

**СЛУХОРЕЧЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ  
С ТЯЖЕЛЫМИ НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА**



**СУРДОПЕДАГОГИЧЕСКИЕ  
И  
АУДИОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ  
ДЛЯ КОНТРОЛЯ НАСТРОЙКИ  
КОХЛЕАРНОГО ИМПЛАНТА  
И СЛУХОВОГО АППАРАТА**



**Киев 2006**

# **Б.С.МОРОЗ**

**СУРДОПЕДАГОГИЧЕСКИЕ И АУДИОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ НАСТРОЙКИ  
КОХЛЕАРНОГО ИМПЛАНТА И СЛУХОВОГО АППАРАТА**

**(МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ)**

В методических рекомендациях содержатся сведения о характеристиках, особенностях и условиях проведения сурдологического и аудиометрического тестов, предназначенных для контроля настройки слухового аппарата и кохлеарного импланта.

В рекомендациях подробно описана процедура подготовки малолетнего ребенка к обследованию слуха методом тональной и речевой аудиометрии в свободном звуковом поле в условиях специализированного кабинета и самостоятельно родителями в домашних условиях. Описаны также методика, количественные и качественные критерии настройки слухового аппарата и речевого процессора кохлеарного импланта.

Рекомендации предназначены для широкого круга специалистов-сурдопедагогов, логопедов, сурдологов и акустиков, занимающихся слухопротезированием детей и взрослых с использованием кохлеарных имплантов и слуховых аппаратов, а также для родителей и малолетних детей с тяжелыми нарушениями слуха и глухотой, пользующихся слуховыми аппаратами или кохлеарным имплантом.

При подготовке рекомендаций принимали активное участие сотрудники  
НПП ВАБОС

Овсяник В.П., Заика Д.М., Луцко Е.В., Галета З.А., Заика С.К.

# **НАУЧНО ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ВАБОС**

Утверждено  
Генеральный директор  
НПП «ВАБОС»  
\_\_\_\_\_ д.т.н. Овсяник В.П.  
\_\_\_\_\_ 2006 г.

## **СЛУХОРЕЧЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ТЯЖЕЛЫМИ НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА**

**СУРДОПЕДАГОГИЧЕСКИЕ И АУДИОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ  
ДЛЯ КОНТРОЛЯ НАСТРОЙКИ КОХЛЕАРНОГО ИМПЛАНТА И  
СЛУХОВОГО АППАРАТА**

**Методические рекомендации**

**Составил**  
**доктор биол. наук,  
Лауреат Гос. Премии Украины**

\_\_\_\_\_ **Мороз Б.С.**

**Киев - 2006**

## Вступление

Современные высокие технологии, в первую очередь цифровые слуховые аппараты (**СА**) и кохлеарные имплантанты (**КИ**), а также специальные программы коррекционного развития и обучения дают возможность людям (особенно детям) с тяжелыми нарушениями слуха и глухотой возможность слышать большинство речевых и производственных, бытовых и естественных (природных) звуков. При этом эффективность использования **КИ** и **СА** в значительной степени зависит от того, насколько правильно (точно) они подобраны и настроены (1-3). Если **СА** и **КИ** подобраны и настроены в соответствии с возможностями остаточного слуха пользователя, последний может воспринимать практически весь спектр окружающих его звуков, и, в частности, наиболее важные для общения речевые фонемы.

В сурдологической практике процедура контроля и установки оптимального усиления и частотной характеристики, максимального выходного уровня слухового устройства представляет достаточно сложную и трудную задачу как для специалистов (сурдологов, сурдопедагогов, акустиков), так и для пользователей слуховых устройств. При этом наиболее трудно и сложно оптимально настроить **СА** или **КИ** для малолетнего ребенка, который не может адекватно реагировать на воспринимаемые им звуки.

Ниже представлено описание сурдопедагогического и аудиометрического тестов, предназначенных для контроля и оценки настройки **СА** и **КИ** (в первую очередь у малолетних детей). Указанные тесты могут быть также использованы для оценки правильности настройки **СА** и **КИ** у старших детей и взрослых. Тесты дают возможность специалистам и родителям ребенка с **КИ** или **СА** определить: слышит ли ребенок звуки во всем речевом спектре.

Предложенный нами фонематический скрининг-тест речевой аудиометрии основан на способности ребенка обнаруживать и распознавать звуки речи (фонемы) в низко-, средне- и высокочастотном диапазоне речевого спектра.

Фонематический скрининг-тест создан на базе известного «**Ling Six-Sound Test**», состоящего из шести фонем: трех гласных звуков и трех согласных звуков, спектр которых соответствует полному спектру разговорной английской речи (18, 19).

«**Ling Six-Sound Test**» включает следующие фонемы:

AH	(as in father)	SH	(as in shoe)
OO	(as in moon)	S	(as in sock)
EE	(as in key)	M	(as in mommy).

В скобках представлены английские слова, в состав которых входят указанные речевые фонемы.

В нашей модификации скрининг-тест составлен из трех гласных и трех согласных фонем «**А-М-С-У-Ш-И**», спектры которых соответствуют спектру разговорной русской (украинской) речи.

Это речевые фонемы:

A	(в слове пАпа)	M	(в слове Мама)
С	(в слове Соль)	У	(в слове лУк)
Ш	(в слове Шуба)	И	(в слове книГа)

На рис.1 представлена спектрограмма фонематического теста «А-М-С-У-Ш-И», пороги слышимости и пороги слухового дискомфорта нормально слышащего человека. Речевые фонемы, представленные на рис.1, измерены на расстоянии примерно 1-1,5м от говорящего, нормальная разговорная речь со средней интенсивностью 55-60дБ.

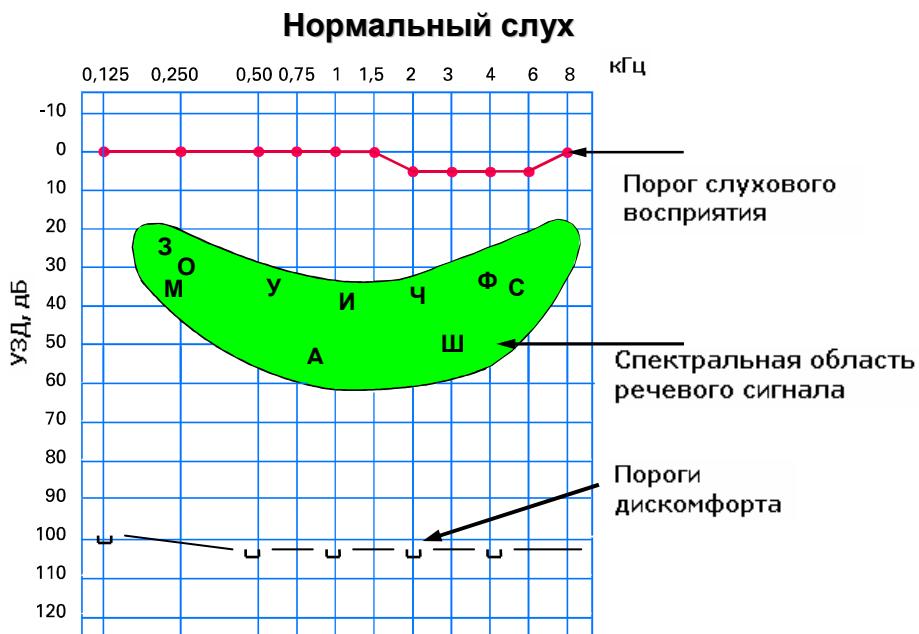


Рис.1.

Спектральный состав фонематического скрининг-теста «А-М-С-У-Ш-И»

Как видно на рис. 1, речевая зона находится в частотном диапазоне от 125 до 8000 Гц и диапазоне интенсивностей звука от 35 до 60 дБ. При этом звуки фонематического теста имеют различный спектральный состав и интенсивность и практически перекрывают частотный диапазон разговорной речи. В частности, эти фонемы «М, У и И» обладают максимальной интенсивностью, главным образом в низкочастотной области. В свою очередь речевая фонема «М» имеет узкополосный спектр и максимальную интенсивность звука в полосе частот 200-300 Гц. Максимальный уровень интенсивности фонемы «У» содержится, главным образом, в полосе частот 250-800 Гц, а фонемы «И» - в полосе частот 250-2000 Гц. Звуки среднечастотного диапазона представлены фонемой «А» (500-1500Гц). Фонемы «Ш» и «С» - представляют, главным образом, высокочастотную полосу речевого спектра (2000–6000 Гц).

## **ПОДГОТОВКА РЕБЕНКА К ИССЛЕДОВАНИЮ СЛУХА МЕТОДОМ ТОНАЛЬНОЙ И РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ**

Оценку слуха малолетнего ребенка, начиная с 1,5 года, проводят методом тональной речевой аудиометрии (5-8). При этом исследования проводят как без слухового устройства, так и с ним. Результаты обследования регистрируют на бланках тональной или речевой аудиограммы, которая представляет собой график, характеризующий минимальные уровни (пороги слышимости) разных по частотному составу звуков. В качестве тестируемых звуков могут быть использованы тональные сигналы (тональная аудиометрия) или речевые звуки (речевая аудиометрия). Обычно тональную аудиометрию у маленьких детей проводят с помощью игровой аудиометрии в свободном звуковом поле в специальных аудиометрических камерах (11-12).

Речевую аудиометрию с помощью предложенного нами скрининг-теста можно проводить как в специальных учреждениях, например, в обычном сурдопедагогическом кабинете или в домашнем помещении. Предварительно родители совместно со специалистами должны выработать у ребенка двигательную (условно-рефлекторную) реакцию на звук со зрительным подкреплением (появление игрушки, картинки или мультфильма при правильной реакции ребенка). Чтобы получить достоверную (точную) тональную или речевую аудиограмму, т.е. реакцию на самые тихие и громкие звуки, которые может слышать ребенок, надо его научить это делать. В этом очень важна помощь родителей. Ниже описано, как учить малыша воспринимать тихие звуки (17).

Родители, прежде всего, должны научить ребенка выполнять какое-либо действие (катить мяч, бросать пуговицу или шарик в банку, надевать кольцо на пирамидку и пр.) по сигналу взрослого, сочетающему действие и звук (удар в барабан, бубен, крышки кастрюль, хлопок в ладоши, дутье в дудку, произнесение речевых звуков **А-М-С-У-Ш-И** или слогов типа "**АМ-АМ-АМ**", "**СУ-СУ-СУ**", "**ШИ-ШИ-ШИ**" и пр.).

Обучение ребенка следует начинать со звуков достаточно громких, но не вызывающих у ребенка неприятных ощущений. Сначала ребенок должен **«видеть»** сигнал взрослого. Для этого, например, сначала кто-либо из взрослых или старший ребенок поможет малышу понять задание, выступая в роли модели поведения для малыша в этой ситуации. При этом один взрослый подает сигнал, а второй - вместе с малышом - выполняет соответствующее действие (его рукой или параллельно вместе с ним). Необходимо постепенно добиваться того, чтобы малыш ждал появление звукового сигнала и не начинал действовать без него. Важно менять действия, которые выполняет ребенок по сигналу, чтобы ему не было скучно. Полезно поменяться с малышом ролями: он подает сигнал, а родитель выполняет определенное действие.

Когда ребенок научится ждать появления звукового сигнала, необходимо переходить к выработке реакции только на слух. При этом ребенок не должен видеть действия взрослого, а только реагировать на звук. Примером выполнения этого упражнения может быть выработка реакции на отдельные речевые фонемы или отдельные слоги.

Мама или папа ребенка сидят за столом напротив малыша, кладут его и свои руки на стол, а около них, размещают какие-либо предметы, например, шарик или пуговицу. Мама обращает внимание ребенка на свои губы и голосом

разговорной громкости (55-60 дБ) произносит отдельно фонемы (**А-М-С-У-Ш-И** или слоги "**па-па-па**"). В момент произнесения фонемы мама рукой малыша берет со стола пуговицу и бросает ее в баночку. Такое упражнение проводится до тех пор, пока ребенок не начнет сам выполнять его в момент произнесения фонем или слогов (5-8 занятий). Длительность пауз между произнесением фонем надо постоянно менять, чтобы ребенок не привык к определенному ритму их предъявления.

Во время тестирования ребенка не следует произносить каких-либо других слов или звуков. При этом не надо требовать и ждать повторения этих слогов малышом, поскольку на данном этапе главное - фиксация реакции ребенка на появление звука. Позднее ребенок сам начнет повторять за Вами фонемы, слоги, слова. Когда ребенок начнет четко реагировать на тестируемые звуки, видя ваши губы, закройте их листком бумаги так, чтобы ребенок не видел движения губ. Если ребенок не понимает этого задания - нужно повторить задание без экрана. При использовании экрана не следует убирать его от лица сразу, чтобы ребенок не реагировал на это действие как на сигнал.

После того, как ребенок научился ждать сигнал и выполнять определенное действие после предъявления сигнала, важно научить его сообщать, что сигнала нет - развести ручки, покачать головой - «нет», «не слышу». Это облегчит различение ситуаций, когда ребенок не слышит звук, от ситуаций, когда ребенок просто отвлекся и пропустил сигнал.

Когда ребенок научится реагировать на громкие звуки, надо научить его прислушиваться к более тихим звукам. Для этого сначала надо показать ему разницу между звучанием громких и тихих звуков, используя для этого барабан и сопровождая звук соответствующим жестом.

Подготовка малыша к исследованию слуха проводится ежедневно (2-3 раза в день). Продолжительность занятия 3-5 мин. Наглядный материал и задания нужно менять через 2-3 дня, а потом использовать их снова. Постарайтесь сделать это интересной игрой, а не скучным уроком.

Используйте ситуации и предметы, которые интересны ребенку. Хвалите ребенка за правильный ответ и радуйтесь вместе с ним. Нежное похлопывание или поглаживание ребенка помогает ему понять, что он делает важную и хорошую работу. При этом не имеет значения, как он слышит.

Практика показывает, что даже при возрасте ребенка до 12 месяцев родители, как правило, могут увидеть определенные слуховые реакции ребенка. В частности, у ребенка могут расширяться или сужаться глаза, он может хмурить брови, начинать или прекращать сосать соску или грудь матери и пр. Как только ребенок начинает реагировать на тестируемые звуки, специалисты (или родители) смогут уверенно контролировать слуховые реакции каждый раз, когда будут произноситься тестовые звуки. Однако следует учитывать, что маленькие дети обычно устают очень быстро и поэтому часто не в состоянии продолжительно и адекватно реагировать на тестируемые звуки.

После того, как ребенок с **КИ** или **СА** научится определять момент предъявления тестируемых звуков, он сможет воспринимать и понимать отдельные звуки разговорного языка (речи). В этой связи важно, чтобы использование фонематического скрининг-теста проводилось ежедневно для контроля правильности настройки слухового устройства, т.е. каждый раз, когда ребенок включает и начинает работать со слуховым устройством. Если такая

процедура контроля будет осуществляться каждый день, то родители смогут своевременно узнавать обо всех изменениях или нарушениях в работе **КИ** или **СА**, а также о возможных нарушениях и даже заболеваниях в ухе, например, при воспалении, гноетечении или появлении жидкости в среднем ухе ребенка.

В Центре слухоречевой реабилитации НПП ВАБОС для того, чтобы родители малолетнего ребенка смогли быстрее и эффективнее подготовить ребенка к исследованию слуха, для обучения родителей и специалистов используется компьютерный тренажер **Полифонатор ПФ-03-Видео+** с программой «**Живой звук**» (рис.2).



Рис.2.

Компьютерный тренажер **ПФ-03-Видео+** с речевыми фонемами на экране.

Комплекс снабжен специальным программным обеспечением на русском и украинском языках, включает специальные программы «**Азбука**» и «**Профили речевых фонем**». С помощью последних специалисты и родители могут проводить обследование слуха у ребенка с **КИ** и **СА** и при этом на экране компьютера контролировать качество произношения тестируемых фонем, их интенсивность, продолжительность и спектральный состав.

При проведении скрининг-теста специалист **ЦСР**, например сурдопедагог, нажатием «мышки» компьютера может легко с помощью динамиков компьютера воспроизвести любую из тестируемых фонем скрининг-теста «**А-М-С-У-Ш-И**». Практика показывает, что обычно применение компьютерного тренажера вызывает живой интерес у ребенка. При этом родители ребенка имеют возможность потренироваться и научиться самостоятельно воспроизводить тестируемые фонемы и квалифицированно осуществлять мониторинг слуха своего ребенка с помощью фонематического теста.

## **МЕТОДИКА РЕЧЕВОЙ АУДИОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОНЕМАТИЧЕСКОГО СКРИНИНГ-ТЕСТА «А-М-С-У-Ш-И».**

Сурдопедагогическая практика исследования слуха ребенка с **КИ** или **СА** с использованием фонематического скрининг-теста «**А-М-С-У-Ш-И**» свидетельствует о том, что его можно быстро выполнить как в условиях аудиологического или сурдопедагогического учреждения (сурдопедагогического кабинета), так и самостоятельно родителями в домашних условиях. Исследование слуха у ребенка с **КИ** или **СА** следует проводить в обычном относительно тихом помещении. Желательно, чтобы в офисе или жилой комнате предварительно были выключены все шумные приборы, в том числе телевизор, холодильник, вентилятор, кондиционер, другие шумящие электрические и радиоустройства.

Во время тестирования слуха у ребенка с **КИ** или **СА** специалист (аудиолог, акустик, сурдопедагог) или кто-либо из родителей ребенка обычно располагается на одном уровне с ребенком на расстоянии не более 1 м от уха ребенка. Для того, чтобы малолетний ребенок не видел момент произношения фонемы, следует закрыть рот ладонью руки так, чтобы ребенок не мог прочитать с губ тестируемую фонему (рис.3).



*Рис.3.*

*Мама и ребенок с КИ в момент обследования слуха методом речевой аудиометрии с использованием фонематического скрининг-теста.*

Проверяющий слух ребенка произносит речевые фонемы сначала с повышенной интенсивностью **(70-75 дБ)**, а затем нормальным голосом с интенсивностью порядка **55-60 дБ**. Результаты речевой аудиометрии могут быть представлены в рабочей тетради родителей, например, в виде таблицы 1. В этой таблице представлены тестируемые речевые фонемы скрининг-теста «**А-М-С-У-Ш-И**» при нормальной и повышенной громкости речи.

**Результаты фонематического скрининг-теста «А-М-С-У-Ш-И»**

ФИО ребенка \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Интенсивность речевых фонем	Речевые фонемы					
	<b>А</b>	<b>М</b>	<b>С</b>	<b>У</b>	<b>Ш</b>	<b>И</b>
<i>Нормальная громкость речи (55-60дБ)</i>	+	+	--	+	--	+
<i>Повышенная громкость речи (70-75)дБ</i>	+	+	+	+	+	+
<i>примечание</i>						

«+» - ребенок слышит звук, «-» - ребенок не слышит звук.

Представленные в таблице 1 результаты речевой аудиометрии с использованием фонематического скрининг-теста свидетельствуют о том, что ребенок с **КИ** слышит практически все тестируемые речевые фонемы при повышенной громкости речи (70-75 дБ), а при нормальной громкости (55-60 дБ) - только часть спектра речи, главным образом низкочастотные и среднечастотные фонемы (**А, М, У, И**). При этом ребенок не слышит высокочастотные фонемы (**С, Ш**).

На основании данных скрининг-теста пользователи **СА** или **КИ** или их родители, а также специалисты имеют возможность произвести перенастройку используемого слухового устройства. Если малолетний ребенок пользуется слуховым аппаратом, то его настройку родители могут произвести с помощью соответствующих оперативных или регуляторов **СА**. В случае, если ребенок пользуется цифровым **СА**, следует произвести смену программ работы **СА** (если в слуховых устройствах предварительно запрограммирована программа с более высокой чувствительностью для высокочастотных звуков).

Если ребенок пользуется **КИ**, то родители могут также провести перестройку программы работы **КИ** и самостоятельно осуществить подстройку регуляторов «Чувствительность-громкость» в речевом процессоре. Однако более точную настройку слухового устройства обычно производят специалисты центров по результатам тональной аудиометрии ребенка с **КИ** в свободном звуковом поле.

## МЕТОДИКА ТОНАЛЬНОЙ АУДИОМЕТРИИ В СВОБОДНОМ ЗВУКОВОМ ПОЛЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ ОПТИМИЗАЦИИ НАСТРОЙКИ КИ И СА

Если ребенок с **КИ** или **СА** предварительно подготовлен родителями к исследованию методом тональной аудиометрии в свободном звуковом поле, то в этом случае специалисты могут быстро и надежно провести оценку у ребенка не только порогов слуха, но и порогов слухового дискомфорта. Полученные при этом количественные данные тональной аудиометрии могут быть успешно использованы для оптимизации настройки как усиления, компрессии, так и частотной характеристики используемых ребенком слуховых устройств.

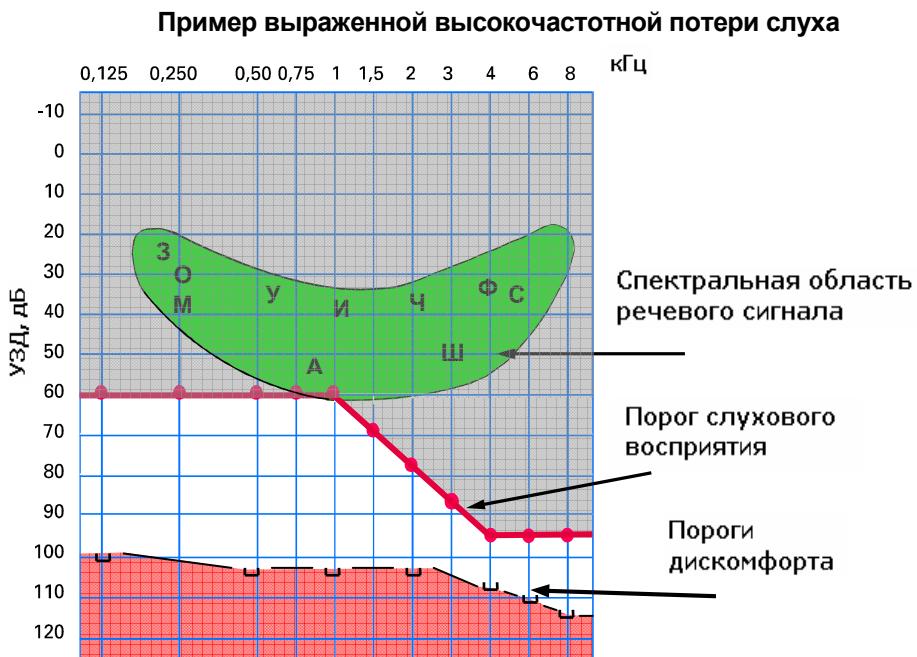


Рис.4.  
Пороги слышимости и пороги дискомфорта при исследовании слуха в свободном звуковом поле при выраженной высокочастотной потере слуха.

На рис.4 представлена типичная аудиограмма человека с выраженной высокочастотной потерей слуха. При такой потере слуха человек естественно нуждается в слухопротезировании, поскольку с таким слухом слабослышащий практически не воспринимает звуки нормальной разговорной речи. Как правило, применение хорошо подобранного и настроенного **СА** позволяет практически восстановить слухоречевую коммуникацию пользователя.

Использование метода тональной аудиометрии в свободном звуковом поле ребенка с **КИ** или **СА** дает возможность специалистам получить необходимые сведения для точной настройки слухового устройства. При этом основными характеристиками, необходимыми для настройки **СА** и **КИ** являются значения

порогов слухового дискомфорта и порогов слышимости в зависимости от частоты сигнала.

На рис.5 представлена так называемая «Расширенная аудиограмма», на которой для наглядности наряду с порогами слуха и слухового дискомфорта представлены значения уровней различных бытовых и производственных звуков, окружающих человека. На этом рисунке также представлены спектральные уровни окружающего шума (коричневый цвет) и основной спектр разговорной речи (зеленый цвет) с обозначением частотного спектра и уровней основных речевых фонем.



Рис.5.

#### Расширенная аудиограмма

(Adapted from: American Academy of Audiology, [www.audiology.org](http://www.audiology.org) and Northern, J. & Downs, M. (2002). Audiogram of familiar sounds; and Ling, D. & Ling, A (1978). Aural Habilitation.)

На рис. 5 схематично представлены усредненные спектры разговорной речи и окружающего шума. Следует учитывать, что в реальной акустической ситуации речевые сигналы, как и уровень окружающего шума, становятся громче или тише в зависимости от расстояния между источником звука и слушателем.

При этом рис. 5 отражает типичные акустические условия, в которых обычно осуществляется общение между людьми. Следует также заметить, что в случае, если уровень маскирующего окружающего шума увеличивается, то рефлекторно повышается средний уровень разговорной речи. Такое взаимодействие речевого и слухового аппаратов человека обеспечивает ему возможность общения в условиях достаточно интенсивного шума (11).

Если пороги слышимости для тонов у ребенка с **КИ** или **СА** будут соответствовать интенсивности звуков 25-30 дБ (синий цвет), это позволит человеку с **КИ** или **СА** слышать практически все звуки речи и большинство окружающих его звуков при минимальном восприятии низкоуровневых помех (окружающего шума) (коричневый цвет). Если пороги слышимости для тонов 250-4000 Гц соответствуют значениям интенсивности звуков 35-45 дБ и выше, то в этом случае пользователь **КИ** и **СА** не сможет надежно воспринимать большинство высокочастотных и среднечастотных фонем, в частности, звуки **С**, **Ш**, **Ф**, **Р**, **К** и другие.

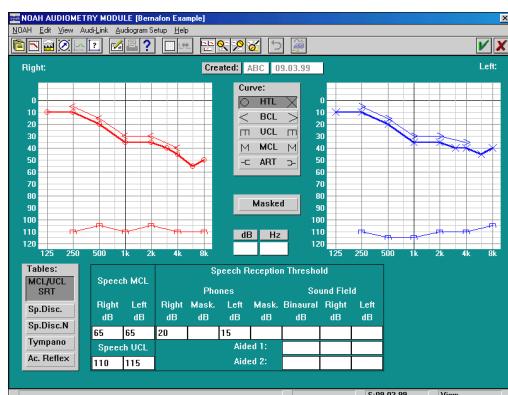
При значениях порогов слуха ниже 20 дБ, пользователь **КИ** и **СА** будет воспринимать окружающий его шум, который будет оказывать негативное маскирующее влияние на восприятие и разборчивость воспринимаемой на его фоне речи.

Если пороги слухового дискомфорта составляют 80-90 дБ, то пользователь с **КИ** или **СА** может без искажения воспринимать большинство интенсивных окружающих производственных и бытовых звуков, а также громкую усиленную разговорную речь, громкие звуки музыки и другие интенсивные звуки. При низких значениях порогов дискомфорта (50-60 дБ) пользователь с помощью **КИ** или **СА** будет воспринимать громкую речь, музыку с большими искажениями и даже с неприятными и дискомфортными ощущениями.

## *Подбор и настройка СА.*

Перед началом подбора или настройки **СА** акустик (сурдолог) обязательно проверяет наличие у пациента ушного вкладыша, качество подгонки его по размеру слухового прохода, устанавливается наличие обратной связи в **СА** и пр. При необходимости он рекомендует пациенту или родителям ребенка сделать новый вкладыш и направляет ребенка в лабораторию отопластики для изготовления ему нового слепка и ушного вкладыша.

Если в результате проведенного исследования слуха у ребенка выявлены какие-либо изменения слуха, то обязательно следует подстроить **СА** и, желательно, с использованием нового вкладыша, а затем произвести проверку эффективности **СА**.



При выборе типа **СА** акустик определяет требуемые электроакустические характеристики **СА**, анализируя основные психоакустические характеристики пациента: пороги слышимости, пороги слухового дискомфорта, динамический диапазон оставшегося слуха. Кроме того, при подборе и настройке **СА** следует учитывать дополнительные показатели разборчивости речи, форму аудиометрической кривой, одностороннее или двустороннее нарушение слуха и величину асимметрии слуха. Далее на основании анализа указанных психоакустических характеристик слуха пациента осуществляют выбор и настройку соответствующих электроакустических характеристик **СА**.

Электроакустические характеристики отображают функциональные свойства **СА** и определяются по стандартным методикам:

- **ВУЗД** - максимальный

выходной уровень звукового давления, которое создает **СА** воздушного звукопроведения в искусственном ухе;

- акустическое усиление **СА** - разность между **УЗД** на акустическом выходе **СА** в искусственном ухе и **УЗД** на акустическом входе **СА**;

- частотная характеристика **СА** - это зависимость **ВУЗД** от частоты сигнала при постоянном уровне входного сигнала;

- ширина частотного диапазона **СА** - отражает частотную полосу эффективного усиления сигнала в **СА**;

- уровень собственных шумов **СА** - это уровень выходного сигнала **СА** при заданном усилении и отсутствии входного сигнала.

Согласно стандартам **МЕК 118-0** и **МЕК 118-7**, акустические характеристики **СА** измеряются соответственно с помощью имитатора уха и искусственного уха с акустической камерой связи объемом 2 см<sup>3</sup>.

Методика настройки **СА** зависит от выбора типа аппарата - с ручным или цифровым программированием. При этом триммерная (ручная) настройка **СА**, которую обычно выполняет только специалист, осуществляется путем регулирования его электроакустических характеристик с помощью неоперативных регуляторов (рис.6). Регулировку оперативных регуляторов может самостоятельно производить при необходимости пользователь **СА** или родители ребенка.

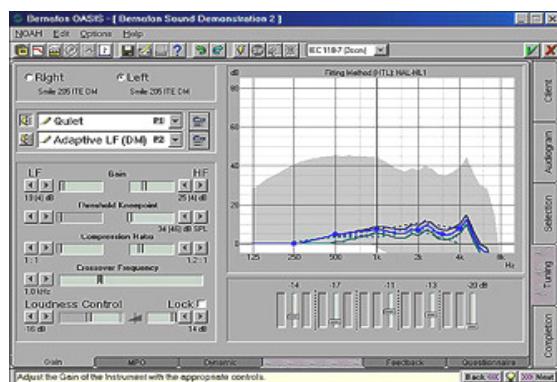


Рис.6.

*Внешний вид СА с оперативными и неоперативными регуляторами*

На рисунке 6 представлены неоперативные регуляторы (3-тиммерная версия). К неоперативным регуляторам **СА** относятся: регулятор частотной характеристики, регулятор усиления, регулятор **APU**. Примеры регулирования частотной характеристики выходного уровня, акустического усиления и компрессии сигнала в СА представлены на рис. 7.

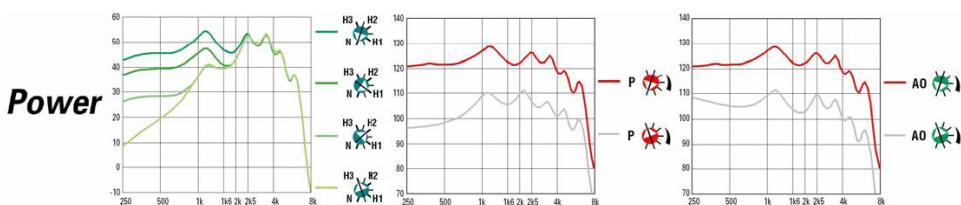
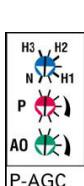


Рис.7.

### Регулировочные характеристики типичного СА

Из оперативных органов регулирования чаще всего применяются: регулятор усиления, который определяет уровень необходимой пациенту громкости звука, и переключатель режимов работы **СА** (катушки индуктивности или микрофона). В положении «**T**» (телефон) **СА** усиливает электромагнитные сигналы от телефонного аппарата или другого индивидуального устройства для прослушивания радио и телепрограмм, специальных **FM**-устройств в кинотеатрах или лекционных залах, которые принимаются индукционной катушкой. В положении «**M**» (микрофон) **СА** усиливает акустические сигналы - разговорную речь, музыку и другие звуки.

Для настройки цифровых **СА** с ручным регулированием разработаны компьютерные программы, которые указывают способы триммерного регулирования в зависимости от характеристик слуха пациента. Сегодня для настройки **СА** с цифровым программированием применяют специальные портативные программирующие устройства или компьютеры в комплексе с прибором **Hi-Pro** (hearing instrument programmer) со специальными для каждого производителя шнурами и программами настройки в оболочке программного обеспечения «**NOAH**».

В процессе настройки цифрового **СА** акустик вносит в компьютер основные показатели слуха пациента: обязательно пороги слуха, затем пороги комфорта ощущения и дискомфорта по воздушной проводимости, пороги слуха по костной проводимости, показатели разборчивости речи. Дополнительно вносится также информация о возрасте пациента, опыте использования **СА**, типе ушного вкладыша (с вентиляционным отверстием и уточнением его размеров или без него), а также другие сведения и предпочтения пациента.

По введенным данным компьютер выполняет предварительную настройку **СА**. Затем акустик уточняет и корректирует автоматическую настройку **СА**, добиваясь лучшей разборчивости и качества звучания. Для автоматической настройки **СА** чаще всего применяется метод расчета требуемого усиления аппарата по формулам NAL, NAL-NL1 и др.

## **Оценка и контроль настройки СА**

Оценка и контроль настройки и эффективности **СА** проводится путем определения порогов слуха пациента (особенно у ребенка) с **СА** в свободном звуковом поле. При этом у детей раннего возраста такие исследования следует проводить с интервалом в 1-2 месяца, используя для этого скрининг-тест «**А-М-С-У-Ш-И**» и специальные анкеты для родителей (5-7).

В оптимально настроенном **СА**, как правило, пороги слуха должны составлять 20-30 дБ в диапазоне частот 250 – 4000Гц. Если же пороги слуха составляют 35 дБ и выше, то следует дополнительно подстраивать **СА** с помощью специальной программы настройки для цифровых **СА** или с помощью оперативных и неоперативных регуляторов для аналоговых **СА**.

Дополнительно оценку пригодности и эффективности цифровых **СА** для старших детей и взрослых пациентов можно осуществлять с помощью специальной программы «**Oasis plus**». Для этого акустик использует специальную интерактивную программу настройки и оценки качества восприятия звуков в **СА** при активном участии самого пациента. Интерактивная программа позволяет оценить качество звука в **СА** при использовании большого числа различных акустических сигналов и акустических ситуаций. В частности, акустик или сурдолог может проводить оценку разборчивости речи в **СА** при воздействии различных помех (шумы, бытовые звуки, музыкальные программы и другие акустические ситуации).

Вначале обычно проводят оценку разборчивости нормальной разговорной речи в зависимости от максимального расстояния до источника звука. Для этого рекомендуют использовать тесты числительных, слов, предложений. Акустик определяет расстояние (в м), с которого на слух (при средних и тяжелых нарушениях слуха) или слухо-зрительно (при глубоких нарушениях слуха на границе с глухотой) пациент распознает речевой материал (50-100%).

Эффективность **СА** количественно можно определять, например, по трехбалльной системе: высокая эффективность **СА** – пациент воспринимает разговорную речь на расстоянии больше **6 м**, шепотную речь - на расстоянии **4-5 м**, средняя эффективность - **РР** на расстоянии меньше **3-5 м**, **ШР** - до **1м** и низкая эффективность - **РР** - до **2м**, **ШР** – **0м**.

Далее с использованием свободного поля акустик может оценивать качество восприятия и разборчивость речевых сигналов с нормальной громкостью речи (65 дБ), затем громкой речи (85 дБ) и потом тихой речи (шепотной) речи (50 дБ и ниже). Для этого в качестве речевых тестов могут быть использованы сначала двузначные числительные (25, 36, 67 и пр.) или трехзначные числительные (125, 678, 869 и др.), а затем простые односложные, двусложные и только потом многосложных слова. Для этой же цели могут быть использованы специальные речевые фонограммы с тестом числительных и с другими частями речи.

В программе «**Оазис**» имеется набор специальных фонограмм с речевыми тестами в шуме и без, а также запись различных источников звука, которые могут быть использованы в качестве шумовых помех.

Продолжительность подбора пациенту **СА** не должна превышать 30-35 минут у детей и 40-45 минут у взрослых.

Подбор и настройку цифровых **СА** следует проводить в 3-4 этапа. Практика свидетельствует, что оптимальная настройка **СА** может быть осуществлена только после того, как пациент адаптируется к **СА**. Последующие настройки **СА** проводятся с помощью оценки характера слухового восприятия в различных акустических условиях. Должны учитываться индивидуальные потребности и особенности пациента, характер его деятельности, его возраст, интеллект и другие, физиологические и психологические характеристики.

В качестве дополнительных тестов для оптимальной (тонкой) настройки **СА** акустик может использовать дополнительные методики, представленные ниже. Дополнительные методики для оценки эффективности **СА** могут включать следующие мероприятия и процедуры:

- Определение наличия или отсутствия обратной акустической связи в **СА**. Если обратная связь присутствует, то следует снизить усиление **СА** (общее или в узкой полосе).
- Определение порогов слышимости в диапазоне частот 250-4000Гц. При этом пороги слышимости должны составлять 25-30 дБ.
- Отсутствие ощущения дискомфорта при громких звуках с уровнем 80-90 дБ. Если пациент испытывает дискомфорт, то следует использовать **АРУ** по выходу или по входу.
- Оценка разборчивости разговорной речи в условиях помехи, например, на фоне шума, музыки, посторонней речи и пр.
- Оценка способности пациента с **СА** определять местонахождение источника звука в пространстве. В современных **СА** имеются специальные программы, включающие направленный или ненаправленный микрофоны. При этом пациенту следует рекомендовать использование двух **СА**.
- Оценка качества восприятия пациентом собственного голоса. В современных **СА** имеется для этого специальная программа - устранение феномена окклюзии.
- Оценка качества восприятия пациентом разговора по телефону.
- Оценка восприятия специальных радио и ТВ программ, музыкальных произведений и пр., а также восприятия невербальных звуков: музыки, шумов, транспорта (установка специальных программ в **СА**).

## **Контроль настройки речевого процессора **КИ****

Оптимально настроенный речевой процессор **КИ** должен обеспечить пользователю комфортное восприятие звуков для нормальной разговорной речи в тихих условиях. При этом пользователь **КИ** должен воспринимать и различать знакомые односложные слова, произносимые шепотом на расстоянии не более 1-2 метра, низкочастотные гласные (/у/-/о/-/и/), высокочастотные согласные /с/-/ц/-/ч/-/ф/ и другие звуки речи. Указанные звуки речи можно использовать в качестве тестовых сигналов для оценки правильности настройки речевого процессора у маленьких детей.



Рис.8.

*Внешний вид заушного речевого процессора ESPRit 3G*

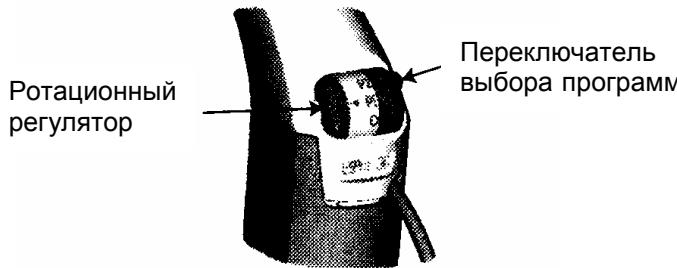


Рис.9.

*Органы управления и регулирования заушного речевого процессор ESPRit 3G.*

Ротационный регулятор громкости (чувствительности) и переключатель программ **P1-P2** находятся в верхней части речевого процессора, а переключатель режимов «**M-T-W**» - снизу (программа «**W**» - шепот).

Обычно в речевом процессоре специалисты устанавливают несколько программ (до 2-х в заушном речевом процессоре и до 4-х в карманом). Наиболее часто устанавливают программы (индивидуальные частотные настройки каналов **КИ** - МАП), которые отличаются сначала только уровнем громкости, а затем и частотными характеристиками. В первом случае родители самостоятельно (или даже сам ребенок) могут выбрать из этих программ индивидуальную программу для наиболее комфортного восприятия звуков. Режим «**W**» используется в нешумной обстановке при необходимости воспринимать тихие звуки, в частности шепотную речь.

Из оперативных органов регулирования речевого процессора ESPRit 3G чаще всего применяются регулятор усиления, который определяет уровень необходимой пациенту громкости звука, и переключатель режимов работы (катушки индуктивности или микрофона). В положении «**T**» прибор усиливает электромагнитные сигналы, которые принимаются индукционной катушкой:

сигнал от телефонного аппарата или другого индивидуального устройства для прослушивания радио и телепрограмм, специальных **FM**-устройств в кинотеатрах или лекционных залах. В положении «**М**» речевой процессор **КИ** усиливает разговорную речь, музыку и другие звуки.

Регулировку оперативных регуляторов может самостоятельно производить при необходимости пользователь **КИ** или родители ребенка. Для более точной настройки речевого процессора желательно сделать аудиограмму с **КИ** в свободном звуковом поле. Эти данные акустик сможет произвести настройку или перестройку частотных характеристик речевого процессора для каждого из каналов. При этом он устанавливает уровни стимулирующих каналов (**T** и **C**) в каждом из частотных каналов процессора. (Рис.10).

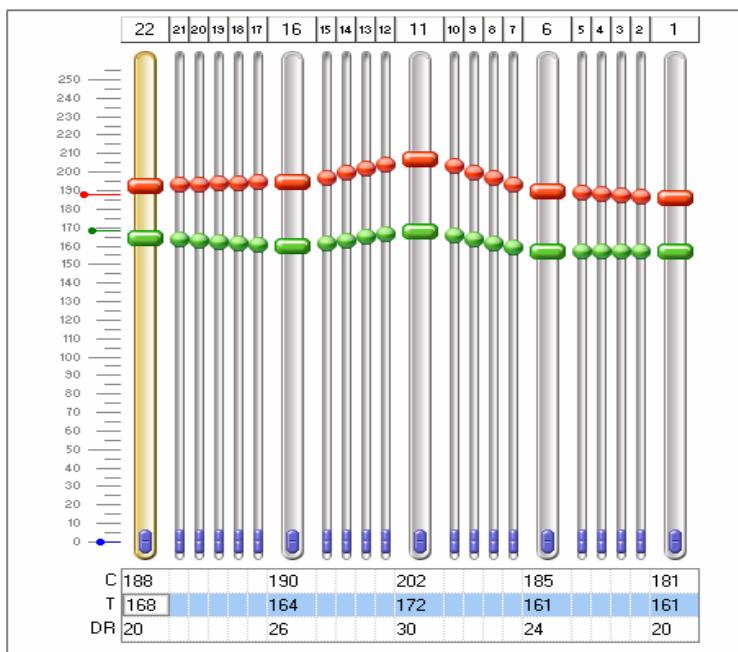


Рис.10.  
Пример частотной характеристики настройки речевого процессор **МАР** в 22 частотных каналах речевого процессора.

**C** - уровень комфорта громкости в частотном канале,  
**T** - уровень слышимости сигналов,  
**DR** = **C** – **T** – динамический диапазон в частотном канале

При правильной настройке речевого процессора **КИ** пороги слуха на тестируемые тональные сигналы в диапазоне частот 250-4000 Гц должны составлять **25-30 дБ**.

В ряде случаев при первичной настройке речевого процессора у пользователя **КИ** могут возникать неприятные ощущения, особенно при воздействии громких звуков. Некоторые пациенты с **КИ** ощущают головокружение, подергивание мышц лица, а также отмечают повышенную утомляемость. Поэтому при настройке речевого процессора следует постепенно увеличивать максимальный (комфортный) уровень звука **КИ**, тщательно контролируя реакции ребенка на звуки различной громкости и частоты.

При наличии у пациента с **КИ** стойких неприятных ощущений, таких как подергивание мышц лица, следует изменить параметры настройки речевого процессора. Первые 2-3 месяца после подключения **КИ** подстройку речевого процессора должна проводиться не менее раза в 1-2 недели, затем реже - раз в 1-2 в месяца. В дальнейшем (примерно через полгода после операции) тестирование электрофизиологических характеристик пациента с **КИ** и настройку речевого процессора проводят не реже 2 раз в год. Однако если у пользователя **КИ** имеются жалобы на дискомфорт, на неприятные ощущения, искажения, а также в ряде других случаев тестирование и настройку речевого процессора проводят чаще.

Все полученные результаты тестирования величины сопротивления электродов **КИ**, данных регистрации **NRT**, настройки индивидуальных слуховых карт (**МАП**) для конкретных электродных каналов **КИ** в виде соответствующих протоколов (распечатка из компьютера) сохраняют в индивидуальной папке ребенка.

### ***Кохлеарный имплант и слуховой аппарат***

Современная практика слухопротезирования детей с тяжелыми нарушениями слуха и глухотой все больше и больше предполагает совместное использование **СА** и **КИ**. При этом если ребенок пользовался **СА** до операции, то ему следует продолжать носить **СА** на неоперированном ухе одновременно с **КИ**. Установлено, что такой «**электроакустический бинауральный слух**» улучшает локализацию звука в пространстве, повышает помехоустойчивость, качество восприятия и разборчивость речи в шуме. Однако при этом чаще всего необходима перенастройка **СА** (уменьшение уровня его усиления, иногда выключение высоких частот и пр.)

Пользователю **СА** и **КИ** в этом случае крайне необходимо время для адаптации к совместному использованию **КИ** и **СА**. При этом ряд специалистов рекомендует в течение первого месяца использовать только **КИ**. Другие специалисты советуют, часть времени до (2/3) использовать только с **КИ**, а остальную часть времени совместно **КИ** и **СА**. В отдельных случаях это соотношение может меняться. Позднее пользователю (ребенку) следует постоянно носить оба устройства, в том числе и на слухоречевых занятиях (5).

Однако, как показывает опыт, многие дети с **КИ** иногда отказываются носить **СА** из-за дискомфорта от некачественно изготовленного или неподходящего по размеру вследствие роста ребенка ушного вкладыша или из-за того, что звуки от **СА** сильно отличаются от звуков от **КИ**. Практика свидетельствует о том, что звуки от высококачественного программированного

или цифрового **СА** более соответствуют сигналам от **КИ** и поэтому лучше интегрируются мозгом.

Родителям детей с **КИ** и **СА** нужно приложить максимальные усилия для того, чтобы их ребенок продолжал совместно использовать **СА** с **КИ** (8,9). В связи с этим хорошие результаты могут быть получены при использовании **КИ** и мощного слухового аппарата типа **Audioflex-127 (Bernafon)** с радио **FM**-системой.

### ***Кохлеарный имплант слуховой аппарат и FM - система.***

В естественных условиях восприятие речи обычно происходит на фоне разных шумов и звуков: звуки речи окружающих людей, шум улицы и разных устройств, воды в водопроводе, звуки из телевизора, шум шагов и многие другие звуки. Во время проведения индивидуальных слухоречевых занятий ребенок должен находиться на расстоянии не больше 1 м от педагога. Это оптимальное расстояние для восприятия устной речи.

Во время групповых занятий (в классе и в других помещениях) расстояние между педагогом и учеником может быть значительно большим. Известно, что при удвоении расстояния от источника звука уровень громкости, который воспринимает слушатель, снижается в два раза, поскольку интенсивность звука уменьшается на 6 дБ. Громкость звуков речи также снижается, когда говорящий и слушатель во время общения стоят спиной друг к другу. Как следствие этого, при малых уровнях громкости разговорной речи многие согласные звуки будут для слушателя тихими и, следовательно, неразборчивыми.

В обычном классном помещении школы звуки, которые достигают поверхности стен и потолка, частично ими поглощаются и отражаются. При этом отраженные звуки накладываются на прямые звуки, тем самым маскируя, искажая и затрудняя их восприятие учениками. Такие, часто повторяемые отражения звуков от стен и потолка в помещениях называются реверберацией.

Так как разговорная речь представляет собой четкую последовательность речевых сигналов, то явление реверберации звуков негативно влияет на восприятие и разборчивость речи пациентами с **КИ** и **СА**. Например, при восприятии слов, состоящих из трех слогов, часто последний слог в слове слышится одновременно с отраженным звуком второго слога и с еще более слабым отраженным звуком первого слога слова. Поэтому даже нормально слышащий ребенок часто с затруднениями понимает речь других людей в помещениях с высоким уровнем реверберации.

Эффективно улучшить восприятие ребенком с **КИ** разговорной речи педагога или воспитателя в классе или в группе детского сада могут помочь **FM**-системы. Такие устройства широко используются в школах для детей с нарушением слуха.

## **Література**

1. В.Г. Базаров, В.А. Лисовский, Б.С. Мороз, О.П. Токарев Основы аудиологии и слухопротезирования – М:Наука, 1984.
2. Слухопротезування різними типами сучасних слухових апаратів: методичні рекомендації, КНДІО ім. О.С. Коломійченко АМН України, Київ, 2005.
3. Б.С. Мороз Високі технології ефективної реабілітації інвалідів зі слуху: Науково-методичний збірник «Дидактичні та соціально-психологічні аспекти корекційної роботи». - 2005.- Випуск 6.- с.61-68.
4. Богомильский М.Р., Ремизов А.Н. Кохлеарная имплантация. – М:Медицина, 1986. - 176 с.
5. Таваркиладзе Г.А. Кохлеарная имплантация. Учебн. пособ. М., 2000 - 81 с.
6. Королева И.В. Отбор кандидатов на кохлеарную имплантацию (сурдопедагогическое обследование и оценка перспективности использования кохлеарного импланта).- Санкт-Петербург, 2005.- 96с.
7. Королева И.В. Прогноз эффективности слухоречевой реабилитации после кохлеарной имплантации у детей младшего возраста // Дефектология – 2002 - №4 - с. 28-40.
8. Королева И.В. Диагностика и коррекция нарушений слуховой функции у детей раннего возраста – СПб: КАРО 2005,- 288с
9. Корольова И.В. Реабилитация детей с кохлеарными имплантами - СПБ, 2004 - 44 с.
10. Graeme Clark. Cochlear implants.- Australia.: Springer, 2003.-830p.
11. D. Dorhan Lets hear and say: Current overview of Auditory-Verbal Therapy. Asio Pacific Jornal of Speech, Language and Hearing, 4.141-154, 1999.
12. А. Лёве. Развитие слуха у неслышащих детей: История. Методы. Возможности // Пер. с нем. Л.Н.Родченко, Н.М.Назаровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2003 – 224с.
13. Мороз Б.С., Овсяник В.П., Луцько К.В. Актуальні питання кохлеарного слухопротезування, част. 1. Реабілітація глухих дітей після кохлеарної імплантациї, Київ 2005, 40с.
14. Мороз Б.С., Овсяник В.П., Луцько Е.В. Актуальные вопросы кохлеарного слухопротезирования, часть 2. Рекомендации по слухо-речевой реабилитации детей после кохлеарной имплантации, - Киев 2005, 42 с.
15. Мороз Б.С., Луцько К.В.,(ред.) Сучасні технології реабілітації і навчання дітей з вадами слуху та мовлення: Науково-методичний збірник.-К.: Вид. "A&P", 2003.– 130 с.
16. Nucleus Report, February/March 2004.



