

# Роль электроакустической верификации в обеспечении доступности звуков

Marlene Bagatto, Au.D., Ph.D.

Конференция по коррекции нарушений слуха у  
детей

2-5 октября 2016 г.

Атланта (Джорджия, США)



# Обеспечение слуховыми аппаратами

- Надлежащие технологии и основанные на фактических данных руководства и протоколы подбора слуховых аппаратов способствуют точной и безопасной настройке слуховых аппаратов детям
  - Американская академия аудиологии, 2013
  - Австралийский протокол; King, 2010
  - Программа раннего слуха Британской Колумбии, 2006
  - Модернизированный подбор слуховых аппаратов детям, 2005
  - Протокол Онтарио; Bagatto, Scollie, Hyde, Seewald, 2010  
**Обновлен в 2014 г.: [www.dslio.com](http://www.dslio.com)**

# Директива по детскому слухопротезированию ААА (2013)



# Протокол программы детского слухопротезирования Онтаро



- Версия 2014.01
- Редакторы: Marlene Bagatto и Susan Scollie [www.dslio.com](http://www.dslio.com)
- Авторы:
  - Susan Scollie, Marlene Bagatto, Sheila Moodie, Richard Seewald, Martyn Hyde, Stacey Weber, Vanessa Martyn
  - Danielle Glista, Anne Marie Tharpe, Jeff Crukley, Viji Easwar, Marianne Hawkins, Charla Levy, Sahar Zimmo, Andrea Dunn
  - Shane Moodie, Frances Richert, Christine Brown, Vijay Parsa

## Протокол программы детского слухопротезирования Онтаро



- Документ касается обеспечения слуховыми аппаратами детей младенческого и дошкольного возраста, зарегистрированных в Программе младенческого слуха Онтаро (ИНР)
- Содержит перечень основных процедур и требования, предъявляемые к оборудованию
- Доказательная база призвана поддерживать современную клиническую практику в рамках ИНР (и других проектов)
- Согласуется с Директивой по детскому слухопротезированию ААА (2013)

# Факторы, влияющие на результат

Outcomes of Children with Hearing Loss  
Ear & Hearing, 2015



*Moeller, Tomblin, McCreery, Walker, Arenas, Harrison, Spratford, Bentler, Holte, Roush, Oleson, Van Buren, Ambrose, Unflat-Berry*

# Дети – это не маленькие взрослые

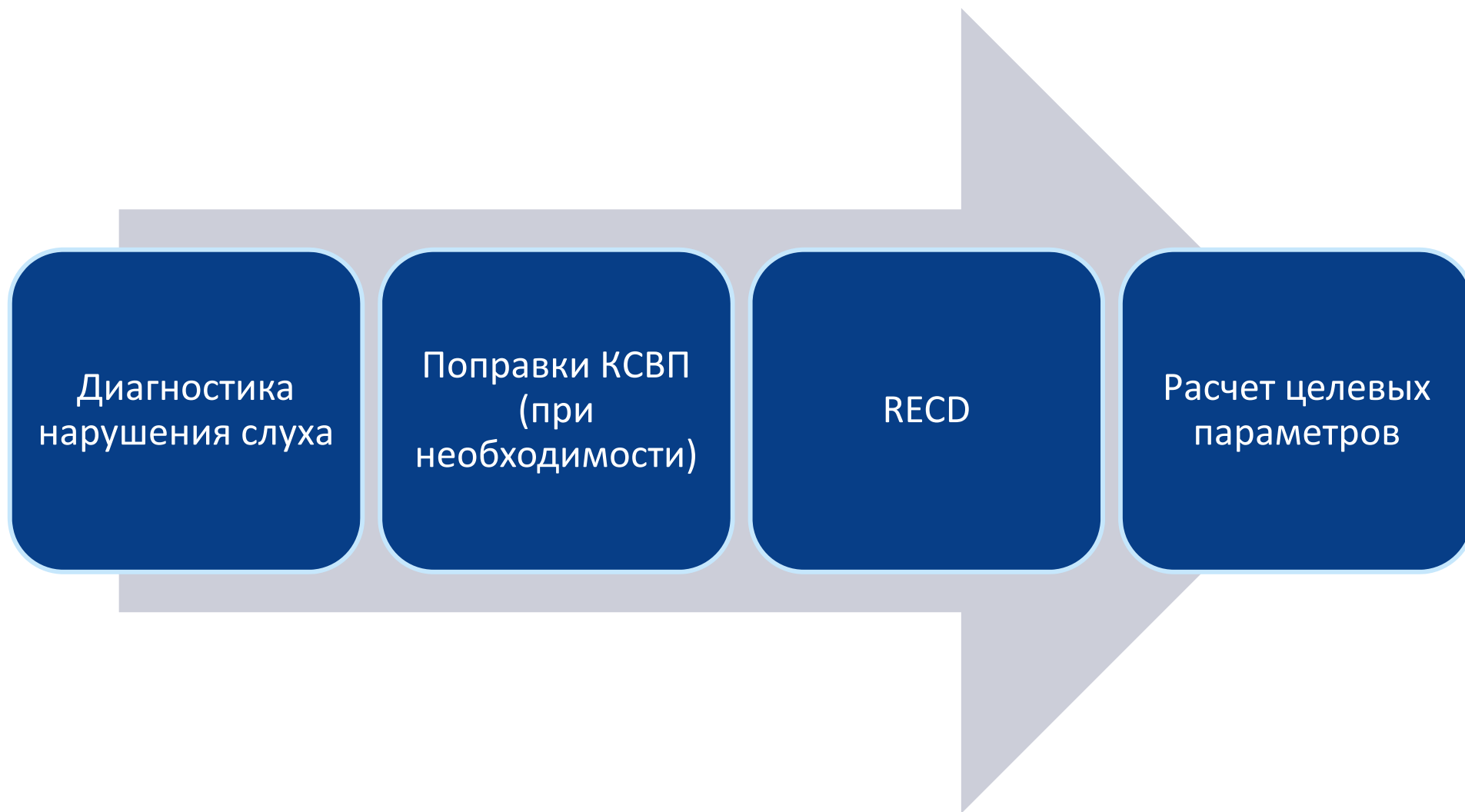


© Getty Images/Rubberball

- Ранняя потеря слуха влияет на развитие коммуникативных навыков
  - Необходимость максимизации критического периода
- Маленькие и продолжающие расти уши
  - Учет изменений акустики наружного слухового прохода
- Использование слуховых аппаратов зависит от родителей/воспитателей
  - Дети не могут словесно описать свои потребности

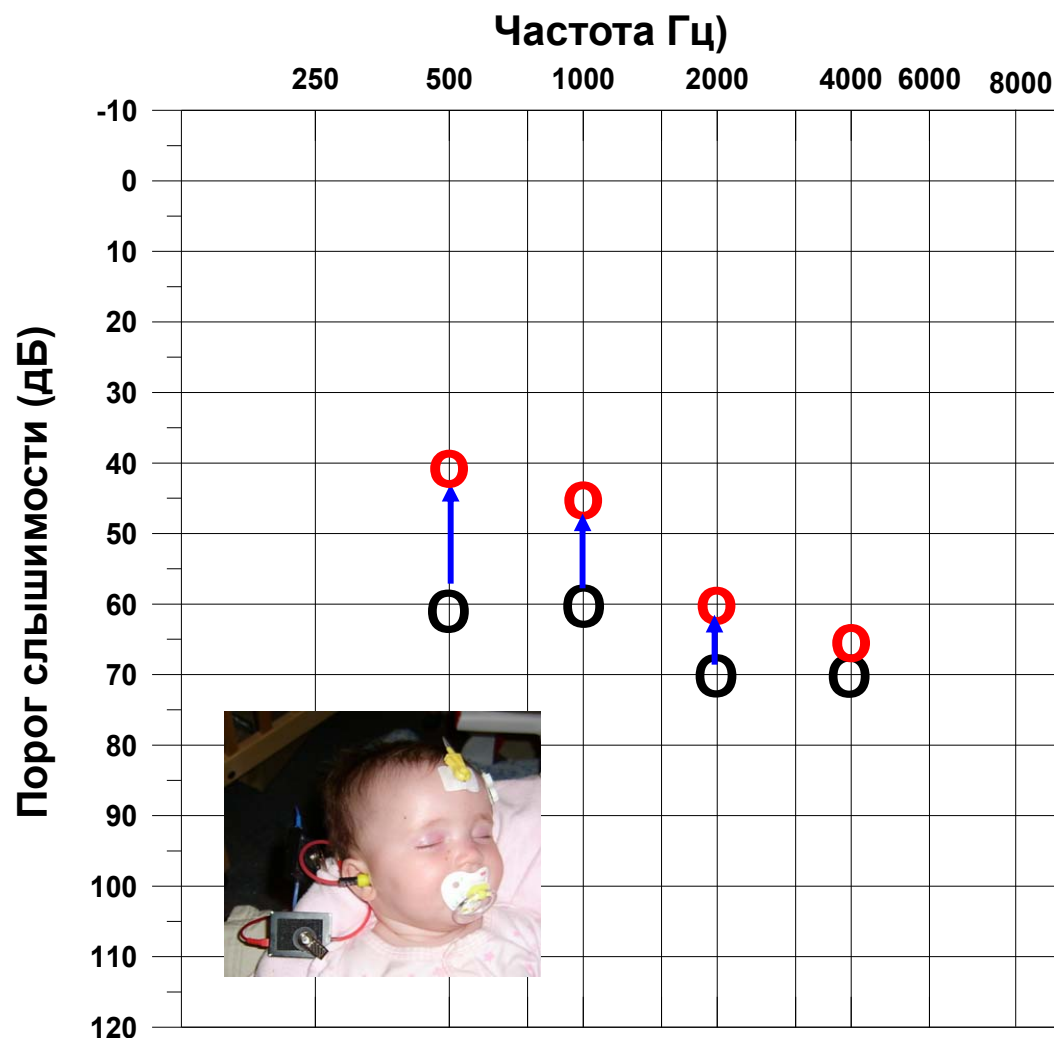


# Обследование перед коррекцией слуха



# Лучшая практика: коррекция порогов КСВП

Обеспечение плавного перехода от электрофизиологического обследования слуха к раннему подбору слуховых аппаратов: *при необходимости стандартизированное преобразование nHL\* в eHL\*\*.*



\*Нормализованные пороги слышимости

\*\*Оценочные (расчетные) пороги слышимости

*Bagatto et al 2005; Gorga et al 1993; McCreery et al 2015; Stapells et al 2005; Stapells 2000*

# Обследование перед подбором слуховых аппаратов



- Для контрольной аудиометрии присоедините индивидуальные вкладыши к внутриушным телефонам
  - Лучшая фиксация и комфорт для ребенка
  - Способствует более точной настройке слуховых аппаратов
    - Аудиограмма с индивидуальными вкладышами
    - Измерение RECD с индивидуальными вкладышами

# Лучшая практика: Измерение RECD

Учитывает индивидуальные особенности слухового прохода ребенка: *измеряйте разность между реальным ухом и куплером (RECD) с использованием индивидуального вкладыша на повседневной основе.*



*Bagatto u coadm., 2002; Feigin u coadm., 1989; Lewis, Stelmachowicz, 1993; Munro, Davis 2003; Sinclair u coadm., 1996; Tharpe u coadm., 2001*

# Внутриушной телефон + индивидуальный вкладыш

Обрежьте трубочку  
индивидуального  
вкладыша



Обрежьте трубочку  
губчатого вкладыша



Присоедините  
индивидуальный вкладыш  
к внутриушному телефону



# Использование индивидуального вкладыша при аудиометрии и измерении RECD: связь с верификацией



# RECD используется дважды:

Порог ПС + RECD + RETSPL\*  
= Порог УЗД в реальном ухе

Преобразование  
ПС в УЗД

УЗД-грамма

УЗД или усиление в куплере +  
RECD + MLE\*\*  
= Расчетный УЗД или усиление  
реального уха

Верификация в  
куплере

В заушных СА  
необходимо  
учитывать эффект  
вкладыша!

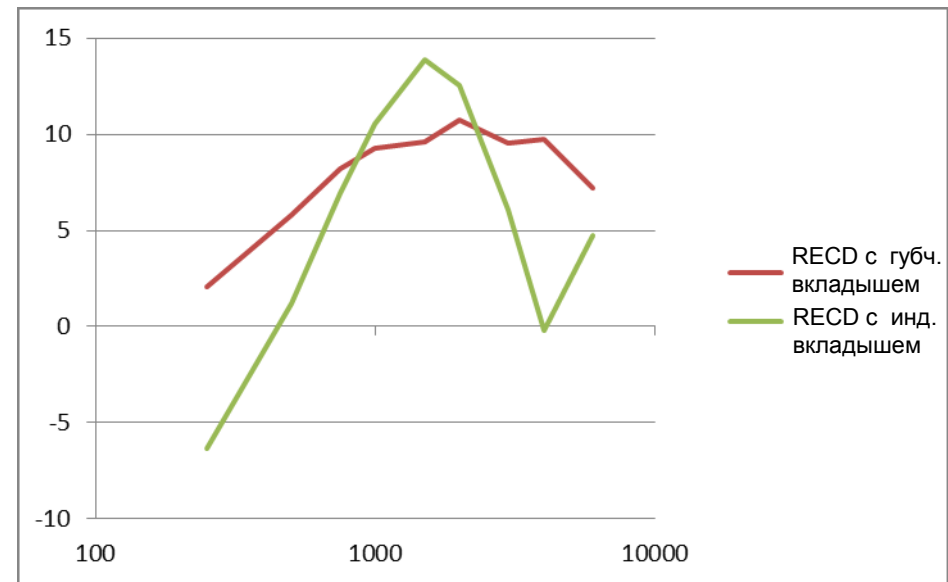
\*Референтный эквивалентный порог УЗД

\*\*Эффект расположения микрофона

*Gagne и соавт., 1991; Munro и соавт., 2001; 2003;  
Revit, 1997; Scollie и соавт., 1998*

# Сравнение RECD, измеренной с губчатыми и индивидуальными вкладышами

- Длина трубочки губчатого вкладыша = 25 мм
  - Трубочка индивидуального вкладыша, как правило, длиннее
  - Это приводит к высокочастотному "завалу"
- Это – зависимость RECD от сопряжения



36 детей  
Ср. длина трубочки = 38 мм  
Moodie и соавт., 2016



# Тип сопряжения: губчатый или индивидуальный вкладыш

- Как быть, если вам нужен один вариант, а у вас есть только другой?
  - Например, аудиограмма с губчатым вкладышем, а RECD – с индивидуальным вкладышем
  - Известны возрастные поправки для обоих типов (Bagatto и соавт., 2002; 2005).
- DSL v5.0 сгенерирует расчетную RECD для обоих типов сопряжения
  - Такой подход можно использовать вместо измерения RECD, если типы сопряжения, применявшиеся при измерении RECD и при ношении аппарата, не совпадают

# В стандарте ANSI 2013 используется куплер HA1

- Концептуально этот куплер соответствует акустическим свойствам полости уха и не предназначен для измерений с ушными вкладышами
  - Это означает, что для верификации в куплере HA1 необходимо воспользоваться "замазкой"
- Существует способ взаимного преобразования данных, измеренных в HA1 и HA2
  - Простая, выверенная процедура, выполняемая компьютерной программой



# В клинической практике...

- Можно воспользоваться куплером **HA2** при измерении RECD

- **Клинические** преимущества:  
*не нужна замазка*



- Меньше проблем с дезинфекцией (иначе пришлось бы всякий раз выбрасывать замазку)
- Быстрое и более надежное подключение к куплеру
- Преимущества с точки зрения стандартизации:
  - RECD в куплере HA1 может быть реконструирована программно
- Это – зависимость RECD **от куплера**

# Появляются новые программные функции, связанные с RECD

- *Задача:* соответствие стандарту ANSI с сохранением традиционной клинической практики
- *Примечание:* пока доступно только в системе Audioscan®
- *Обучающий курс:*
  - <http://www.audiologyonline.com/U/26580/298f27b4d409b3a65e>

# Варианты протокола педиатрической настройки

## "Согласованный"

- Аудиометрия: внутриушные телефоны + индивидуальный вкладыш
- Измерение RECD с индивидуальным вкладышем
- Верификация заушного СА в куплере HA2

## "Рассогласованный"

- Аудиометрия: внутриушные телефоны + губчатый вкладыш
- Измерение RECD с индивидуальным вкладышем
- Верификация заушного СА в куплере HA2

### Верификация в куплере

Подходит для детей младшего возраста  
Желательно с маленьким вентом или  
без вента

# Новое программное обеспечение позволяет отмечать варианты измерения RECD. Это способствует использованию поправок, устраняющих рассогласование

- Укажите тип куплера
  - HA2 или HA1
- Укажите вариант сопряжения при измерении RECD
  - Индивидуальный или губчатый вкладыш
- При необходимости программа взаимно преобразует данные для губчатого и индивидуального вкладыша, используя *новый метод коррекции*
- Предварительные данные свидетельствуют о том, что такой подход точнее, чем использование средневозрастных RECD (Moodie и соавт., 2016; JAAA).

2015 1:18am **audioScan**

Instrument	BTE (HA-2)
Mode	Test box
Presentation	Single view
Format	Graph
Scale (dB)	SPL

**Audiometry**

Age	Adult
Transducer	Insert+Mold
UCL	Average
RECD	Entered
RECD coupling	Earmold
BCT	N/A

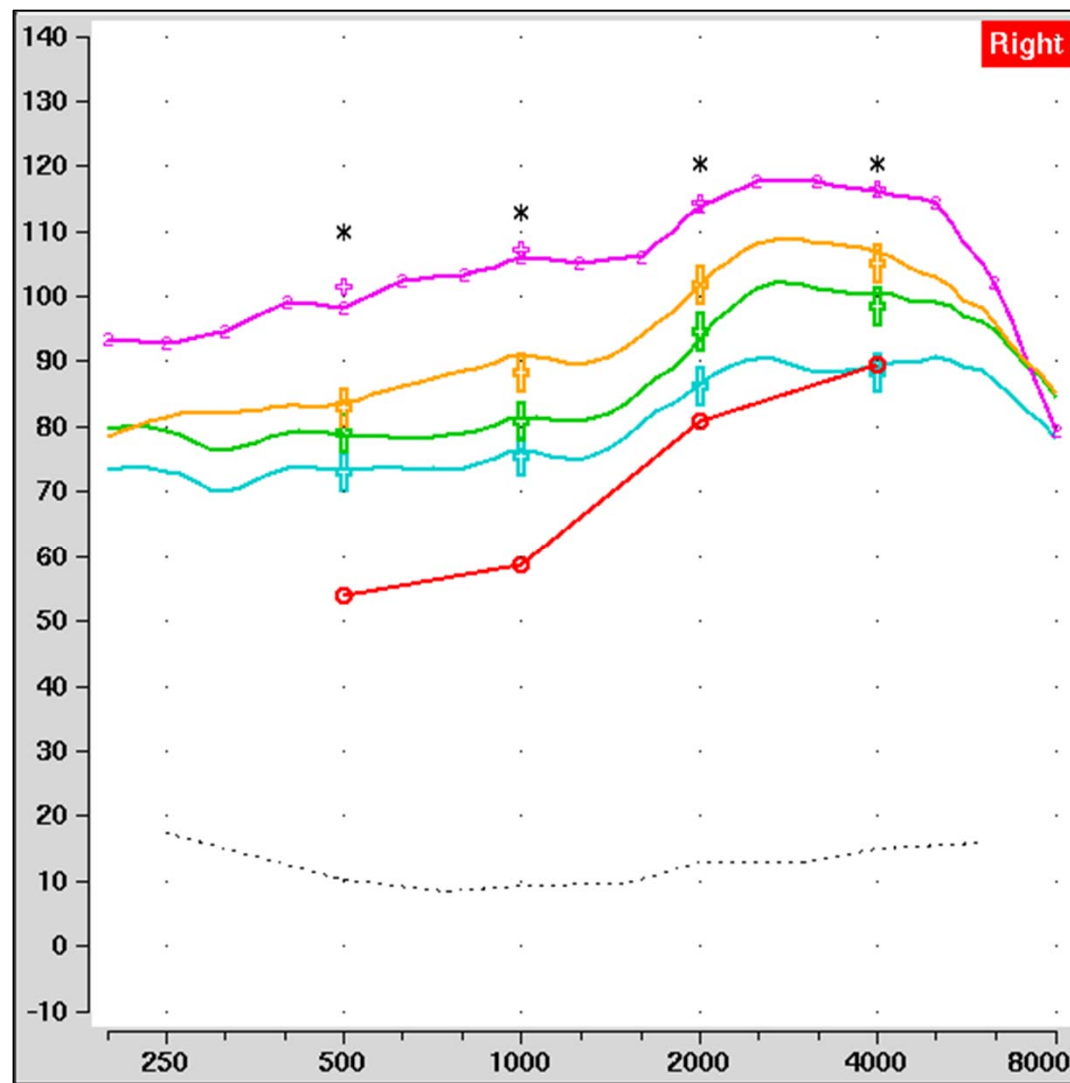
Test box	BTE + HA-4
Single view	Audiometry
Graph	

**Audiometry**

Ear	Left
Targets	DSL child
Age	10 months
HL transducer	Insert + mold
Threshold	Entered
Bone conduction	N/A
UCL	Average
RECD	Measure
RECD coupling	Earmold

# Лучшая практика: верификация в реальном ухе

Настройка слуховых аппаратов у детей в куплере должна основываться на долгосрочных уровнях разговорной речи: *верифицируйте каждый слуховой аппарат, настраивая его в соответствии с целевыми значениями. Применяйте оборудование, использующее речевые сигналы.*



*Munro u соавт., 2000; 2002; Moodie u соавт., 1994; Revit, 1997; Scollie u соавт., 2005; Seewald u соавт., 1999*

# Для чего нужна верификация?

- Чтобы обеспечить наилучшую возможную настройку СА
- "Ответственный аудиолог хочет знать как можно больше об уровнях усиленного звука, создаваемых слуховым аппаратом в ушах младенцев и младших детей. Для этого аудиолог должен использовать комплексную и основанную на доказательной базе стратегию, совместимую с характеристиками и возможностями этой уникальной группы пациентов. Слишком велики отдаленные последствия принимаемого нами решения относительно изначальной настройки слуховых аппаратов."

*Richard Seewald*



# Задачи верификации

- Точность и надежность
  - Электроакустическая верификация в куплере
- Характерные для речи уровни и ВУЗД
- Методика, которая может быть использована у младенцев
  - Без необходимости подолгу сидеть неподвижно или реагировать поведенчески
- Рациональные единицы измерения
  - дБ, чтобы можно было проводить сопоставление с порогами и верхними пределами

# Характеристики аудиометрии со слуховыми аппаратами

- Дает ли она представление о том, как слуховой аппарат обрабатывает речь?
- Дает ли она нам представление об уровнях ограничения выходного сигнала?
- Является ли она эффективной, надежной и достоверной процедурой?
- Можно ли пользоваться ею у младенцев?
- Является ли она информативной?



# Характеристики аудиометрии со слуховыми аппаратами

- Нет** • Дает ли она представление о том, как слуховой аппарат обрабатывает речь?
- Нет** • Дает ли она нам представление об уровнях ограничения выходного сигнала?
- Нет** • Является ли она эффективной, надежной и достоверной процедурой?
- Нет** • Можно ли пользоваться ею у младенцев?
- Да** • Является ли она информативной?

Потому что, мы видим, как ребенок поведенчески реагирует на звуки



# Характеристики аудиометрии со слуховыми аппаратами

Нет • Дает ли она представление о том, как

Нет •

Вывод:

аудиометрия в аппаратах

Нет •

подходит для валидации, но не

Нет •

для верификации

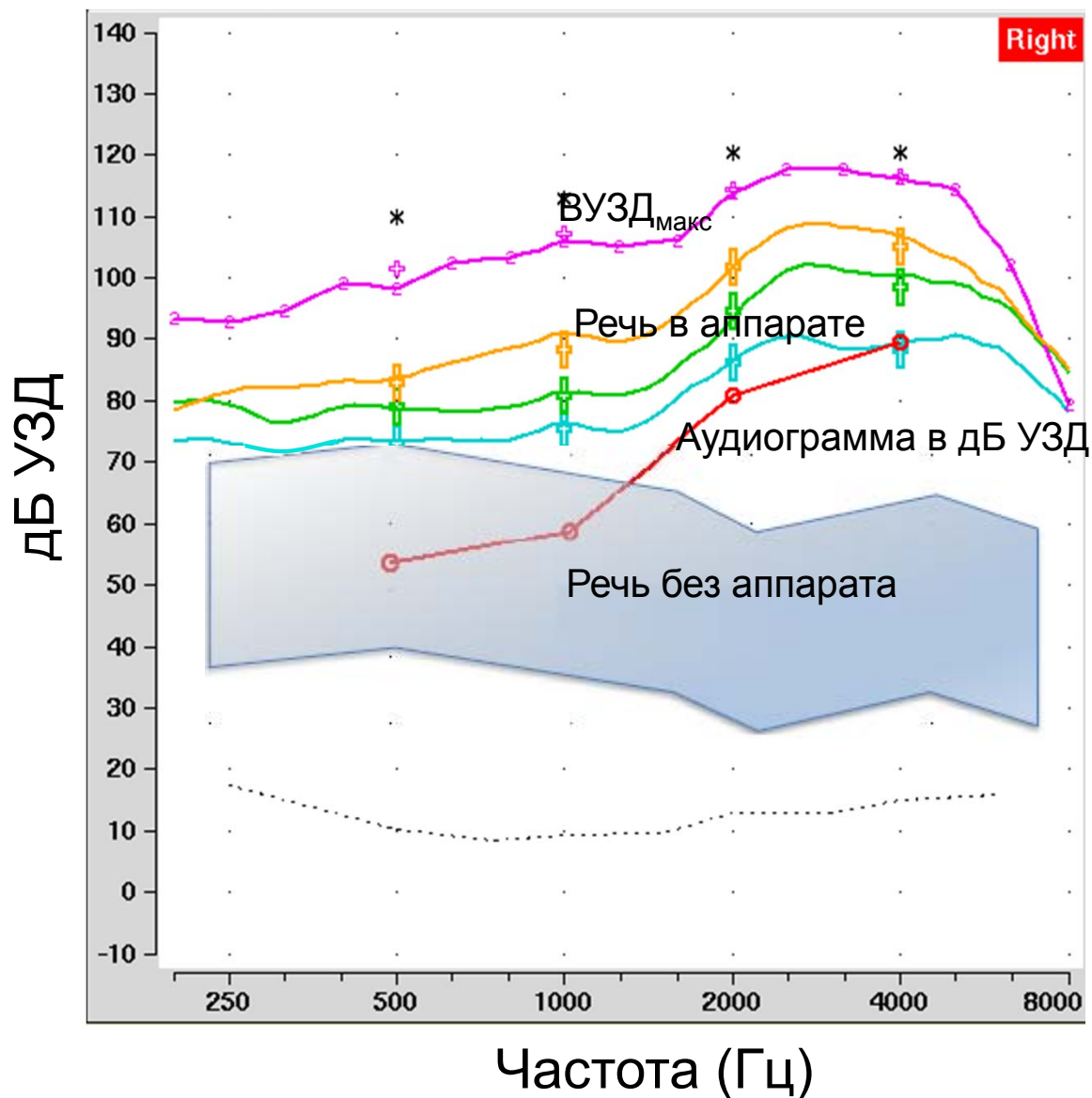
Да

• Является ли она информативной?

Потому что, мы видим, как ребенок поведенчески реагирует на звуки



# Электроакустическая верификация – SPLogram (УЗД-грамма)



Рассчитано на  
основании  
измерений в  
куплере и RECD

# Клиническая практика

- Измерения в куплере и RECD позволяют *точно и надежно* прогнозировать характеристики слухового аппарата в реальном ухе
  - В разном возрасте
  - На разных частотах
- Сокращается время обследования
  - Пациент должен спокойно сидеть только в ходе **ОДНОГО** измерения
  - Можно выполнить измерения со слуховым аппаратом в тестовой камере еще до прихода пациента

# Особенности верификации

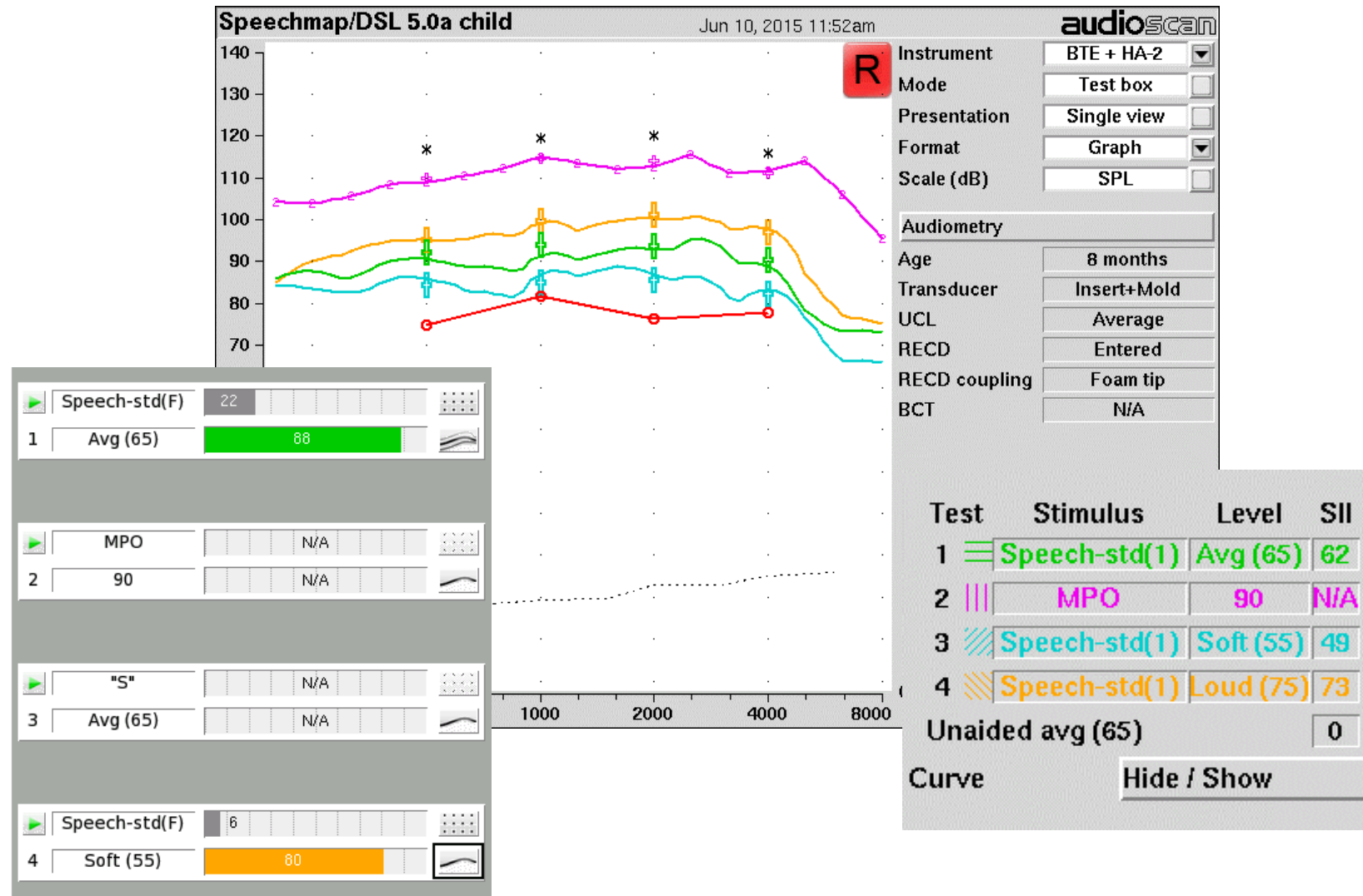
- Отправная точка – "автоматическая" или "первичная" настройка
  - Необходима точная настройка, основанная на измерениях в реальном ухе
  - Создание УЗД-граммы, основанной на измеренной RECD
- Рекомендуется использовать речеподобные сигналы
  - Тихие (55 дБ), средней громкости (65 дБ) и громкие (75 дБ)
  - ВУЗД<sub>макс</sub> (узкополосные сигналы; 90 или 100 дБ)
- Целевые настройки должны основываться на REAR (амплитудно-частотная характеристика реального уха со слуховым аппаратом), а не на REIG (вносимое усиление в реальном ухе)

# Прочие способы анализа

- Индекс разборчивости речи (SII)
  - Обновленная версия артикуляционного индекса (AI), стандартизированная в 1997 г.
- Интерпретация:
  - 0 означает, что речь не слышна
  - 1 означает, что речь слышна на 100%
  - *Это не значит, что речь на 100% разборчива*

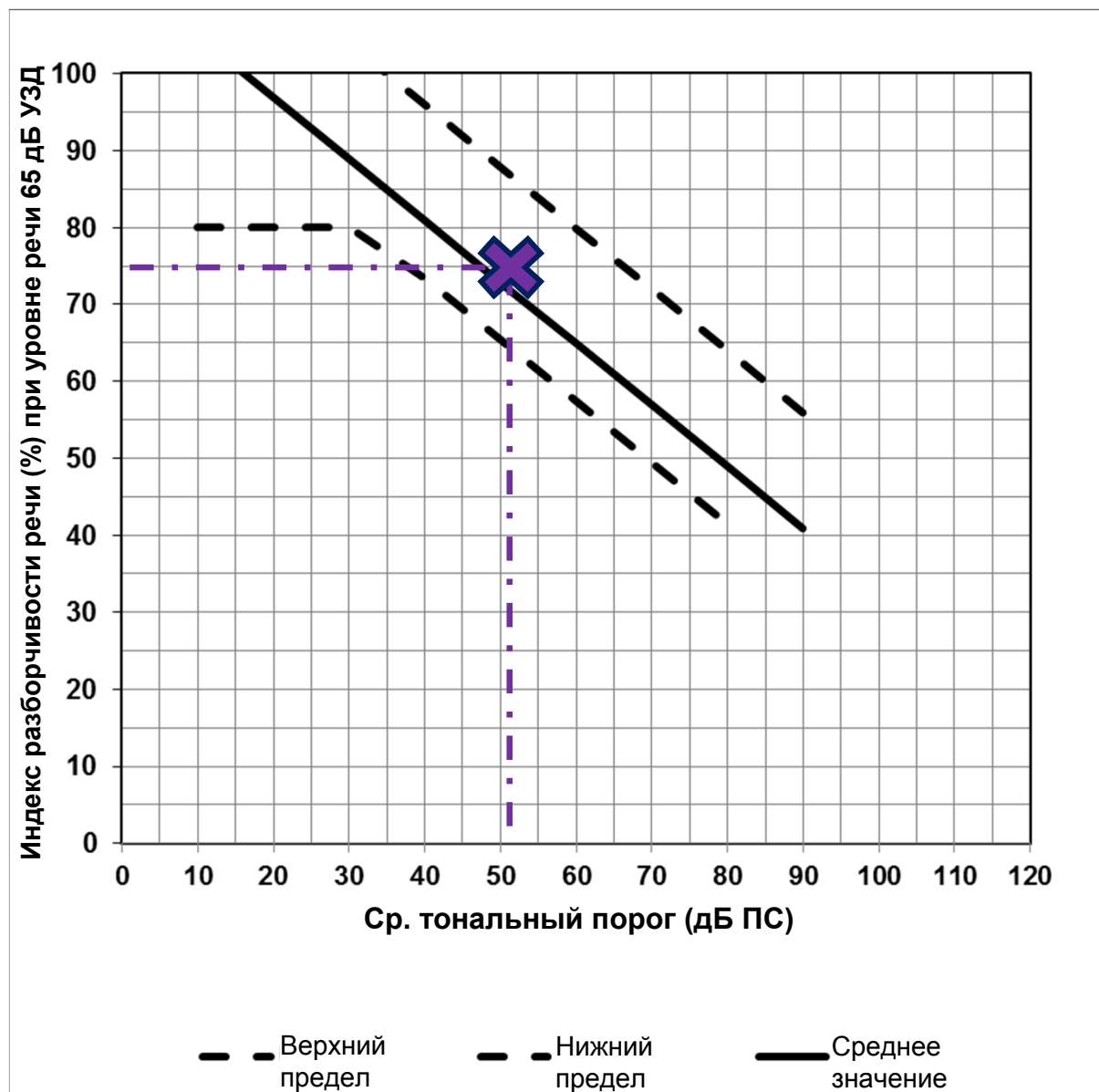


# Индекс разборчивости речи (SII)



# Детские нормативы

(Bagatto и соавт., 2011: Trends; 2016: JAAA)



# Протокол верификации

- Определите пороги слышимости для каждого уха
  - Необходимы достоверные результаты регистрации КСВП
  - При последующих поведенческих обследованиях пользуйтесь индивидуальными ушными вкладышами
  - Измеряйте RECD с индивидуальными вкладышами
- Рассчитайте целевые настройки и выберите слуховой аппарат
  - Заушный СА с маленьким демпфированным рожком и прямым аудиовходом (DAI)
  - Блокировка элементов управления и дверцы батарейного отсека
- Выполните верификацию с использованием речевых сигналов и максимального выходного уровня
  - Отключите дополнительные функции
  - Выполните верификацию в куплере
- Повторные обследования и настройки через каждые 2-4 месяца
  - Оценка результатов и отзывы родителей/воспитателей
  - Перепроверка порогов и RECD (с индивидуальными вкладышами!) и перенастройка слуховых аппаратов

# **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОРРЕКЦИИ СЛУХА У ДЕТЕЙ**



# Протоколы Онтарио

- Шумоподавление
  - Scollie и соавт., 2016, JAAA
- Понижение частоты
  - Scollie и соавт., 2016, JAAA
- Отбор кандидатов на использование тех или иных технологий
  - Индивидуально
  - Факторы, подлежащие учету (см. диаграмму справа)

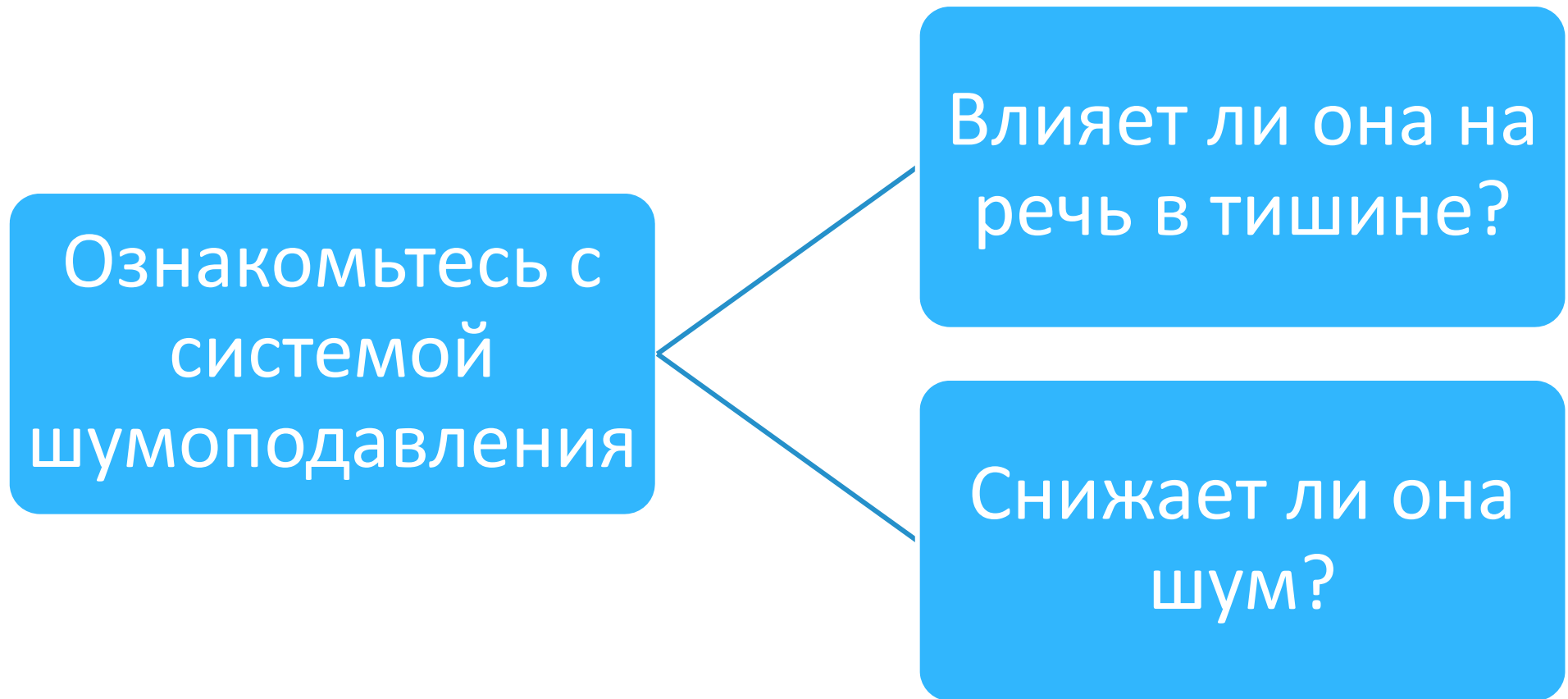


# ШУМОПОДАВЛЕНИЕ В ДЕТСКОМ СЛУХОПРОТЕЗИРОВАНИИ

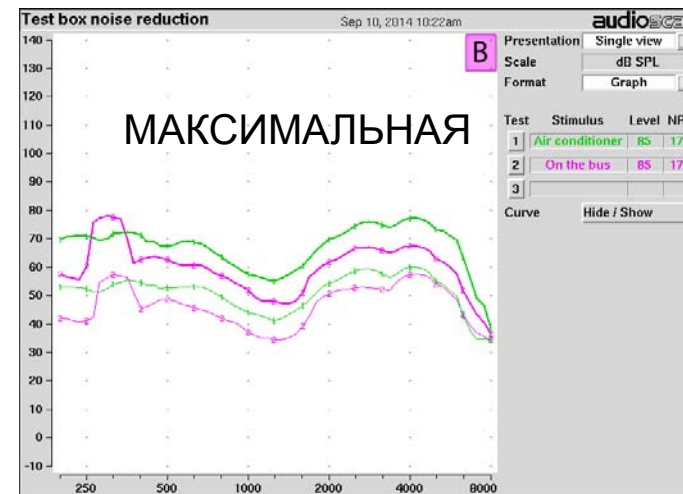
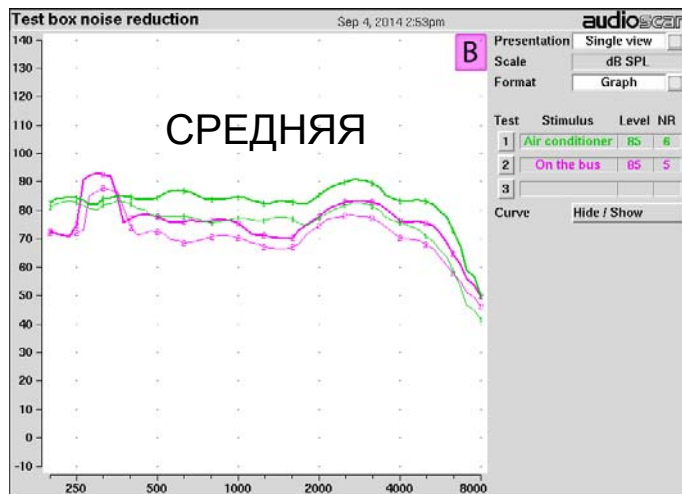
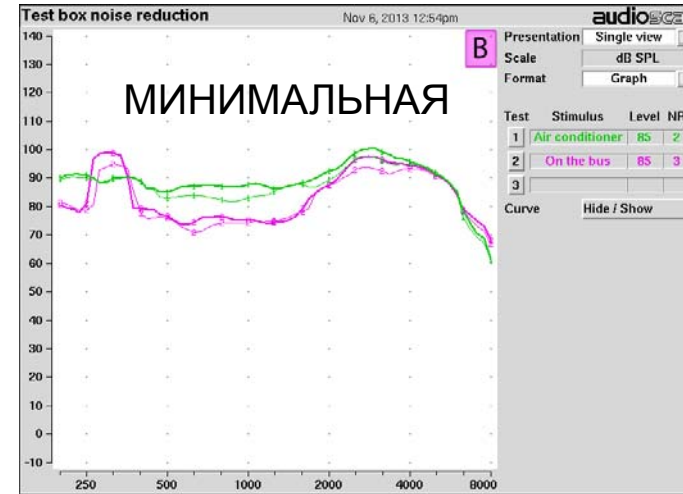
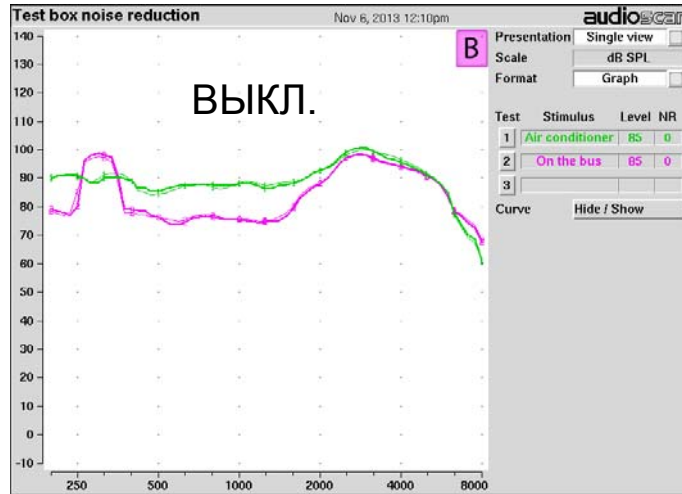


Ching и соавт., 2010; Cruikley и соавт., 2011;2014; Humes и соавт., 2003;  
McCreery и соавт., 2012; Pittman и соавт., 2011; Stelmachowicz и соавт., 2010;

# Верификация системы шумоподавления



# Степень шумоподавления можно регулировать





# Выводы

- Измерение RECD необходимо для точного описания акустических свойств наружного слухового прохода и, соответственно, индивидуализации настройки слухового аппарата
- RECD используется для преобразования ПС в УЗД, что создает основу для верификации в куплере
- Аппроксимированная RECD представляет собой надежный способ оценки эффективности слухового аппарата у младенцев и детей
- Решение об использовании дополнительных технологий (шумоподавления, понижения частоты) принимается индивидуально для каждого пациента
- Если эти функции активированы, проконтролируйте характеристики СА, влияние на слышимость и эффективность

# Хорошая настройка создает предпосылки для достижения хороших результатов



[bagatto@nca.uwo.ca](mailto:bagatto@nca.uwo.ca)

