

# Рекомендации к тональной воздушной и костной пороговой аудиометрии с маскировкой и без нее.

Перевод Черняк Г. В.

## Предисловие.

Данный документ является рекомендацией Британского общества аудиологии (BSA). Данные рекомендации являются эталоном проведения аудиологического обследования, одобренными BSA, на основе доказательной базы и консенсуса в отношении надлежащей практики, учитывая заявленные методы и объем знаний на момент публикации.

Не смотря на тщательную подготовку этой информации, BSA не гарантирует и не может гарантировать интерпретацию и применение данной информации. BSA не несет ответственность за любые ошибки или упущения, а также какие бы то не было потери и ущерб, в их следствии. Этот документ заменяет предыдущие рекомендации от BSA.

## 2. Введение

Этот документ заменяет Рекомендации Британского Общества Аудиологии (2004). Его цель - описать стандартную процедуру и рекомендации по эффективной тональной пороговой аудиометрии. Документ также включает в себя описания для тональных аудиограмм и рекомендованного образца формы аудиограммы. Настоящий документ не предназначен для предоставления рекомендаций по конкретным обстоятельствам или по интерпретации результатов. Важно, чтобы компетентный человек осуществляющий тест («Исследователь») использовал профессиональное суждение, для принятия решения о конкретном подходе, который будет использоваться с каждым испытуемым («Субъект»), учитывая конкретные обстоятельства и цели теста, и уровень компетентности исследователя. Рекомендации по определению надпороговых уровней громкости теперь приведены в BSA (2011).

В данном документе термин "должен" используется в отношении обязательной практики, а термин "следует" - в отношении желаемой практики.

Если не указано иное, настоящий документ представляет собой мнения и данные, которые были интерпретированы комитетом по профессиональной практике Британского Общества Аудиологии (BSA) в консультации со своими заинтересованными сторонами (Приложение А). Документ был разработан в соответствии с BSA (2003)

## 3. Область применения

### Пациенты

В этом документе описаны методы для стандартного аудиологического обследования взрослых и детей старшего возраста. Эти методы не подходят для определенных групп пациентов (взрослые с выраженными когнитивными нарушениями и маленькие дети). В этих случаях приходится изменять методы исследования, что может привести к менее точному исследованию порогов слуха.

## Методы

Для исследования используют воздушную и костную проводимость с маскировкой и без нее. В данном документе не рассматривается высокочастотную аудиометрию (>8000 Гц), скрининговую аудиометрию, КСВП, автоматическую аудиометрию или аудиометрию в свободном звуковом поле.

### **4. Инструменты и исследование.**

#### 4.1 Аудиометрическое оборудование.

Аудиометр, преобразователи и кнопка ответа должны быть чистыми. Аудиометры должны соответствовать требованиям по эксплуатации и калибровке соответствующих действующим стандартам BS EN ISO см. Раздел 11. Приложение В.

#### 4.2 Аудиометрическое исследование.

Лицо испытуемого должно быть доступно для наблюдения исследователю. Испытуемый не должен видеть или слышать работу исследователя за аудиометром (во избежание симуляции или аггравации). Во время исследования пациент должен контролироваться через окно (сурдокамеры) или замкнутую телевизионную систему. С пациентом должны поддерживаться звуковая связь.

Чрезмерный окружающий шум влияет на результаты исследования. Окружающий шум не должен превышать установленные стандарты BS EN ISO см. Приложение С. Проблемы с окружающим шумом принципиальны при исследовании костной проводимости, поскольку нет наушников для уменьшения шума. Исследователи должны быть внимательны к периодическому шуму.

Окружающий шум не должен превышать 35 дБ, если он выше, то исследование следует прекратить.

### **5. Подготовка к исследованию.**

#### 5.1 Подготовка пациента к исследованию.

Исследователь должен поддерживать связь с пациентом на протяжении всего исследования. Также нужно учитывать возраст пациента, слух, языковые навыки и любые другие трудности связи. Любое замечание о проблеме должно фиксироваться, поскольку они могут повлиять на оценку исследования.

Перед аудиометрией должна быть проведена отоскопия, включая наличие серы. Сера должна быть удалена до начала аудиометрии, но только квалифицированным специалистом.

Если есть вероятность, что НСП спадается под тяжесть наушников, это должно регистрироваться, так как может привести к ошибочному костно-воздушному разрыву. Решение этой проблемы использование внутриканальных телефонов (ER3 и ER5).

Пациент должен быть опрошен о недавнем (24 часа) воздействии громкого шума, так как это может привести к временному нарушению слуха. Если ответ «ДА», то необходимо

получить более подробную информацию о воздействии шума и его результатах.

Шум может быть определен как «громкий», если приходится кричать или повышать голос для общения на расстоянии 1 метра. Если результаты могут быть изменены после воздействия шума, то нужна повторная проверка исключая подобный фактор перед исследованием.

Пациента спрашивают о наличии у него тиннитуса, поскольку это может повлиять на определения порогов слышимости одним или обоими ушами. Спрашивают каким ухом пациент слышит лучше и начинают исследование с него.

Если доступна внутренняя связь, то сообщите об этом пациенту. После окончания инструкций, удалите из НСП слуховые аппараты, головной убор, очки, серьги, все что может помешать исследованию или препятствовать комфортному размещению наушников. Волосы, шарфы и т.д. не должны находиться между ухом и наушниками.

## *5.2 Время исследования*

Следует проявлять осторожность, чтобы не утомлять пациента, поскольку это может повлиять на результаты исследования. Если время исследования превышает 20 мин, то желательно сделать кратковременный перерыв.

## **6. Воздушная тональная аудиометрия без маскировки**

### *6.1 Инструкции по выполнению*

Инструкции должны дать пациенту четкую информацию о задаче. Это может быть следующим образом: «Я собираюсь проверить Ваш слух, измерив самые тихие звуки, которые Вы можете слышать. Как только Вы услышите звук, нажмите кнопку. Держите ее нажатой до тех пор, пока Вы слышите звук, независимо от того, какое ухо Вы слышите. Отпустите кнопку, как только звук пропадет. Каким бы ни был звук и независимо от того, насколько слабый звук, нажмите кнопку, как только Вы думаете, что слышите его и отпустите, как только Вы думаете, что он пропал.»

Возможно донести информацию альтернативным способом. Можно предоставить информацию в краткой печатной форме. После следует осведомиться у пациента, понятны ли ему инструкции. Следует предупредить пациента о том, что он должен сидеть спокойно на протяжении исследования, но может прервать его, если почувствует ухудшение общего состояния или дискомфорт.

Пациентов с тиннитусом, следует попросить попытаться игнорировать свой субъективный шум и реагировать только на тестовые сигналы. Они должны сообщить, если они испытывают трудности с различием между тиннитусом и тестовыми сигналами. Следует отметить участки аудиограммы, на которых были трудности отделения тиннитуса от сигнала (см. Раздел 6.8).

### *6.2 Ответ пациента*

Пациент должен четко указывать, когда он слышит сигнал и когда его больше не слышно. Система ответа, должна быть сопряжена с сигнальной лампой при нажатии кнопки, как

предпочтительный вариант. При тестировании детей младшего возраста, взрослых с когнитивными нарушениями, должен быть определен другой, информативный и простой способ ответа, при этом делается запись об этом.

### 6.3 Наушники

Существует три основных типа наушников: накладные (supra-aural), полноразмерные (circumaural), вносимые или внутриканальные (insert earphones). Накладные наушники (например, Telephonics TDH39 и TDH49) располагаются на ушах и используются традиционно для аудиометрии с воздушным проведением. Полноразмерные наушники (Sennheiser HDA 200) окружают и закрывают все ухо. Однако, как накладные, так и полноразмерные наушники, могут быть громоздки, особенно при маскировке по костной проводимости могут вызывать спадение НСП. Можно использовать внутриканальные наушники, для предотвращения спадения НСП. Внутриканальные наушники уменьшают транскраниальную передачу звука, по сравнению с накладными, что уменьшает потребность в маскировке (см. Раздел 8.1.). Однако, внутриканальные наушники противопоказаны при хронических отитах, обтурациях и аномалиях НСП. В случае серных пробок, внутриканальные наушники могут проталкивать серу дальше в НСП.

Исследователь должен установить наушники и информировать пациента, что нельзя удерживать или двигать наушники без наличия дискомфорта. Телефоны наушников должны соответствовать НСП пациента. Если используются внутриканальные наушники, то наружный конец должен соответствовать входу в НСП. Во всех случаях неправильного размещения может произойти аннулирование калибровки и уменьшение защиты от посторонних звуков.

При воздушной проводимости на частотах 500 Гц и ниже, а также на высоких уровнях стимуляции могут появляться вибротактильные ощущения. Исследователь должен знать, что на этих частотах и уровнях могут появляться такие ощущения.

### 6.4 Последовательность исследования

Начало теста с лучше слышащего уха (со слов пациента) и с 1000 Гц. Далее 2 кГц, 4кГц, 8кГц, 500 Гц, 250 Гц, в данной последовательности. Затем только для первого уха повторная проверка на 1кГц, если значение отличается не более 5 дБ, то принимают более чувствительный порог, как конечное значение, но если значения отличаются более чем на 5 дБ, то причина изменения должны быть обнаружена. Пациента нужно вновь проинструктировать и провести проверочный тест для этого уха (см. Разделы 5.2 и 6.8 о длительности исследования). Измененные результаты должны быть отмечены на аудиограмме. Там, где это необходимо и практически осуществимо испытание проводится также на промежуточных частотах 750 Гц, 1500 Гц, 3000 Гц и 6000 Гц (3000 Гц и 6000 Гц могут потребоваться в случае высокочастотной потери слуха). Другое ухо исследуется в таком же порядке. Повторный тест на 1000 Гц обычно не требуется во втором ухе, если испытания в первом ухе не выявили значительных изменений.

### 6.5 Время подачи сигнала

Продолжительность подачи сигнала должна варьировать от 1 до 3 сек. Интервал между подачей сигнала также должен варьировать от 1 до 3 сек. Исследователь должен быть уверен, что подача сигналов не предсказуема, случайные вариации продолжительности

подачи сигнала, предполагаются как проверка ложных ответов. Важно, чтобы исследователь не останавливал сигнал, как только пациент отвечает, сигналы должны быть полной продолжительности, и пациент должен реагировать на каждый из них.

### 6.6 Начальное ознакомление

Чтобы пациент понимал какой звук он должен услышать, дайте заведомо слышимый сигнал на частоте 1000 (например, при 40 дБ HL для нормально слышимого человека или приблизительно 30 дБ выше оценочного порога для человека с нарушением слуха, но не более 80 дБ HL). Если ответа нет, увеличьте уровень тона с шагом 10 дБ до тех пор, пока не произойдет ответ. Если тон еще не слышен при 80 дБ HL, увеличьте уровень тона с шагом 5 дБ до тех пор, пока не появится ответ, осторожно контролируя определение порога дискомфорта.

Если ответы согласуются с подачей и отключением сигнала, то пациент правильно выполняет поставленные цели. Если ответы не согласуются, повторите, после при ответы также неудовлетворительны, проинструктируйте пациента вновь.

### 6.7 Метод определения порогов

- 1) После удовлетворительного ответа на стимул, уменьшите интенсивность стимула на 10 дБ, до прекращения определения пациентом сигнала.
- 2) Далее увеличивайте уровень стимула шагом 5 дБ, до возникновения положительного ответа.
- 3) После первого ответа с использованием восходящего подхода уменьшите уровень на 10 дБ и начинать новую восходящую серию с уровнем 5 дБ до тех пор, пока пациент не ответит еще раз.
- 4) Продолжайте уменьшать уровень на 10 дБ и увеличивайте его на 5 дБ до тех пор, пока пациент реагирует на одном уровне на два из двух, трех или четырех (то есть 50% или более) сигналов. Это и есть порог слышимости. Порог определяется как самый низкий уровень сигнала, на котором появляется ответы, по меньшей мере в половине повышений стимуляции с минимум двумя ответами на этом уровне.
- 5) Перейдите к следующей частоте и используйте последовательность, используемую в предыдущих шагах.

### 6.8 Вариации в методе

Возможны ситуации, когда тестовые частоты будут отличаться от заявленных в разделе 6.4., например, профессиональная аудиометрия (профосмотры) (Health & Safety Executive, 2005, Приложение 5) требует тестирования на 500 Гц, 1000 Гц, 2000 Гц, 3000 Гц, 4000 Гц, 6000 Гц и 8000 Гц.

Пациенты с дефицитом внимания и пожилые люди могут найти тест весьма утомительным. В этих случаях может быть целесообразным протестировать меньшее

количество частот, так лучше выполнить меньше частот, чем выполнить полный тест с сомнительным результатом. Исключение частоты из теста, должна быть обозначена. В таких случаях могут потребоваться другие модификации техники, такие как использование более длинных тестовых тональностей или альтернативные методы ответа. Опять же, данные изменения должны быть отмечены и записаны.

Если пациент не может определить стимул из-за субъективного шума, то можно попробовать частотно-модулированный или вибрирующий стимул сигнала. Пациенты часто отмечают, что вибрирующий стимул легче отличается от их субъективного шума, чем чистый тон. Тем не менее, есть проблемы с калибровкой восприятием вибрирующих стимулом, в следствие чего могут быть проблемы с оценкой порогов исследования. Необходимо записывать на каких частотах и в каком ухе использовались вибрирующие стимулы. Использование импульсных тонов и узкополосного шума не рекомендуется из-за проблематичной калибровки и восприятия.

Если есть основания подозревать, что пороги слуха преувеличены, опубликованные вариации в технике могут помочь в этом (например, Cooper & Lightfoot, 2000). При их использовании, добавляется пометка к аудиограмме (Раздел 10).

## **7. Аудиометрия по костной проводимости без маскировки**

Без маскировки невозможно определить какое ухо отвечает при костной проводимости. Стандарты калибровки были применимы только к моноуральному слуху и были получены с использованием маскирующего шума на не тестируемое ухо с усилением 35 дБ. При исследовании без маскировки пороги могут быть выше примерно на 5 дБ из-за бинауральной стимуляции.

### *7.1 Костный вибратор*

Обычно, костный вибратор располагается на сосцевидном отростке хуже слышащего уха (которое определено по воздушной проводимости в усреднение с 500 Гц по 4кГц). Он должен быть расположен, как можно ближе к ушной раковине, не касаясь ее и не лежать на волосах. Вибратор должен удерживаться при помощи оголовья, фиксирующее его с требуемой статической силой. Сторона, на которой установлен вибратор должна быть отмечена на аудиограмме (более подробно в разделе 10.2). Альтернативное размещение костного вибратора на лбу, но для этого нужно использовать корректирующие значения, которые доступны в BS EN ISO 389-3.

### *7.2 Последовательность исследования*

Предпочтительный порядок проведения теста такой же, как и при воздушной проводимости, но возможны альтернативы. Костная проводимость выполняется в диапазоне от 500 Гц до 4 кГц, и может быть не обязательным и нецелесообразным тестировать на всех этих частотах в определенных случаях. Повторный тест на 1 кГц не требуется. См. Раздел 7.7 об ограничениях костного вибратора, берушах и использования частот вне диапазона 500 Гц по 4кГц.

### 7.3. Стимул исследования

Требования к продолжительности и силе стимула такие же, как и при исследовании воздушной проводимости. См. Раздел 6.5.

### 7.4. Инструкции

Инструкции такие же как при исследовании воздушной проводимости. См. раздел 6.1. Однако, следует уделить особое внимания, что пациент должен давать ответ о наличие стимула, вне зависимости от того с какой стороны он слышит звук (тон).

### 7.5. Метод определения порогов

Аудиометрия по костной проводимости требует маскировки не тестируемого уха. В тех случаях, когда это не принципиально, маскировка может не проводиться. Тестируемое ухо не должно быть закрыто, за исключением случаев, описанных в разделе 7.7, если же оно закрыто, это должно быть отражено в исследовании.

Определите пороговые уровни слуха, как описано в Разделе 6.7.

### 7.6. Вибротактильный порог

При расположении костного вибратора на мастоиде вибротактильный порог может составлять всего 25 дБ при 250 Гц, 55 дБ - 500 Гц, 70дБ - 1000 Гц (Boothroyd and Cawkwell, 1970). Однако, вибротактильные пороги у каждого пациента свои. Необходимо проявлять осторожность, чтобы не интерпретировать вибротактильное восприятие как слух. Любой порог, который считается вибротактильным, должен быть указан в записи аудиограммы.

### 7.7. Ограничения костных вибраторов

Костные вибраторы способны создавать звуковые сигналы, которые влияют на результаты исследования костной проводимости, при работе на частотах выше 2000 Гц (Lightfoot, 1979; Bell et al, 1980; Shipton et al, 1980). При тестировании порогов костной проводимости на 3000 Гц и 4000 Гц, чтобы не дать испытуемому услышать какой-либо звук по воздуху, в тестовый слуховой проход следует вставить беруши (например, пенопластовую пробку, используемую для защиты слуха) или накладной наушник. Это ослабляет воздушное излучение звуков от костного вибратора до удовлетворительной степени. Если ухо было закрыто в момент исследование, следует сделать запись об этом. Нет необходимости закрывать не исследуемое ухо. Невыполнение окклюзионного приема на высоких частотах костной проводимости приведёт к повышению порогов слышимости, что приведет к ложному костно-воздушному разрыву на аудиограмме. НСП не должен быть закрыт на тестовых частотах ниже 3000 Гц, так как это может искусственно улучшить пороги костной проведения из-за "эффекта окклюзии". Также данную проблему можно решить, использовав альтернативное расположение костного телефона - на лбу, как описано в разделе 7.1, при условии, что учитываются вопросы калибровки (см. Fagelson and Martin, 1994; Harkrider and Martin, 1998; BS EN ISO 389-3).

Стандартный костный вибратор, используемый в аудиометрии (Radioear B71), имеет слабые характеристики искажения на низких частотах (Lightfoot, 2000). Не рекомендуется тестирование на частотах ниже 500 Гц, так как порог у пациента может определяться у второй или третьей гармоники, а не у основной. Тестирование костной проводимости выше 6000 Гц следует избегать, из-за ограничений преобразователя звуков костного вибратора (Lightfoot and Hughes, 1993).

Тем не менее могут быть исключения, когда проводятся исследования на более низких и высоких частотах, в зависимости от проводимого исследования. Необходимо проверить, что эти частоты были включены в периодические объективные калибровочные тесты, и в интерпретации результатов рекомендуется соблюдать осторожность.

Напряжение оголовья наушников влияет на порог слышимости звуков. Трудно измерить фактическое напряжение оголовья для каждого, но специалисты должны знать об этом источнике ошибки (например, с небольшой головой - дети) и записывать любые подозрительные ошибки из этого источника.

## **8. Перекрестный слух и маскировка**

### *8.1 Перекрестный слух и его предотвращение путем маскировки*

Хотя наушники позволяют подавать звук на каждое ухо в отдельности, не всегда очевидно, что тестируемое ухо является тем, которое фактически обнаруживает звук. Когда разница в слухе между ушами весьма различается, возможно, что при тестировании хуже слышащего(тестируемое) уха, лучше слышащее ухо (нетестируемое) лучше обнаруживает звуки, несмотря на то, что сигналы, достигающие его, ослабляются. Это междушное ослабление, также называемое транскраниальной потерей передачи звуков или междушной аттенуацией, значительно варьирует от человека к человеку. Также это зависит от наушников.

Эта разница варьируется от 40 до 80 дБ при использовании накладных и полноразмерных наушников. При использовании внутриканальных наушников транскраниальная потеря выше, с минимальной потерей от 55 дБ, если наушники вставлены правильно (Munro and Agnew, 1999). Ситуация с костной проводимостью гораздо хуже, так как транскраниальная потеря незначительна или ее нет вообще.

Когда разница в порогах между ушами больше, чем транскраниальная потеря, может произойти переслушивание, и кажущийся порог худшего уха на самом деле является «тенью» лучшего уха.

Не следует полагаться на ответ пациента, каким ухом он слышал подаваемый сигнал, поскольку многие люди не могут легко сделать такие суждения и звук не может быть полностью латеральным на одно ухо.

## 8.2 *Принципы маскировки*

Проблемы переслушивания обычно можно преодолеть путем временного повышения порога слуха, не исследуемого (лучше слышащего уха) на известную величину, чтобы обеспечить точную оценку порога слышимости исследуемого (хуже слышащего) уха. Это может быть достигнуто путем представления маскирующего шума в не исследуемое (лучше слышащее) ухо, с соответствующей интенсивностью, чтобы предотвратить обнаружение им тестовых сигналов и в то же время измерить предположительный порог исследуемого (хуже слышащего) уха с помощью тестовых сигналов. Обычно наблюдается соотношение 1: 1 между увеличением шума маскировки и увеличением маскировочного порога, не исследуемого (лучше слышащего) уха.

Термин «not-masked» используется для описания измерений без маскировки, а не для термина «unmasked», который относится к различным психофизическим явлениям.

## 8.3 Маскировочный шум

Следует использовать узкополосный маскирующий шум, указанный в BS EN ISO 389-4, где геометрическая центральная частота совпадает с геометрической центральной частотой тестового тона, а ширина полосы шума составляет от одной трети до половины октавы.

## 8.4 Эффективный уровень маскировки

Маскирующий шум должен быть откалиброван с точки зрения эффективного уровня маскировки (EML) в соответствии с BS EN ISO 389-4. При соответствии шума определенному частотному спектру и эффективному уровню маскировки, порог чистого тонального шума будет повышен до этого уровня. Например, шум 1000 Гц в 50 дБ EML, подаваемый на ухо, обычно повышают его порог слуха для 1000 Гц чистого тона до 50 дБ HL.

Когда маскирующий шум откалиброван с точки зрения эффективного уровня маскировки, то нет необходимости измерять порог слышимости пациента для маскирующего шума до исследования с помощью маскировки (см. раздел 8.8).

## 8.5 Определение порога маскировочного шума (M), если требуется

Когда шум не откалиброван с точки зрения эффективного уровня маскировки, порог маскирующего шума (M) должен быть определен. Это будет самый низкий уровень маскирующего шума, который может быть обнаружен, измеренный в дБ (относительно произвольного - нуль). Начальный уровень маскировки должен быть M + 10 (см. Раздел 8.8).

Если это возможно, то для определения M, нужно использовать тот же метод, что и для определения чистых тональных порогов. Процедура должна быть повторена узкополосным

шумом, для каждой маскируемой частоты. Где невозможно определить М, используя обычный порог, из-за тех. особенностей конструкции аудиометра, следует позаботиться о том, чтобы определить М как можно точнее.

## **8.6 Показатели переслушивания и правила маскировки**

Показатели (или «правила»), приведенные ниже, должны рассматриваться независимо на каждой частоте. Обратите внимание, что слова, такие как «лучше» и «хуже» и т. д., описывают слух, измеренный при воздушной проводимости. Тестируемое ухо, это ухо пороги которого определяются, то ухо которое исследуется непосредственно чистым тоном. Не тестируемое ухо – это ухо которое будет замаскировано, для предотвращения определения им сигналов.

Лучше замаскировать 2 или 3 частоты, чем в спешке и неправильно большее количество частот. Необязательно маскировать по правилам, что приведены ниже.

### **8.6.1 Правило 1.**

Маскировка необходима на любой частоте, где разница между левым и правым ухом при воздушной проводимости составляют 40 дБ или более при использовании накладных или полноразмерных наушников, или 55 дБ при использовании внутриканальных наушников.

### **8.6.2 Правило 2.**

Маскировка необходима на любой частоте, где порог костной проводимости без маскировки, меньше, чем порог воздушной проводимости уха на 10 дБ или более. Худшее ухо (посредством воздушной проводимости) будет тестируемым ухом, а лучшее ухо будет не тестируемым ухом, которое должно быть замаскировано.

#### *Примечание к правилу 2.*

Хотя это правило часто указывает на необходимость маскировки, когда это не оправдано, и выполняется в зависимости от цели исследования. Например, это может помочь при маскировке более 2х частот при костной проводимости, или при маскировке небольших костно-воздушных разрывов.

Если порог костной проводимости с маскировкой остается неизменным или только увеличивается на 5 или 10 дБ, возможно, что не маскированный результат костной проводимости был из уха с более высоким порогом воздушной проводимости (хуже слышащего уха), и может потребоваться проверить лучше слышащее ухо, в то время применяя маскировку к хуже слышащему уху.

### **8.6.3 Правило 3.**

Маскировка потребуется дополнительно, если Правило 1 не применяется, но где порог костной проводимости одного уха выше на 40 дБ (если используются накладные или полноразмерные наушники) или 55 дБ (если используются внутриканальные наушники).

### *Примечание к правилу 3.*

Правило 3 необходимо, когда в случае воздушной проводимости на частоте, которая не требует маскировки в соответствии с правилом 1, возможно, необходимо замаскировать, если результаты костной проводимости показывают, что не тестируемое ухо имеет кондуктивный компонент. Отметим, что это чувствительность не тестируемой улитки (как указано порогом костной проводимости), что является важным фактором в переслушивании, и что Правило 1 является просто удобным способом предвидеть необходимость маскировки во многих случаях.

На частотах, где не измерены пороги костной проводимости, может существовать сомнение относительно возможного эффекта правила 3. Если есть вероятность, что пороги воздушной проводимости на этих частотах (включая 250 Гц и 8000 Гц) не являются истинными порогами, они должны быть замаскированы или помечены соответствующим образом на аудиограмме.

## **8.7 Инструкция по маскировке**

«В этом тесте Вы снова услышите звуки, как и раньше. нажмете кнопку, как только вы услышите звук, отпустите кнопку, как только он исчезнет. Сделайте это даже для очень слабых звуков, и независимо от того, на какой стороне вы слышите звуки. В течение некоторого времени Вы также услышите постоянный шум, но я хочу, чтобы Вы игнорировали его и нажимали кнопку, только когда услышите звуки. Этот посторонний шум, будет усиливаться время от времени. Я хочу, чтобы Вы сказали мне, если какой-либо из звуков станет неприятно громким, или если Вы хотели бы, чтобы я снова объяснил это исследование».

Пациенту не следует ожидать, чтобы он услышал чистый тон в тестовом ухе. Сам факт того, что маскирующий шум необходим, означает, что неизвестно, какое ухо улавливает сигналы.

## **8.8 Процесс маскировки**

Этот процесс для маскировки называется «методом плато». Он подходит как для испытания воздушной, так и для костной проводимости.

- 1) Восстановите порог слышимости в тестовом ухе без маскировки, чтобы напомнить пациенту о том, что слушать. Это всегда необходимо для исследования костной проводимости, потому что требуется окклюзированный не маскированный порог слышимости.
- 2) Дайте маскировочный шум для нетестируемого уха. Первоначальным уровнем шума маскирования должен быть эффективный уровень маскировки, равный уровню тонального порога слуха этого уха на данной частоте. Подождите несколько секунд, чтобы проверить не будет ли ошибочного ответа пациента (ответ на этом этапе может потребовать краткой повторной инструкции).

- 3) Повторите измерение уровня порога слуха в исследуемом ухе при наличии маскирующего шума с использованием обычного метода определения порогов, как описано в разделах 6.6 и 6.7. Возьмите этот уровень сигнала, как порог слышимости на этом уровне маскировки.
- 4) Увеличьте уровень маскирующего шума на 10 дБ. Повторите измерение уровня порога слуха в тестовом ухе. Возьмите этот уровень сигнала, как порог слышимости на этом уровне маскировки.
- 5) Продолжайте повторять шаг 4, используя увеличение маскирующего шума на 10 дБ, пока у вас не будет, по крайней мере, четырех измерений, и до тех пор, пока три последующих измерения не выйдут на одинаковый порог или пока уровень аудиометра не достигнет не комфортного маскирующего шума. (См. Также разделы 8.10 и 8.13.)
- 6) Когда три последовательных уровня маскировки дают один и тот же тональный порог или один порог не более чем на 5 дБ, отличный от двух других, это «плато» (см. Рисунки 1 и 2 и раздел 8.10). Комплекс трех уровней порога слуха на плато принимается за правильный порог исследуемого уха, и дальнейшая маскировка не требуется. Уберите маскирующий шум и отметьте уровень слышимости на аудиограмме.

Использование схемы маскировки для построения зависимости между уровнем маскирующего шума и порогом чистого тона может быть полезно для интерпретации сложных случаев. Обе оси маскировочной диаграммы отмечены в дБ, а соотношение сторон составляет 1: 1. См. Рисунок 1 для примера.

#### Примечания по методу маскировки:

В некоторых случаях целесообразно использовать меньшие размеры шага при увеличении маскирующего шума, особенно там, где плато не определено четко (см. Также разделы 8.11 и 8.12).

Некоторые специалисты используют альтернативные методы для определения маскировочных порогов. Методы, отличные от описанных здесь, не рекомендуются. Любое отклонение от методов, описанных в этом документе, должно быть записано в записях пациента или в аудиограмме.

Маскирующий шум выше 80 дБ EML или тон выше 100 дБ HL следует использовать с осторожностью (см. Шаг 5 выше и раздел 8.13).

### **8.9 Маскировка при исследовании костной проводимости**

Следует использовать внутриканальные наушники для подачи маскировки в не исследуемое ухо при определении костной проводимости, для удобства пациента и для улучшения транскраниальной потери. Если вставной наушник не относится к типу Etymotic ER3 или ER5, или не был откалиброван до эффективного уровня маскировки, тогда необходимо будет измерить порог маскировки (M; раздел 8.5). Могут быть использованы другие виды наушников (накладные, полноразмерные), если это непринципиально.

Шаг 1 маскирующей функции (раздел 8.8, который включает в себя повторное

определение порога без маскировки, но с окклюзированным не тестируемым ухом) может привести к улучшению измеренного порога. Это связано с эффектом окклюзии, который выражен на более низких частотах. Если отмечено улучшение порогового значения, исходное не маскированное значение на аудиограмме не должно изменяться, хотя новое значение должно отображаться на графике маскировки.

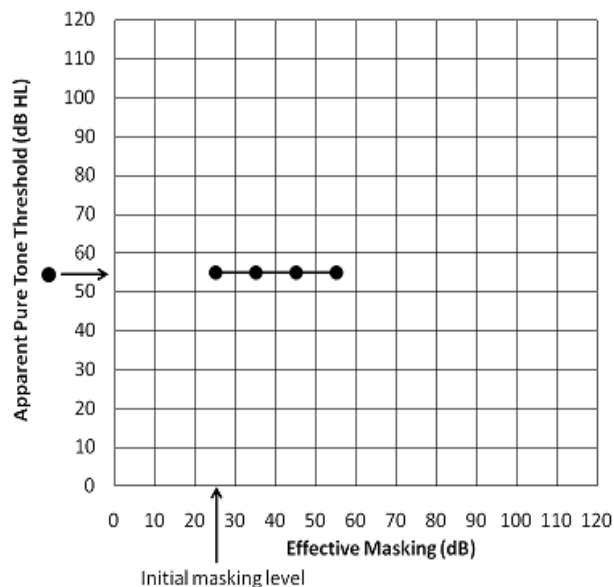
## 8.10 Интерпретация маскировки

При интерпретации результатов маскирования важно помнить, что все пороговые измерения связаны со степенью неопределенности (как минимум  $\pm 5$  дБ). Следовательно, измеренная функция маскировки может не точно соответствовать идеализированной схеме, и подход «наилучшего соответствия» должен быть принят. В следующих разделах дается руководство по интерпретации идеализированных функций маскировки.

### 8.10.1 Если переслушивания нет

Когда первоначальное измерение незамаскированного порога слуха исследуемого уха, соответствует истинному порогу слуха, даже если существует риск переслушивания. Это чаще наблюдается при измерении порогов слуха на последних трех уровнях маскировки в пределах 5 дБ незамаскированного порога. Пример показан на рис. 1.

Детали теста могут быть записаны следующим образом:



Режим исследования: а-с / b-с  
Порог чистого тона = 55 дБ НЛ

Рис.1. Рекомендуемый вид маскировочной диаграммы и пример маскировки без переслушивания. Горизонтальная стрелка показывает уровень не маскированного порога.

### 8.10.2 Когда переслушивание есть

Переслушивание происходит, когда истинный не маскированный порог был «тенью» не исследуемого уха, при этом порог тестового уха находится на более высоком уровне. Типичная маскировка показана рис. 2 и обычно показана в виде короткой (а иногда отсутствующей) исходной горизонтальной линии, которая берет начало от незамаскированного порога (а), за которым следует наклонный участок (b), а затем горизонтальный разрез, или плато, (с).

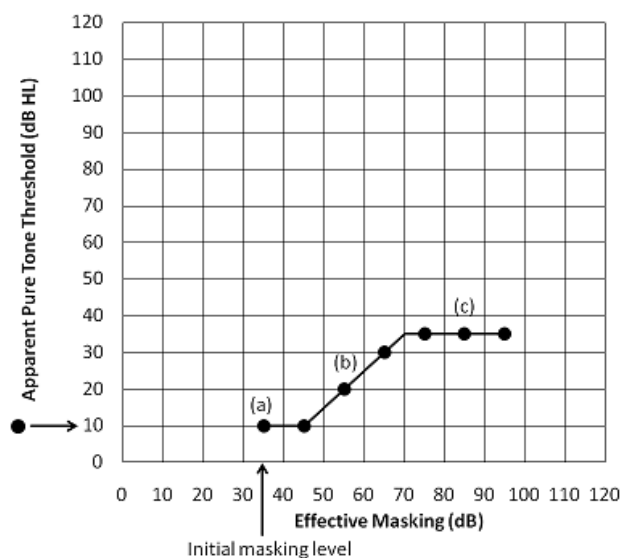


Рис.2. Рекомендуемый вид маскировочной диаграммы и пример маскировки, показывающий переслушивание.

К рис. 2:

а) представляет собой начальное условие, при котором шум маскировки, хоть он и слышимый, не имеют маскирующего эффекта. Низкие уровни маскировки (до 10 дБ выше начального уровня маскировки) являются типичными для этого условия. Сигнал и маскирующий шум слышны в не тестируемом ухе.

б) представляет собой прямую периферическую маскировку, где порог не тестируемого уха повышается из-за присутствия шума, но недостаточно для того, чтобы оно не могло легче обнаруживать сигналы, чем тестовое ухо. Опять же, как тон, так и маскирующий шум слышны в не тестируемом ухе. Обратите внимание, что наклон этой части функции всегда составляет приблизительно 1 дБ на дБ (то есть примерно 45 градусов предполагая рекомендуемую схему с соотношением сторон 1: 1). В тех случаях, когда это наклон 1 дБ на дБ продолжается до тонального или маскирующего максимума выхода аудиометра, а истинный порог тестового уха не будет найден, то это обозначается соответствующим аудиометрическим символом со стрелкой вниз, нарисованной на аудиограмме при последней используемой (максимальной) интенсивности чистого тона (см. рисунок 6 ниже).

с) представляет истинный порог тестового уха (35 дБ HL в этом примере). На этих уровнях маскировочный шум в не тестируемом ухе повышен до той степени, в которой интенсивность тестового сигнала достаточна, чтобы определяться только в тестируемом ухе. Обратите внимание, что в этот момент функция горизонтальна: плато. В начале плато,

пациент может слышать тон в тестируемом ухе первый раз или централизованно, и иногда сообщает об этом исследователю. При более высоких интенсивностях маскирования пациент должен слышать сигнал и маскировочный шум в ушах, в которые они подаются. Максимальный уровень маскировки, необходимый для определения плато, можно записать для удобства (например, на рисунке 2 это 95 дБ EML).

### 8.10.3 Центральная маскировка

Это относится к неспособности мозга идентифицировать сигнал в присутствии маскировки, даже когда они слышны в противоположных ушах, поэтому происходит маскировка централизованно, а не периферически (в улитке). Этот эффект обычно определяется на более высоких уровнях маскировки и может быть определен как восходящий наклон маскировки последовательно менее 1 дБ на дБ. (то есть между 5 и 35 градусами), что может привести к неспособности определить плато. См. Рис. 3.

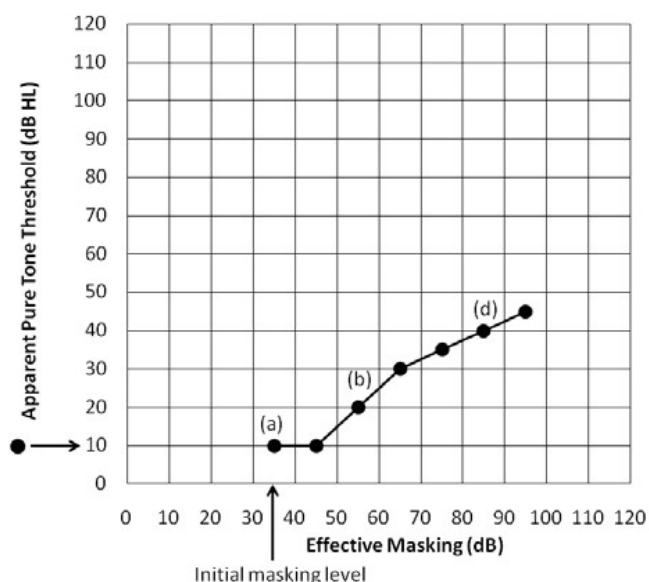


Рис.3 Иллюстрация центральной маскировки.

Линия (d) на рисунке 3 является примером центральной маскировки. Если увеличение порога на 5 дБ наблюдается в третьей точке плато, разумно продолжить маскировать на более высоких уровнях, чтобы оценить наклон и, таким образом, помочь интерпретации маскировки. В этих случаях разумная оценка истинного порога может быть сделана из графика маскировки, поскольку переслушивание было исключено. На рисунке 3 истинный порог 35 дБ HL, примерно, и это должно быть четко указано на аудиограмме.

### 8.10.4 Перекрестная маскировка

Когда уровни маскировки, соответствующие началу плато, достигнуты, дополнительное увеличение уровня маскировки еще больше увеличивает порог не тестируемого уха. Первоначально это может быть не очевидным, поскольку порог тестируемого уха достигнут и не может пострадать от шума (кроме любых воздействий центральной маскировки). Однако, если на каком-то этапе уровень маскировки становится достаточно высоким, он может обеспечить маскирующий эффект в тестовом ухе посредством транскраниальной

передачи. Это называется перекрестной маскировкой.

Поскольку перекрестная маскировка имеет периферический характер, это будет очевидно, второй наклон 1 дБ на дБ (приблизительно на 45 градусов) по функции маскировки, как отмечено на линии (e) на рис. 4. Несмотря на то, что шум маскировки достигает исследуемого уха, пациент услышит только сигнал в этом ухе, так как шум будет намного громче в не исследуемом ухе.

Здесь плато (c) короче обычного, определяемое только двумя точками, но оно все еще достаточно для определения истинного порога в этом случае; это не всегда так, см. примечания ниже на укороченном плато. Наивысший уровень маскирующего шума, используемый для определения плато, составлял 85 дБ HL.

Перекрестное маскирование происходит в основном за счет костной проводимости (как при переслушивании, см. примечания к правилу 3 раздела 8.6.3) и точка, в которой маскирующий сигнал, обнаруженный в тестируемом ухе, будет зависеть от определения костной проводимости на этой стороне.

Перекрестная маскировка будет особой проблемой, когда тестируемое ухо имеет кондуктивную потерю (с хорошей костной проводимостью), а у не тестируемого уха по меньшей мере умеренная потеря. В этой ситуации в не тестируемом ухе потребуются высокие эффективные уровни маскировки, которые могут легко стимулировать улитку в тестируемом ухе, ведущую к перекрестной маскировке.

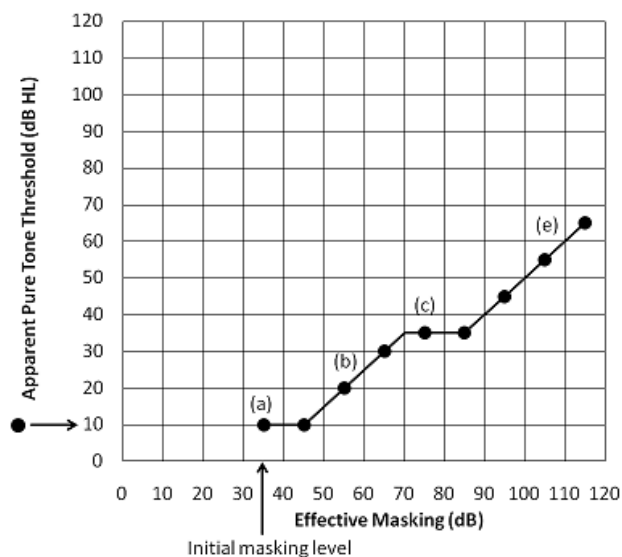


Рис. 4. Иллюстрация перекрестной маскировки.

В случаях, когда очевидна вероятность перекрестного маскирования, увеличьте уровень маскировки с шагом 5 дБ, а не на 10 дБ, поскольку это может помочь идентифицировать укороченное плато.

В некоторых случаях, невозможно точно маскировать кондуктивную потерю слуха, если плато не определено. Если маскировка не может быть выполнен точно, или результаты являются сомнительными, это должно быть четко указано на аудиограмме.

Существенно меньше риска перекрестного маскирования с внутриканальными

наушниками.

## 9. Аудиометрическая классификация

Пороги слуха чаще записываются в среднем, а не фактическими числами для каждой частоты чистого тона. Ниже приводятся рекомендации по связи аудиометрической классификации с уровнями потери слуха.

Используются четыре аудиометрические степени. Они основаны на средних пороговых уровнях чистого тона на 250, 500, 1000, 2000 и 4000 Гц. Средние значения не подразумевают какой-либо конкретной конфигурации потери слуха и не исключают дополнительные термины (например, глубокую высокочастотную потерю слуха).

<u>Денскрипторы</u>	<u>Средние уровни порога слышимости (дБ НЛ)</u>
Слабая потеря слуха	20-40
Умеренная потеря слуха	41-70
Тяжелая потеря слуха	71-95
Глубокая потеря слуха.	Больше 95

Средний уровень порога слуха менее 20 дБ НЛ не обязательно означает нормальный слух. Аудиометрические степени выше не подразумевают никакой другой классификации функции слуха, образовательного уровня или потенциала. Они не должны восприниматься непосредственно как показатель ограничения способностей.

Для целей настоящего документа при определении пятичастотного среднего значение потери слуха: если на любой частоте никакого ответа не получено из-за тяжести потери, этому показанию должно быть дано значение 130 дБ НЛ. Любой порог слышимости ниже (лучше), чем 0 дБ НЛ, должен иметь значение 0 дБ НЛ.

При вычислении средней потери слуха могут возникать аномалии, если при измерении тяжелой и глубокой потери слуха используется аудиометр с недостаточным выходом звукового сигнала.

## 10. Рекомендованный формат для оформления аудиограмм

### 10.1 Оформление аудиограмм

Уровень порога слышимости можно графически изобразить на аудиограмме. Соотношение сторон должно быть зафиксировано на уровне 20 дБ: 1 октава во всех случаях облегчает интерпретацию. Рекомендуемый формат показан на рисунке 5. Другие формы аудиограммы приемлемы, если записана информация, показанная на рисунке 5.

### 10.2 Символы (обозначения)

Символы показаны на рисунке 5. Символы воздушной проводимости должны быть соединены непрерывными прямыми линиями; Символы костной проводимости должны быть соединены пунктирными линиями.

Для не маскированной костной проводимости, сосцевидный отросток, на котором размещался костный вибратор, может влиять на результаты. По этой причине следует отметить сосцевидный отросток, на котором размещался костный вибратор.

Если на максимальном уровне выходного сигнала аудиометра не возникает никакой реакции, следует нарисовать стрелку вниз, прикрепленную к углу соответствующего символа, см. Рисунок 6. Эти символы не должны быть связаны линией с символами, представляющими измеренные пороговые значения.

Примечание:

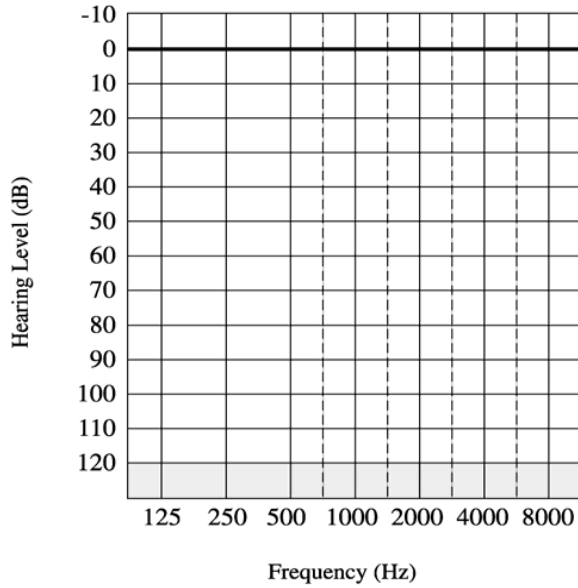
Некоторые символы, используемые в аудиологических пакетах программного обеспечения, могут отличаться от рекомендованных здесь. Это приемлемо, если результаты ясны и однозначны.

## Тональная пороговая аудиограмма

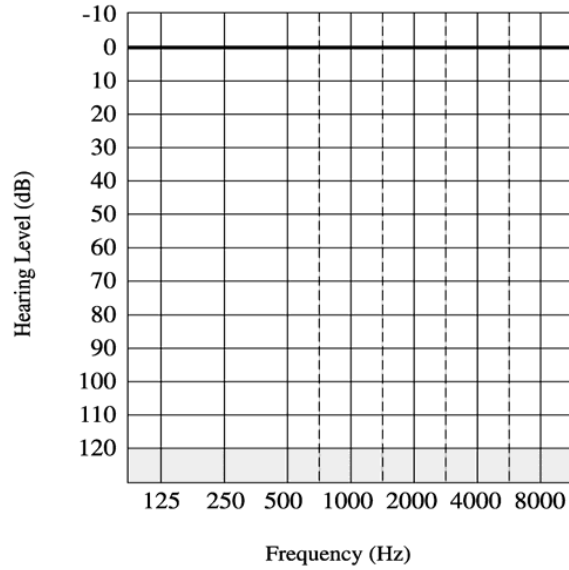
ФИО:  
Возраст:

Дата:  
Номер исследования:

### ПРАВОЯ СТОРОНА



### ЛЕВАЯ СТОРОНА



	Right		Left
Air conduction, masked if necessary	○		×
Bone conduction, not masked		△	
Bone conduction, masked	□		□
Uncomfortable loudness level	┌		└

Тип и серийный номер аудиометра: \_\_\_\_\_

Тип наушников: \_\_\_\_\_

Дата последней калибровки объекта: \_\_\_\_\_

ФИО исследователя: \_\_\_\_\_ Подпись: \_\_\_\_\_

Комментарии: \_\_\_\_\_

Рисунок 5. Рекомендуемый формат для формы аудиограммы.

### 10.3 Примерные аудиограммы

Примерные аудиограммы могут быть полезны для некоторых целей, особенно для обучения, и они могут использовать заштрихованные символы для воздушной проводимости, чтобы указать возможные теньевые точки, которые не были замаскированы. Открытые символы должны использоваться для указания истинного порога слуха, который при необходимости маскируется. На рисунке 6 приведен пример аудиограммы. Применение маскировки при проверке правильных порогов по воздушной проводимости показало тени на частотах 250 и 500 Гц, но не на 1000 Гц и 2000 Гц. (Эти последние два символа могли быть заполнены наполовину, что указывает на то, что маскировка была выполнена для тренировки или проверки.) Порог правого уха на частоте 8000 Гц превышает 120 дБ НЛ, как указано стрелкой, и его нельзя присоединять к другим результатам для правого уха.

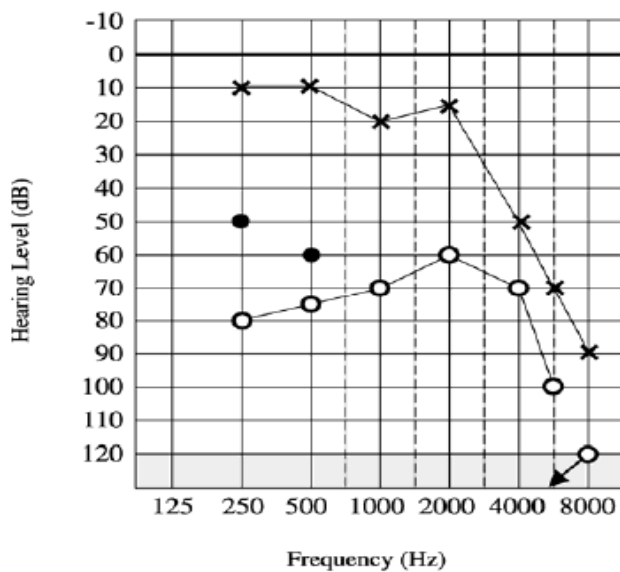


Рисунок 6. Иллюстрация рабочей аудиограммы.

### 10.4 Уровни маскировки

Менее опытные исследователи и студенты могут сохранять любые маскирующие диаграммы или записывать используемые уровни маскировки для тренировки или проверки.

### 10.5 Примечания

Если у специалиста есть какие-либо сомнения относительно точности любых результатов, включая любые пороговые значения, в которых указано переслушивание лучше слышащим ухом, но маскировка не выполнена, они должны быть отмечены.

Имя специалиста, подпись и дата теста должны быть указаны в бланке аудиограммы. Для электронных копий аудиограммы допустимо имя специалиста без подписи. Следует также обратить внимание на используемый аудиометр, включая тип наушников и дату последней

объективной калибровки.

Когда используется компьютеризированный аудиометр, необходимо следить за тем, чтобы все результаты записываются и сохраняются правильно. В частности, некоторые системы автоматически удаляют пороги без маскировки, когда записываются замаскированные пороги, хотя при испытаниях на костную проводимость исходный немаскированный результат может относиться к контралатеральному уху. Специалисты должны обеспечить сохранение всех потенциально полезных данных.

## **11. Калибровка**

### 11.1 Этап А: стандартная проверка и субъективные тесты

Чтобы проверить, что аудиометр работает по всему диапазону, проверки должны выполняться кем-то с достаточно хорошим слухом для обнаружения любых неисправностей, например, описанных ниже. Они должны выполняться в обычном испытательном помещении с установленным оборудованием. Эти проверки должны быть зарегистрированы. При обнаружении явных неисправностей оборудование не должно использоваться до тех пор, пока не будет подтверждена его исправность. Тесты с 1 по 8 следует проводить ежедневно:

1. Очистите и осмотрите аудиометр и все аксессуары. Проверьте подушки для наушников, заглушки, главные провода и вспомогательные провода на признаки износа или повреждения. Любые сильно изношенные или поврежденные детали должны быть заменены. Если какие-либо преобразователи заменены, то аудиометр должен пройти проверку на этапе В.
2. Включите оборудование и оставьте на рекомендуемое время прогрева. (Если изготовитель не указывает период прогрева, дайте 5 минутам стабилизировать схемы). Выполняйте любые настройки, указанные изготовителем. На аккумуляторном оборудовании проверьте состояние батареи с помощью указанного метода. Убедитесь, что серийные номера наушников и костного вибратора совпадают с номерами сертификатов калибровки приборов. Преобразователи прибора не должны меняться, если не выполняется полная калибровка по этапу В.
3. Убедитесь, что выход аудиометра приблизительно соответствует как воздушной, так и костной проводимости, определяясь на уровне слуха только слышимых тонов (например, 10 дБ HL или 15 дБ HL). Этот тест должен выполняться на всех соответствующих частотах, как для наушников, так и для костного вибратора.
4. Убедитесь, что шум маскирования приблизительно соответствует всем частотам через оба наушника на уровне 60 дБ HL.
5. Проведите высокоуровневую проверку прослушивания на воздухе и костной проводимости на всех используемых частотах, на всех соответствующих функциях и на обоих наушниках (например, 60 дБ HL для проведения воздушной проводимости, 40 дБ HL для проведения костей). Прослушайте правильное функционирование, отсутствие искажений, свободу от щелчков при подаче сигнала и т. д.
6. Проверьте все наушники и костный вибратор на отсутствие искажений и прерываний;

проверьте пробки и выводы на перемежаемость.

7. Убедитесь, что все переключатели защищены, а индикаторы работают правильно.
8. Убедитесь, что кнопка ответа пациента работает правильно.

Тесты 9-12 должны проводиться еженедельно.

9. Прослушайте сигнал на низких уровнях на признаки шума или гула, нежелательных звуков или любого изменения качества тона при введении маскировки. Убедитесь, что аттенюаторы ослабляют сигналы в их полном диапазоне, и аттенюаторы, которые предназначены для работы во время подачи тона, не имеют электрических или механических шумов. Убедитесь, что клавиши прерывателя работают бесшумно и что шум, излучаемый прибором, не слышен пациенту.
10. Проверьте таблицы речевых тестов.
11. Проверьте натяжение оголовья гарнитуры и костного вибратора. Убедитесь, что шарнирные соединения могут свободно возвращаться без чрезмерного ослабления. Проверьте головные повязки и шарнирные соединения на признаки износа или повреждения металла.
12. Выполните аудиограмму на ранее обследованном пациенте (на себе) и проверьте значительное отклонение от предыдущих аудиограмм (например, 10 дБ или больше).

### *11.2      Этап В: периодические объективные тесты*

Проверка этапа В — это объективные тесты, которые в идеале должны выполняться каждые 3 месяца, хотя этот период может быть расширен, если проверки этапа А регулярно и тщательно применяются, и можно сказать, что оборудование является стабильным и надежным. Максимальный интервал между проверками не должен превышать 12 месяцев. Предпочтительно их проводят в обычном исследовательском помещении, при этом оборудование устанавливается таким образом, чтобы соединительные провода использовались через стенку с кабинкой.

Измерьте и сравните с соответствующими стандартами:

1. Частоты тестовых сигналов
2. Уровни звукового давления в аудиологическом куплере или искусственном ухе от наушников
3. Уровни вибрационной силы на механическом куплере из костных вибраторов
4. Уровни маскирующего шума
5. Аттенюатор переходит на значительную часть диапазона.
6. Гармонические искажения

### 11.3 Этап С: основные калибровочные тесты

Проверки этапа С не должны выполняться на регулярной основе, если регулярно выполняются этапы А и В. Они потребуются только в случае возникновения серьезной ошибки или, когда после длительного периода времени предполагается, что оборудование больше может не полностью выполнять свои функции. Может быть целесообразным представить оборудование для проверки этапа С после, например, пятилетнего использования, если оно не получало такого теста за это время в процессе ремонта.

Этап С должен быть таким, чтобы после того, как аудиометрическое оборудование было отправлено для базовой калибровки, оно должно отвечать соответствующим требованиям, приведенным в BS EN 60645-1. Предполагаемое минимальное требование для проверки этапа С включает все положения, входящие в этап В плюс:

1. Время нарастания и снижения тестовых тонов
2. Эффективность прерывателя
3. Соединение между преобразователями и каналами
4. Спектр шума маскировки
5. Искажение речи и других внешних систем ввода

#### *Примечание:*

Если используются наушники с вкладышем, необходимо выполнить отдельные измерения на всех трех этапах. На каком-то оборудовании можно хранить два набора калибровочных значений, однако для других может потребоваться использование поправочных коэффициентов для второго набора наушников.

## 12. ССЫЛКИ

British Society of Audiology (2003) Procedure for Processing Documents.  
Reading: British Society of Audiology.

British Society of Audiology (2004) Pure tone air and bone conduction threshold audiometry with and without masking and determination of uncomfortable loudness levels. Reading: British Society of Audiology.

British Society of Audiology (2010) Recommended Procedure. Ear Examination.  
Reading: British Society of Audiology.

British Society of Audiology (2011) Recommended Procedure. Determination of uncomfortable loudness levels. Reading: British Society of Audiology.

Bell I, Goodsell S, Thornton ARD (1980) A brief communication on bone conduction artefacts. *Br J Audiol* 14: 73-75.

Boothroyd A, Cawkwell S. (1970) Vibrotactile thresholds in pure tone audiometry. *Acta Otolaryngol* 69: 381-387.

Cooper J, Lightfoot G (2000) A modified pure tone audiometry technique for medico-legal assessment. *Br J Audiol* 34: 37-45

Fagelson M, Martin FN (1994) Sound pressure in the external auditory canal during bone-conduction testing. *J Am Acad Audiol* 5: 379-383

Harkrider AW, Martin FN (1998) Quantifying air-conducted acoustic radiation from the bone-conduction vibrator. *J Am Acad Audiol*; 9: 410-416

The Health & Safety Executive (2005) Controlling Noise at Work. The Control of Noise at Work Regulations 2005. Guidance on Regulations. Crown.

Lightfoot GR (1979) Air-borne radiation from bone conduction transducers. *Br J Audiol* 1979; 13: 53-56.

Lightfoot GR, Hughes JB (1993) Bone conduction errors at high frequencies: implications for clinical and medico-legal practice. *J Laryngol Otol* 107: 305-308.

Lightfoot GR (2000) Audiometer calibration: interpreting and applying the standards. *Br J Audiol* 34: 311-316

Munro KJ, Agnew N (1999) A comparison of inter-aural attenuation with the Etymotic ER-3A insert earphone and the Telephonics TDH-39 supra-aural earphone. *Br J Audiol* 33: 259-262.

Shipton MS, John AJ, Robinson DW (1980) Air-radiated sound from bone vibration transducers and its implications for bone conduction audiometry. *Br J Audiol* 14: 86-99.

### **Приложение А. Авторы и благодарности.**

Этот пересмотр был проведен BSA Professional Practice Committee в период с сентября 2008 года по сентябрь 2011 года в соответствии с BSA (2003). Комитет благодарит всех участников предыдущих версий этого документа и всех, кто внес свой вклад в этот обзор, включая тех, кто принимал участие в течение двух консультаций (весна 2009 и 25 октября 2010 года по 13 декабря 2010 года). Электронная копия анонимных комментариев (от 19 человек), полученных во время последней консультации, и ответы на них авторами, доступны по запросу BSA.

### **Приложение В. Стандарты, относящиеся к аудиометрии.**

BS EN ISO 389-1:2000. Acoustics. Reference Zero for the Calibration of Audiometric Equipment. Part 1: Reference Equivalent Threshold Sound Pressure Levels for Pure Tones and Supra-Aural Earphones. (Identical to ISO 389-1:1998.)

BS EN ISO 389-2:1997. Acoustics. Reference Zero for the Calibration of Audiometric Equipment. Part 2: Reference Equivalent Threshold Sound Pressure Levels for Pure Tones and Insert Earphones. (Identical to ISO 389-2:1994.)

BS EN ISO 389-3:1999. Acoustics. Reference Zero for the Calibration of Audiometric Equipment. Part 3: Reference Equivalent Threshold Sound Pressure Levels for Pure Tones and Bone Vibrators. (Identical to ISO 389-3:1994.)

BS EN ISO 389-4:1999. Acoustics. Reference Zero for the Calibration of Audiometric Equipment. Part 4: Reference Levels for Narrow-band Masking Noise. (Identical to ISO 389-4:1994.)

BS EN ISO 389-4:2004. Acoustics. Reference Zero for the Calibration of Audiometric Equipment. Part 8: Reference Equivalent Threshold Sound Pressure Levels for Pure Tones and Circumaural Earphones. (Identical to ISO 389-8:2004.)

BS EN ISO 7029:2000. Acoustics. Statistical Distribution of Hearing Thresholds as a Function of Age. (Identical to ISO 7029:2000.)

BS EN ISO 8253-1:1998. Acoustics. Audiometric Test Methods. Part 1: Basic Pure Tone Air and Bone Conduction Threshold Audiometry. (Identical to ISO 8253-1:1989.)

BS EN 60645-1:2001. Electroacoustics. Audiological Equipment. Part 1: puretone audiometers. (Identical to IEC 60645-1:2001.)

Further information relevant to audiometric standards can be found on the National Physical Laboratory website: [www.npl.co.uk](http://www.npl.co.uk).

### Приложение С. Допустимые уровни окружающего шума для аудиометрии.

Для обеспечения точного тестирования нормальных уровней слышимости воздушного и костного проведения до 0 дБ НЛ уровни окружающего звукового давления не должны превышать уровни, указанные в таблицах 1 и 2 соответственно (из BS EN ISO 8253-1: 1998). Чтобы измерить минимальный порог слуха до уровней, отличных от 0 дБ НЛ, рассчитайте максимально допустимые уровни окружающего звукового давления, добавив минимальный уровень порога слышимости, необходимый для значений в таблицах 1 и 2. Например, чтобы измерить до 10 дБ НЛ, добавьте 10 дБ ко всем значениям в таблице.

Таблица 1.

Максимально допустимые уровни окружающего звукового давления для воздушной проводимости (накладные наушники) до минимального уровня слуха 0 дБ НЛ между частотами 250 Гц и 8000 Гц.

Средняя частота полосы в одну треть октавы (Гц)	дБ до 20 мкПа	Средняя частота полосы в одну треть октавы (Гц)	дБ до 20 мкПа	Средняя частота полосы в одну треть октавы (Гц)	дБ до 20 мкПа
31,5	66	250	19	2000	30
40	62	315	18	2500	32
50	57	400	18	3150	34
63	52	500	18	4000	36
80	48	630	18	5000	35
100	43	800	20	6300	34
125	39	1000	23	8000	33
160	30	1250	25		
200	20	1600	27		

#### *Примечания по окружающему шуму:*

Внутриканальные наушники (например, Etymotic Research ER3 и ER5) и шумопоглощающие наушники (например, Аудиокоды) не потребуют таких строгих уровней окружающего шума, поскольку они уменьшают количество окружающего шума, достигающего ушей, если они установлены правильно. Тем не менее, необходимо подробно рассказать о характеристиках затухания по частоте этих устройств, а также полную информацию об окружающем шуме, прежде чем испытания могут быть проведены в средах, которые превышают указанные выше уровни шума.

Таблица 2.

Максимально допустимые уровни окружающего звукового давления для измерения костной проводимости аудиометрии до минимального уровня шума 0 дБ НЛ между частотами 250 Гц и 8000 Гц.

Средняя частота полосы в одну треть октавы (Гц)	дБ до 20 мкПа	Средняя частота полосы в одну треть октавы (Гц)	дБ до 20 мкПа	Средняя частота полосы в одну треть октавы (Гц)	дБ до 20 мкПа
31.5	63	250	13	2000	8
40	56	315	11	2500	6
50	49	400	9	3150	4
63	44	500	8	4000	2
80	39	630	8	5000	4
100	35	800	7	6300	9
125	28	1000	7	8000	15
160	21	1250	7		
200	15	1600	8		