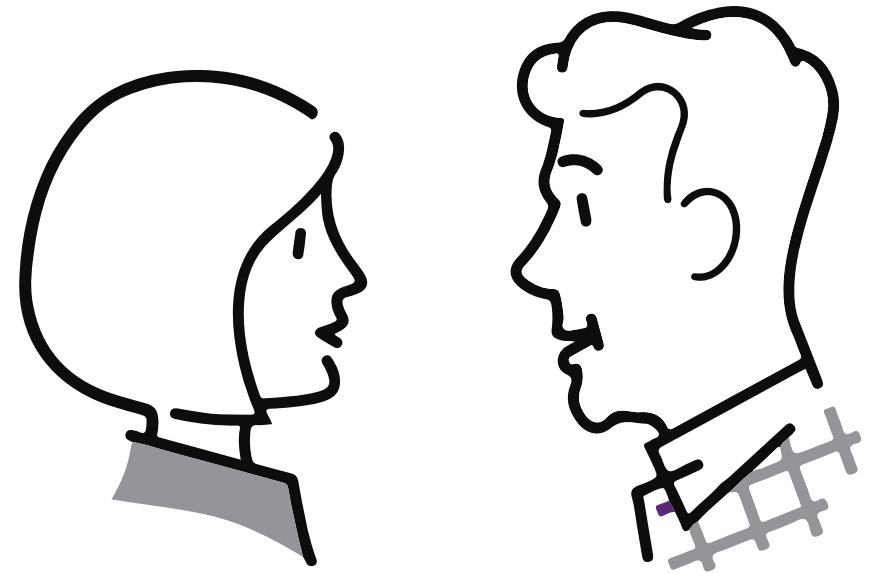




ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**Диалог**

Бобошко М.Ю.  
Риехакайнен Е.И.

# РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ



УДК 616.28-008.14-079.1

ББК 56.8

Б 72

**Бобошко М.Ю., Риехакайнен Е.И.**

Речевая аудиометрия в клинической практике. – СПб.: Издательство Диалог, 2019. – 80 с.

Метод речевой аудиометрии занимает существенное место в клинической практике специалистов разного профиля. В книге приводятся сведения о психофизиологии речевых процессов, рассказывается о подходах к формированию речевого материала для исследования, рассматриваются различные способы оценки речевой разборчивости и даются конкретные рекомендации по проведению речевого тестирования. Отдельные главы посвящены особенностям проведения речевой аудиометрии у детей, а также использованию речевых тестов при выборе способа коррекции слуха и оценке эффективности слухопротезирования.

Издание предназначено для врачей сурдологов-оториноларингологов, оториноларингологов, отоневрологов, профпатологов, сурдопедагогов, логопедов-дефектологов, специалистов в области слухопротезирования и медико-социальной экспертизы.

УДК 616.28-008.14-079.1

ББК 56.8

Б 72

© Издательство Диалог

© М.Ю. Бобошко

© Е.И. Риехакайнен

ISBN 978-5-8469-0149-0

## АВТОРЫ



**Бобошко Мария Юрьевна** – доктор медицинских наук, профессор, зав. лабораторией слуха и речи НИЦ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Министерства Здравоохранения Российской Федерации; профессор кафедры ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства Здравоохранения Российской Федерации



**Риехакайнен Елена Игоревна** – кандидат филологических наук, доцент кафедры общего языкознания ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

Рецензент: директор ФГБУ «Российский научно-клинический центр аудиологии и слухопротезирования ФМБА России», зав. кафедрой сурдологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», доктор медицинских наук, профессор **Г.А. Таварткиладзе**.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....   | 7  |
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 8  |
| 1. ОСНОВЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ РЕЧЕВЫХ ПРОЦЕССОВ .....   | 11 |
| 2. ИСТОРИЯ МЕТОДА. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.<br>ФОРМИРОВАНИЕ РЕЧЕВОГО МАТЕРИАЛА .....   | 14 |
| 2.1. Исследование слуха «живой» речью .....   | 14 |
| 2.2. Аппаратная речевая аудиометрия .....   | 16 |
| 2.3. Основные термины и определения .....   | 18 |
| 2.4. Речевой материал. ....   | 21 |
| 3. ТРАДИЦИОННАЯ РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ В ТИШИНЕ. УСЛОВИЯ<br>И ПРОЦЕДУРА ИССЛЕДОВАНИЯ .....   | 30 |
| 3.1. Измерение порогового уровня различения речи .....  | 31 |
| 3.2. Измерение порогового уровня разборчивости речи .....   | 32 |
| 3.3. Построение артикуляционных кривых .....  | 33 |
| 3.4. Оценка разборчивости речи на комфортном уровне<br>громкости .....  | 35 |
| 3.5. Определение порога разборчивости речи в тишине<br>посредством адаптивного матричного<br>фразового теста (RuMatrix) .....                             | 37 |
| 3.6. Соотношение показателей тональной и речевой<br>аудиометрии. ....   | 39 |
| 4. УСЛОЖНЕННАЯ РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ .....  | 41 |
| 4.1. Оценка разборчивости речи в условиях помехи .....  | 41 |
| 4.2. Бинауральное речевое тестирование. ....  | 44 |
| 5. РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ<br>СЛУХОВЫХ РАССТРОЙСТВ .....  | 49 |
| 6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ ДЛЯ ВЫБОРА<br>СПОСОБА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ<br>СЛУХОПРОТЕЗИРОВАНИЯ. ИССЛЕДОВАНИЯ<br>В СВОБОДНОМ ЗВУКОВОМ ПОЛЕ ..... | 56 |
| 7. ОСОБЕННОСТИ РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ У ДЕТЕЙ .....  | 63 |
| ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....   | 68 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ. (Тестовые таблицы слов) .....   | 73 |

## 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  |
| ЦСР – центральные слуховые расстройства  |
| ЧБР – тестирование чередующейся бинаурально речью  |
| RuMatrix – <i>Russian matrix sentence test</i> – русский матричный фразовый тест   |
| SNR – <i>signal-to-noise ratio</i> – отношение сигнал/шум (дБ)   |
| SRT – <i>speech recognition threshold</i> – пороговый уровень разборчивости речи – минимальный уровень речевого сигнала (или отношения «сигнал/шум»), при котором показатель разборчивости речи равен 50 % |

## ВВЕДЕНИЕ

Звуки речи являются для человека не только сложными акустическими сигналами, но и 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 количественно оценивать речевой слух путем определения разборчивости речи при различной ее интенсивности, получила название речевой аудиометрии. В качестве тестирующих сигналов при речевой аудиометрии предлагалось использовать логатомы, слоги, слова или фразы – стимулы, представляющие собой сложное сочетание быстро сменяющихся звуков различной частоты и силы. Речевой материал может предъявляться не только в тишине, но и на фоне шума, что имеет особое значение при оценке слуха как социальной категории, поскольку в обыденной жизни человек значительно чаще вынужден распознавать речь в шумной обстановке, чем в тишине. Речевую аудиометрию можно проводить с использованием головных телефонов или звуковых колонок (в свободном звуковом поле), что позволяет оценивать эффективность слухопротезирования, в том числе – кохлеарной имплантации. Некоторые варианты речевого тестирования с успехом применяются для диагностики уровня поражения слуховой системы и выявления центральных слуховых расстройств.

В настоящем издании обобщен многолетний опыт использования разных вариантов речевой аудиометрии, которые активно внедрялись и продолжают совершенствоваться в лаборатории слуха и речи НИЦ ПСПбГМУ им. И.П. Павлова, начиная с ее основания в январе 1971 года. Большую роль в этом сыграли профессора И.М. Белов (1925-1991; зав. лабораторией в 1971-1991 гг.) и А.И. Лопотко (1935-2008; зав. лабораторией в 1991-2007 гг.).

В наши дни вопросы речевой аудиометрии широко обсуждаются среди специалистов разного профиля и публикуются в виде научных статей, разделов учебников, однако отдельных изданий на эту тему в отечественной литературе крайне мало. В основу

данной книги легло учебное пособие М.Ю. Бобошко «Речевая аудиометрия» (2012), которое потребовало целого ряда изменений и дополнений, прежде всего, в связи с утверждением в РФ стандарта выполнения речевой аудиометрии (ГОСТ Р ИСО 8253-3-2014)<sup>1</sup>; данный стандарт был впервые введен в 2015 году с целью обеспечения точности и сопоставимости результатов речевого тестирования. Кроме того, в период 2016-2019 гг. в лаборатории слуха и речи НИЦ ПСПбГМУ совместно с кафедрой общего языкознания СПбГУ была проведена работа по созданию новых тестовых таблиц слов, используемых для речевой аудиометрии, а также их апробация, в которой участвовали сотрудники Городского сурдологического центра СПб ГУЗ «Городской гериатрический медико-социальный центр»; получено Свидетельство о регистрации базы данных, содержащей речевой материал для оценки восприятия русской речи у взрослых и детей (Бобошко М.Ю. и соавт., 2019). В настоящем издании не только приводятся тестовые таблицы слов для речевой аудиометрии на русском языке, но и представлены лингвистические принципы их формирования, описана процедура апробации.

Несмотря на большое число исследований по вопросам речевой аудиометрии как в нашей стране, так и за рубежом, эта тема не только не теряет своей актуальности, но и приобретает все большее значение. Стремительное совершенствование разнообразных слуховых устройств в условиях современного технического прогресса прежде всего направлено на улучшение распознавания речи, количественная оценка которого возможна посредством речевой аудиометрии. Изложение методов речевой аудиометрии, доступных на русском языке и применимых в клинической практике, было основной задачей авторов при написании данной книги.

<sup>1</sup> ГОСТ Р ИСО 8253-3-2014 Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 3. Речевая аудиометрия. – М.: Стандартинформ. – 2015. – 35 с. (далее – **ГОСТ Р ИСО 8253-3—2014**), доступен по: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=188887>

## БЛАГОДАРНОСТИ

Искреннюю признательность хочется выразить старшим научным сотрудникам лаборатории слуха и речи НИЦ ПСПбГМУ им. И.П. Павлова, к.б.н. **Екатерине Сергеевне Гарбарук** и к.б.н. **Наталии Васильевне Мальцевой** за работу, проделанную в ходе подготовки и апробации новых тестовых таблиц для речевой аудиометрии у взрослых и детей, а также дружескую поддержку и ценные советы в процессе написания книги.

Самые теплые слова благодарности – к.м.н. **Ларисе Евгеньевне Головановой**, зав. Городским сурдологическим центром для взрослых СПб ГУЗ «Городской гериатрический медико-социальный центр», ассистенту кафедры гериатрии, пропедевтики и управления в сестринской деятельности СЗГМУ им. И.И. Мечникова, которая активно внедряет методы речевой аудиометрии в клиническую практику, была одним из инициаторов создания новых тестовых таблиц разносложных слов для взрослых и проделала большую работу по их апробации.

Особая благодарность – компании **WIDEX**, оказавшей финансовую поддержку при подготовке и апробации новых тестовых таблиц для речевой аудиометрии, а также при публикации книги.

Сердечное спасибо профессору кафедры оториноларингологии ПСПбГМУ им. И.П. Павлова **Галине Владимировне Лавреновой** – издателю книги.

## 1. ОСНОВЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ РЕЧЕВЫХ ПРОЦЕССОВ

Термин «речь» многозначен. Согласно Словарю лингвистических терминов О.С. Ахмановой (1966), в своем первом значении он синонимичен термину «говорение» – это «деятельность говорящего, применяющего язык для взаимодействия с другими членами данного языкового коллектива; употребление (использование) разнообразных средств языка для передачи сложного содержания». 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.

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. и соавт., 1976).

Каждому языку присуще определенное число звуковых единиц. В соответствии с представлениями Ленинградской (Петербургской) фонологической школы в русском языке различаются 36 согласных и 6 гласных фонем<sup>2</sup> (Бондарко Л.В. и соавт., 2004). Каждый звук речи 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 в системе гласных, так и в системе согласных отмечается большое разнообразие позиционных видо-

<sup>2</sup> Московская фонологическая школа выделяет 37 согласных и 5 гласных фонем.

изменений. В частности, гласные в безударной позиции ослабляются и в ряде случаев не различаются.

Выделяют два основных процесса – восприятие речи и ее продуцирование (порождение). Восприятие речи – это многоуровневый процесс. В коллективной монографии «Физиология речи. Восприятие речи человеком» (1976) была предложена модель восприятия и понимания речи, включающая в себя три уровня (Чистович Л.А. и соавт., 1976):

- установление фонологической структуры, т.е. переход от акустического сигнала к цепочке фонем;
- преобразование последовательности фонетических элементов в описание смысла фразы посредством обращения к словарю и использования грамматических правил;
- объяснение и оценка полученных сведений о явлениях, событиях и т.д.

А.В. Венцов и В.Б. Касевич (2003) определяют восприятие речи как «приписывание языковой структуры речевому сигналу» и указывают на то, что возможна разная глубина восприятия.

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 тонотопическая организация: в медиальных отделах извилины Гешля оканчиваются волокна, несущие импульсы от волосковых клеток основания улитки (воспринимают высокие звуки), а в латеральных отделах – волокна, несущие импульсы от волосковых клеток верхушки улитки (воспринимают низкие тоны). За счет перекрестов волокон «слухового пути» поражение извилины Гешля одного полушария, как правило ведет лишь к частичному снижению слуха на противоположное ухо. 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 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.

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



## 2. ИСТОРИЯ МЕТОДА. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ФОРМИРОВАНИЕ РЕЧЕВОГО МАТЕРИАЛА

### 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 60-65 дБ, но даже выполнение классического правила Ф. Бецольда<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.

<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).

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 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), т.е. тем, что в лингвистике принято называть минимальными парами.

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, т.е. 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 (т.н. псевдослова), что поддерживалось в те годы некоторыми специалистами, но не получило широкого распространения.

<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 отоларинголог, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине «за работы по физиологии и патологии вестибулярного аппарата» (1914).



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 интенсивности речевого сигнала. При этом используется не «живая», а записанная на различных носителях (виниловый диск, магнитофонная лента, компакт-диск и др.) речь. Речевая аудиометрия обеспечивает постоянство речевого материала и дикции, возможность регулировки и регистрации интенсивности передаваемых слов, определение потери слуха в сравнимых единицах (децибелах), количественную оценку слуховой функции по степени разборчивости речи, которая связана с поражением тех или иных звеньев звукового анализатора.

## 2.2. Аппаратная речевая аудиометрия

Исследование слуха методом аппаратной речевой аудиометрии впервые применил в 1904 году О'Брайан (O'Brayn), который посредством фонографа Эдисона<sup>7</sup> предъявлял испытуемым записанные на пластинку слова: в уши исследуемого вставлялись резиновые трубки, при изменении просвета которых можно было регулировать интенсивность подаваемых речевых сигналов. Определять остроту слуха путем вычисления процента правильно разобранных элементов речи (слогов, слов и т.д.) предложил в 1910 г. Д. Кэмпбелл<sup>8</sup>. В 1926 году Бристол (Bristol) соединил с электрическим фонографом телефонные наушники, а в 1929-1930 годы в США был налажен серий-

<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.

ный выпуск аппаратов для исследования слуха речью (Ермолаев В.Г., Левин А.Л., 1969; Lawson G.D., Peterson M.E., 2011). С тех пор речевая аудиометрия стала одним из основных методов оценки слуха как социальной категории. Совершенствованием методики речевой аудиометрии занимались многие зарубежные авторы: Н. Fletcher, J.P. Egan, Н. Davis, R. Carhart, I.J. Hirsh., J.D. Harris, T.J. Watson и другие. 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 соавт., 2008). **Техническое обеспечение** метода меняется с течением времени. В лаборатории слуха и речи НИЦ ПСПбГМУ им. И.П. Павлова речевая аудиометрия выполняется обычно с использованием приборной установки, включающей 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* (в 70-80-е гг. – катушечный магнитофон, затем – CD или DVD- проигрыватель), подключаемое к аудиометру, и пленка / компакт-диск с записью предъявляемого фонетического материала (тестовых таблиц);
- 3) *акустические излучатели*: головные телефоны воздушного проведения для правого и левого уха; динамические громкогово-