
Больше, чем учитель: исследование
технологий устранения шума,
призванных оптимизировать
звуквосприятие в различной
обстановке

Jace Wolfe

Вечные истины



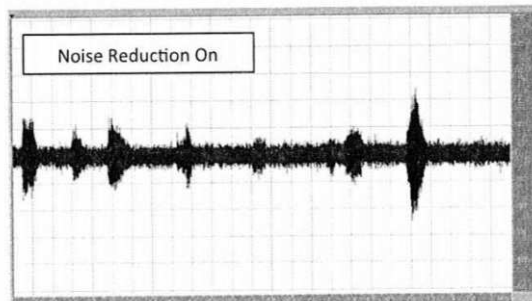
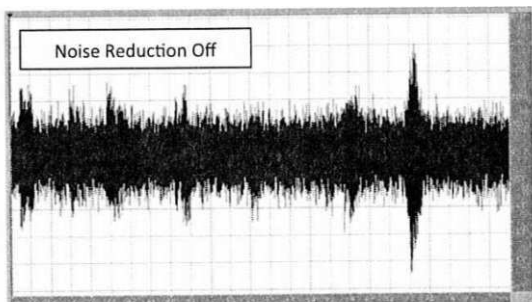
- Дети с тугоухостью часто испытывают трудности с пониманием речи в шуме
- Дети, как правило, подвергаются воздействию умеренных/высоких уровней шума (Crukley, Scollie, Parsa, 2011)
- Затруднения, испытываемые в шуме, могут привести к психосоциальным, эмоциональным и академическим проблемам

Чем мы можем помочь?

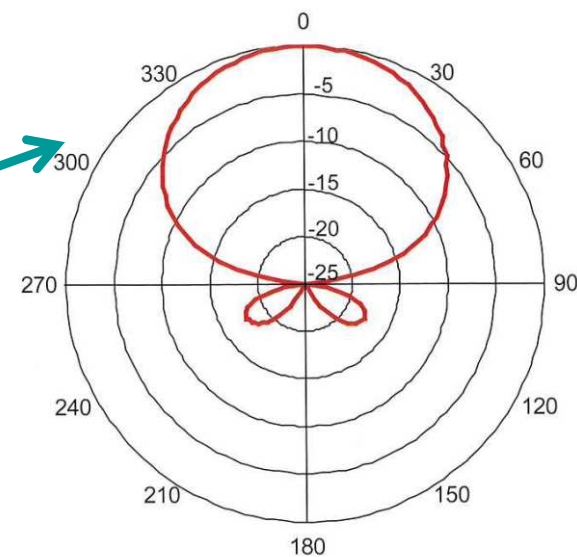
Дистанционный микрофон



Шумоподавление



Адаптивная направленность



Правда или миф?



MORE THAN MEETS THE EYE

An occasional feature that digs deeper into things you've been wondering about.

Paper or Plastic?

We hear the question almost every time we go grocery shopping. Some shoppers answer automatically, plastic — convinced that they are making a better choice for the environment. Others ask for paper, believing the very same thing. The reality is that both paper and plastic bags gobble up natural resources and cause significant pollution. When you weigh all the costs to the environment, you might just choose to reuse:



Адаптивные технологии устранения шума: Действительно ли это хорошо для детей?



Решения, основанные на доказательствах...

Содержание презентации

- Технологии, используемые в слуховых аппаратах для облегчения общения в шуме
 - Обзор публикаций
 - Шумоподавление
 - Направленные микрофоны
- Новые исследования технологий адаптивного устранения шума
- Нужно ли использовать технологии адаптивного устранения шума у детей?
- Клинические соображения...

Разборчивость – королева!

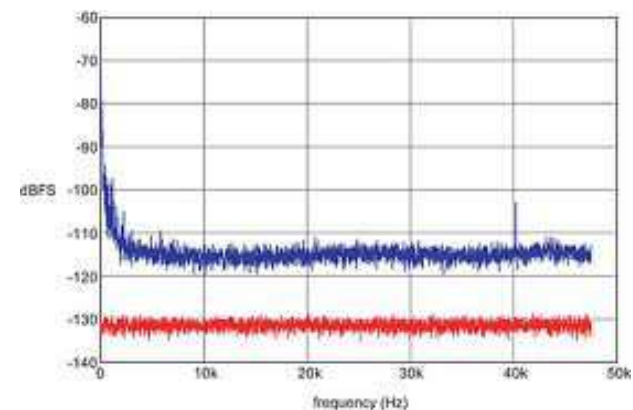


Слышимость – король!



Комфорт, качество звука, утомление и когнитивная нагрузка –
тоже члены королевской семьи!



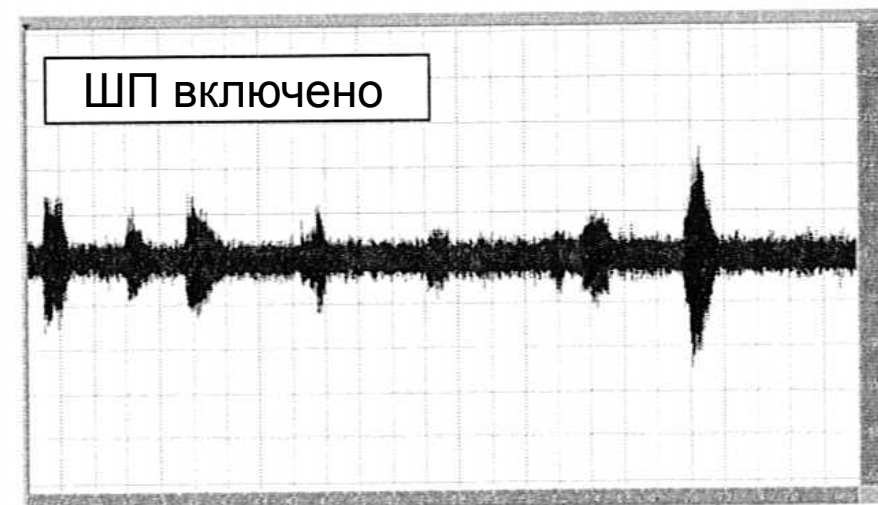


ШУМОПОДАВЛЕНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ СЛУХОВЫХ АППАРАТАХ



Шумоподавление (ШП)

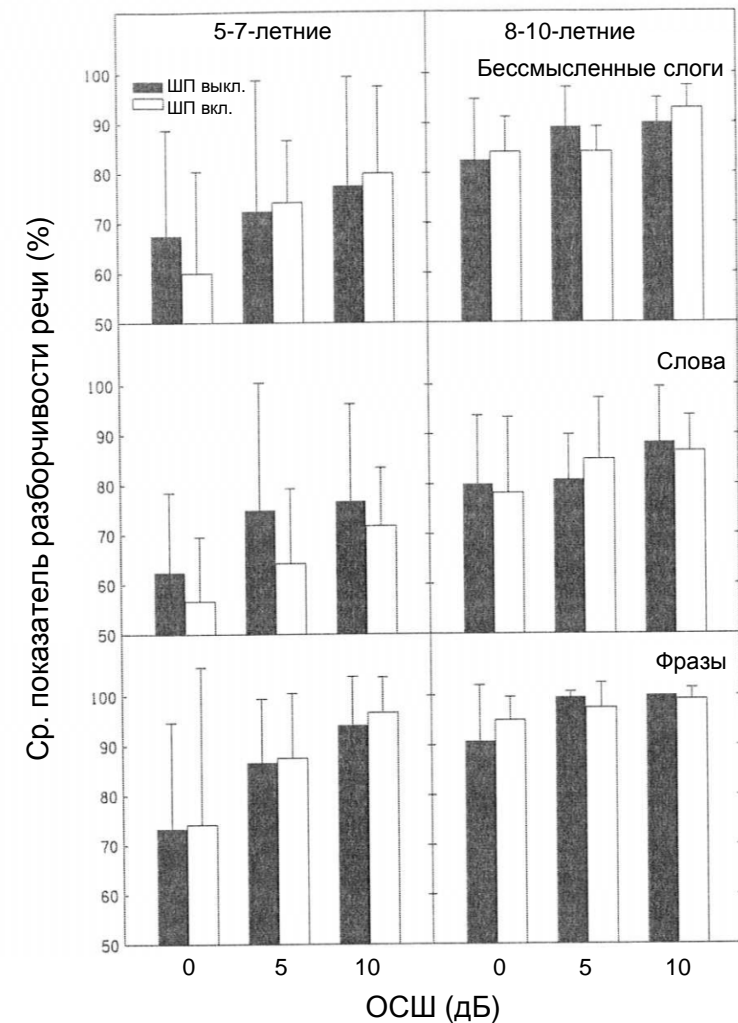
- Классификация входного сигнала, как правило, на основании его флюктуации: речь или шум
- Снижение усиления в тех каналах, где входной сигнал представляет собой преимущественно шум (т.е. в каналах с низким ОСШ)
- Разные производители используют разные варианты шумоподавления
- **Исследования на взрослых людях:**
 - ШП не влияет на разборчивость речи
 - Улучшается переносимость шума, комфортность слушания, снижается когнитивная нагрузка (Bentler, 2005)
 - Kochkin (2009) обнаружил, что пользователи очень высоко оценивают шумоподавление



Stelmachowicz et al. (2010), Ear and Hearing

В целом, использование ШП не сказывается на разборчивости речи в шуме

- 16 детей с малой/умеренно-тяжелой тугоухостью
 - 8 в возрасте 5-7 лет
 - 8 в возрасте 8-10 лет
- Исследовали разборчивость речи в шуме с ШП (-6 дБ) и без него



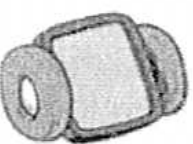










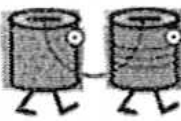

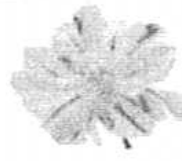

Stelmachowicz et al. (2010), Ear and Hearing

В целом, использование ШП не сказывается на разборчивости речи в шуме

В других исследованиях, посвященных слуху детей школьного возраста, также не обнаружено ухудшение разборчивости речи при использовании ШП.

- Auriemma et al. (2009) J American Acad Audiology
- Pittman (2011a) J Speech Language Hearing Research
- Pittman & Hiipakka (2013) J American Acad Audiology
- Gustafson et al. (2014) Ear and Hearing

Pittman (2011b) J Speech Language Hearing Research

Игрушки	Цветы	Пришельцы
		
		
		
		
		

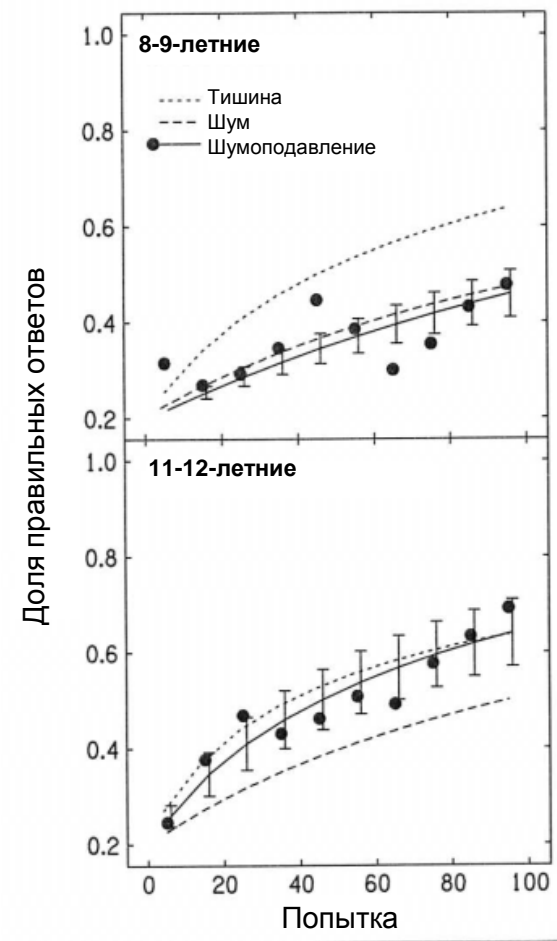
- 41 ребенок с нормальным слухом
- 26 детей с малой/умеренно-тяжелой тугоухостью
- Возраст: 8-9 лет и 11-12 лет
- Исследовали способность запоминания "бессмысленных" слов, связанных с картинками
- С ШП (-7 дБ) и без него

Pittman (2011) J Speech Language Hearing Research

ШП может улучшить запоминание новых слов, а также переносимость шума

- В целом, показатели были лучше у старших детей
- При использовании ШП показатели старших детей были лучше

Gustafson et al. (2014) также обнаружили более короткое время вербального ответа при использовании ШП



Scollie et al. (2016)

J Am Acad Audiol 27:237–251 (2016)

Fitting Noise Management Signal Processing
Applying the American Academy of Audiology
Pediatric Amplification Guideline:
Verification Protocols

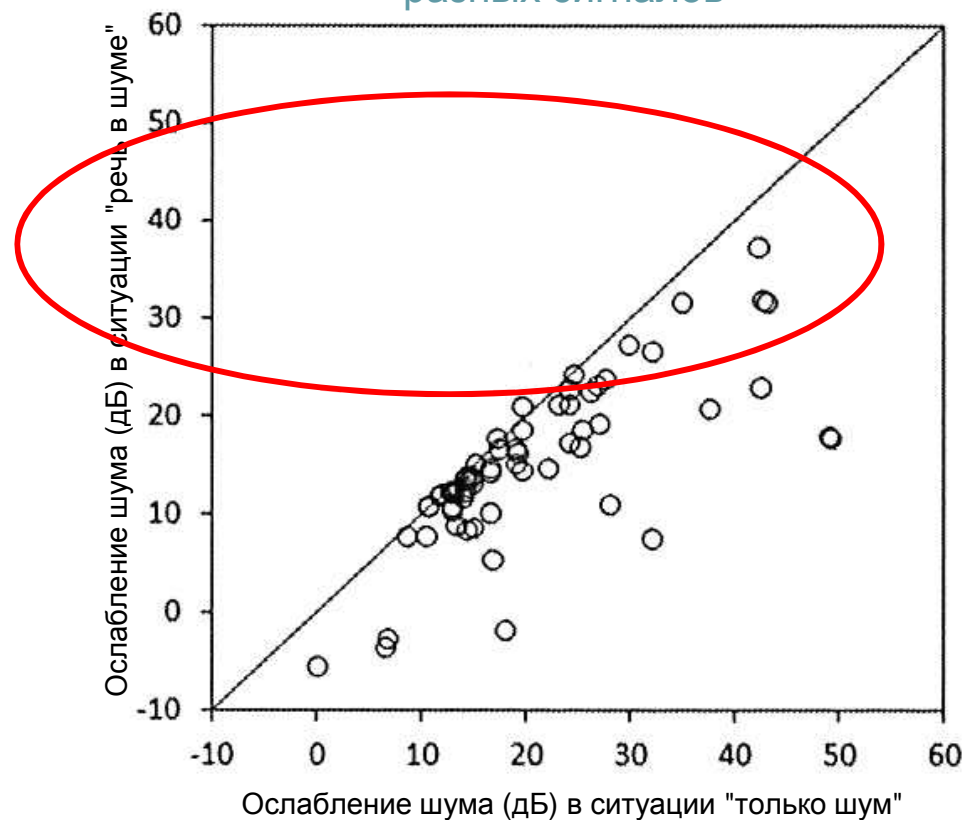
DOI: 10.3766/jaaa.15060

Susan Scollie*
Charla Levy†
Nazanin Pourmand‡
Parvaneh Abbasalipour*
Marlene Bagatto*
Frances Richert§
Shane Moodie§
Jeff Crukley||#
Vijay Parsa*

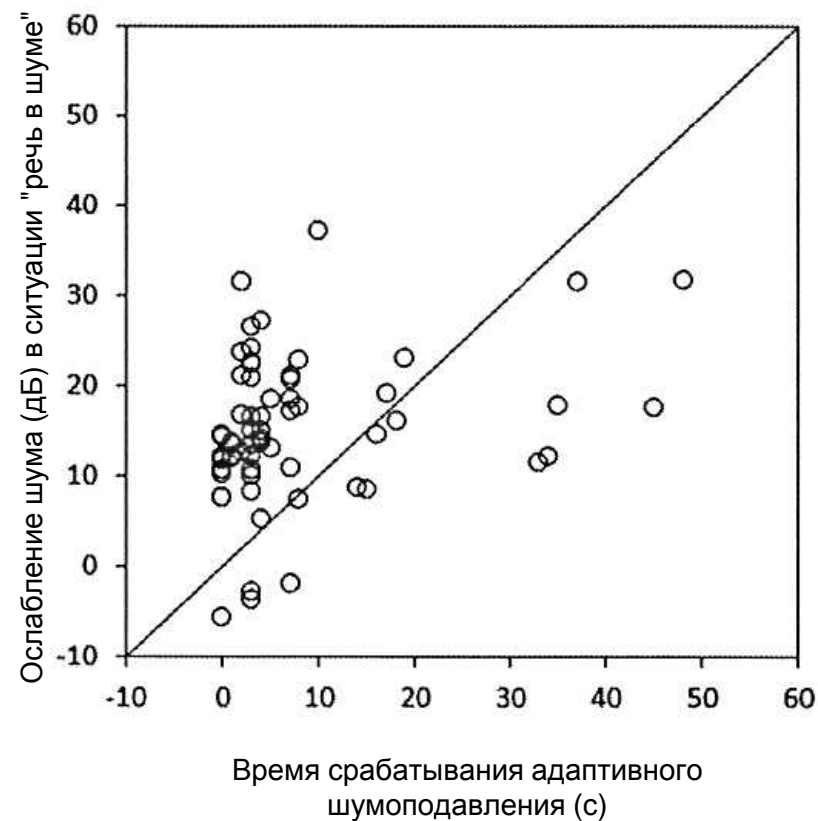
- Измеряли ШП семи различных слуховых аппаратов с помощью клинического (Verifit) и исследовательского анализаторов с целью изучения различий ШП в современных слуховых аппаратах и исследования возможности верификации ШП с помощью анализаторов

Scollie et al. (2016)

Значительная вариабельность ШП в разных слуховых аппаратах и для разных сигналов



Значительная вариабельность величины и скорости ШП



Величина шумоподавления варьирует от 0 до 37 дБ



Шумоподавление у детей

- Основано на работах:
 - Stelmachowicz и соавт. (2010)

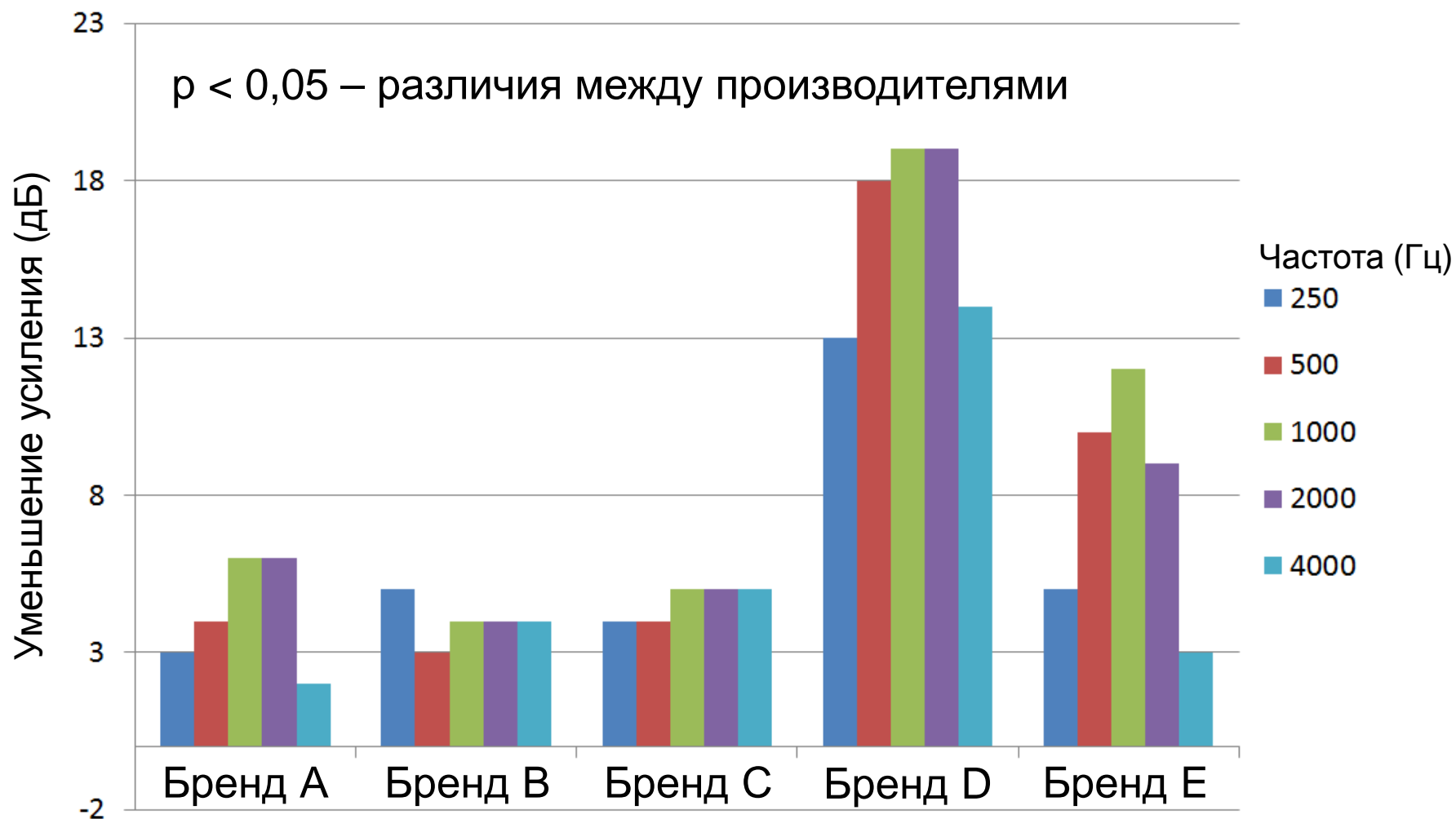


- McCreery (2011) – AudiologyOnline.com



Уменьшение усиления в ситуации "только шум"

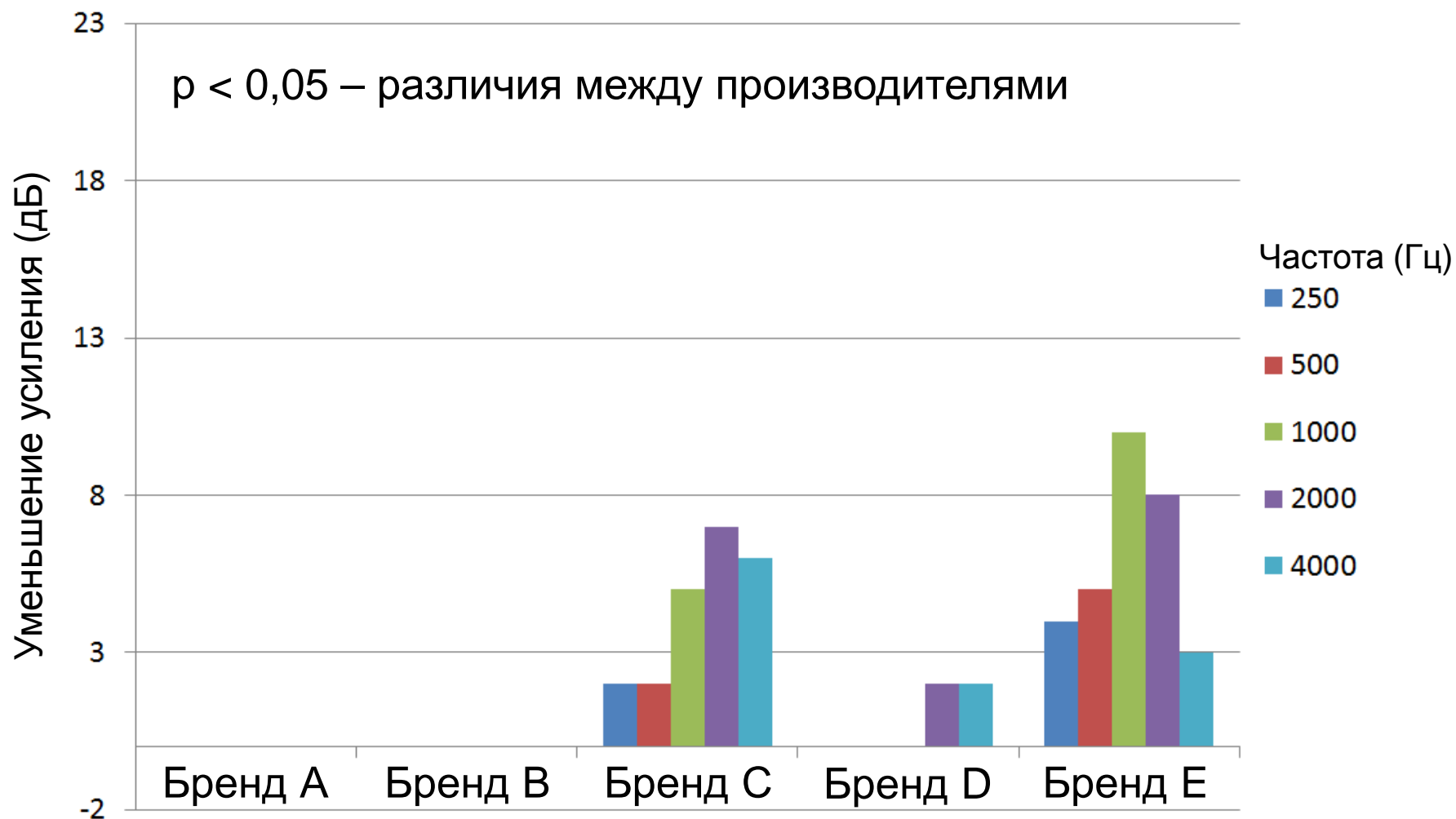
Слуховые аппараты высокого класса – Умеренная тугоухость



Педиатрическая настройка ШП по умолчанию

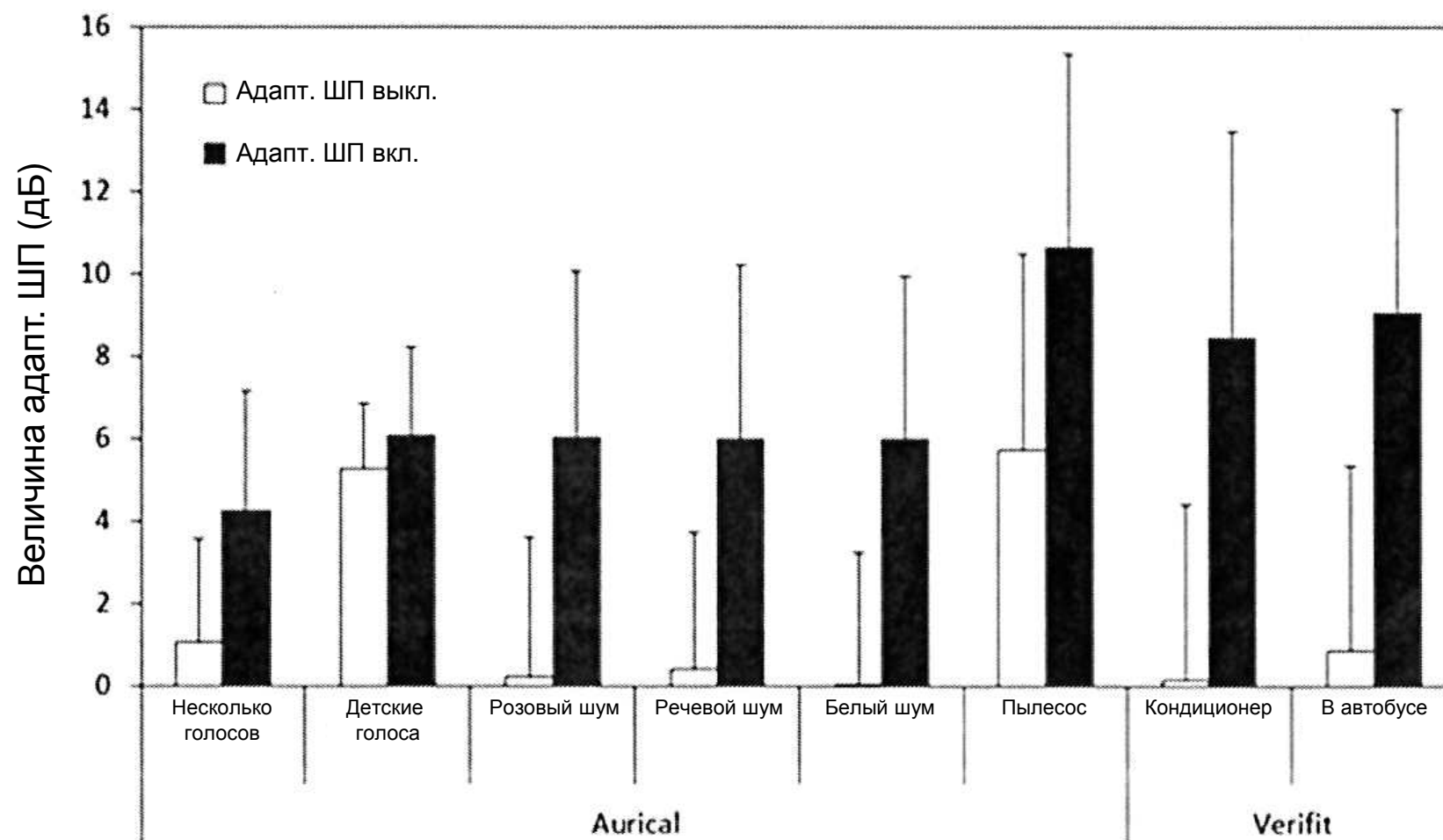
Уменьшение усиления в ситуации "речь + шум"

Слуховые аппараты высокого класса – Умеренная тугоухость



Педиатрическая настройка ШП по умолчанию

Scollie et al. (2016)



Величина шумоподавления зависит от типа сигнала и используемого анализатора

Выводы: "Работает" ли ШП у детей?

- Да!
- По крайней мере, при правильном применении оно не приводит к ухудшению разборчивости речи
- Оно облегчает процесс слушания, повышает комфортность звучания, снижает когнитивную нагрузку и утомление, а также способствует запоминанию новых слов

Выводы: Следует ли использовать ШП у самых младших детей?

- Да
- Однако мы должны убедиться, что в присутствии речевого сигнала усиление не уменьшается
- Необходимы стандартизированные показатели (и сигналы) для верификации эффекта ШП в условиях "только шум" и "речь в шуме"

ТЕХНОЛОГИИ НАПРАВЛЕННОСТИ У ДЕТЕЙ

Технологии направленности в детском слухопротезировании

- Мнение экспертов о необходимости использования технологий направленности у младших детей расходятся
- Различаются рекомендации, приводимые в руководствах по клинической практике
 - Ontario Infant Hearing Program Amplification Protocol (2014)
 - American Academy of Audiology Pediatric Amplification Guideline (2013)
 - Australian National Protocol for Paediatric Amplification (King, 2010)
 - Руководство Harvey Dillon "Hearing Aids" (Dillon, 2012)

16.4.4 Signal processing features

Each of the features in this section has been covered in detail in Chapters 7 and 8. The following discusses the applicability of these features to infants and young children.

Directional microphones

Switchable directional microphones are probably as useful for older children as they are for adults. Hearing aids permanently in directional mode are

of directional microphones just as much as it limits their advantages. That is, just as directional microphones typically improve SNR by only around 2 to 3 dB when the wearer is looking in the general direction of the talker, they also decrease SNR by only around 2 to 3 dB when the wearer is looking away from the talker. Greater benefits, and presumably disadvantages, are observable if children are tested at close distances in artificial low-reverberation environments, such as test booths.⁶⁴⁵

...слуховые аппараты, предназначенные для младенцев и детей младшего возраста обязательно должны снабжаться современными направленными микрофонами.

Hearing Aids

Harvey Dillon

Second Edition



one realizes that it takes only a head-turn by the infant or child for the other mode to be optimal.

Simply never using directional microphones might at first seem like an appropriately simple approach, this solution means that the only benefit of modern hearing aids that significantly improves SNR in noisy places would be unavailable to those who most need it - young children. As outlined in Section 16.4.1, young children need a higher SNR than adults if speech is to be intelligible. For infants, adults, infants and young children will have the most difficulty understanding speech when it is masked by noise, so it is worth finding a way to help them to gain the benefit of directional microphones, at all possible.

Due to the signal caused by directional microphones, a linear, low-distortion effect, similar to just the noise level. Thus, the magnitude of the disadvantage (disadvantage) in decibels of SNR change due to the environment on benefit should be different for infants and young children than that experienced by older children or adults, as reviewed in Section 7.3, and as directly observed in children.⁶⁴⁵ For younger children, who are still learning to listen, the benefit is more often than anyone else *need* the SNR improvement.

It is important to understand that current directional microphones are not all *that* directional, particularly in environments where reverberation limits the disadvantages

Our study showed that, relative to omni-directional microphones, directional microphones on average improved SNR by 2.4 dB when the children looked in the general direction of the talker and decreased SNR by 1.6 dB when they looked away. The overall "net benefit" of a directional microphone could provide can then be calculated by weighting its effect on SNR by the proportion of time it has this effect. The resulting net benefit averaged across listening situations was a 0.02 dB decrease in SNR - a change so small to be of no consequence. Furthermore, the effect of the directional microphone was assessed in the absence of any compression, which as outlined in Section 7.3.3, partly reverses the decrease in signal level caused by a directional microphone when a wanted talker is to the rear or sides.

This nil result suggests that infants and young children should routinely be fit with advanced directional microphones, and they should receive considerable benefit from them, for the following reasons:

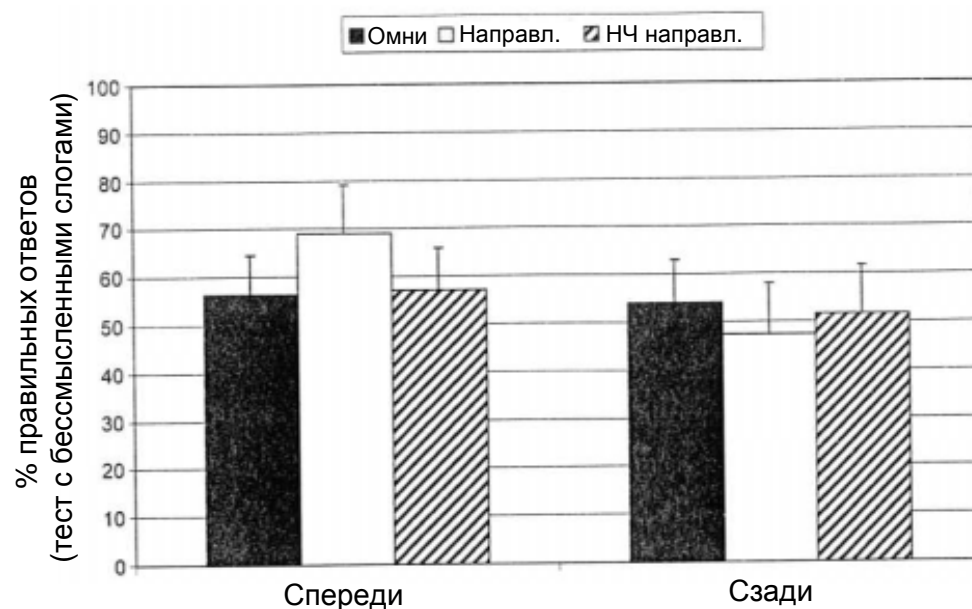
- The experimental results were obtained on normal-hearing children, and children with hearing loss wearing omni-directional microphones. It is likely (but by no means proven) that children wearing directional microphones will notice that looking at the talker improves the clarity of the signal and will adapt their behavior to look at the talker more often than children wearing omni-directional microphones. A study of 4 to 17-year old children in the classroom indicated that

- Как обстоят дела с доказательствами?

- В целом, непосредственных доказательств преимуществ использования направленности у младенцев и младших детей не существует!

Ricketts & Galster (2007) American J of Audiology

Направленность снижает разборчивость речи при поступлении сигнала сзади



- Исследовано распознавание речи у 26 детей школьного возраста с малой/умеренной тугоухостью
- Имитация обстановки в школьном классе
- Сравнение направленного и ненаправленного (омни) режима
- Сигнал подавали спереди и сзади

Результаты, полученные Todd Ricketts

- Направленный режим признан оптимальным:
 - 30% времени пребывания в обычном классе
 - 40% времени пребывания в специальном классе (например, уроки музыки, рисования)
 - 83% времени пребывания в столовой
- Нет исследований, посвященных использованию адаптивной направленности у детей
- Технология адаптивной направленности, возможно, будет эффективной у детей школьного возраста с тугоухостью



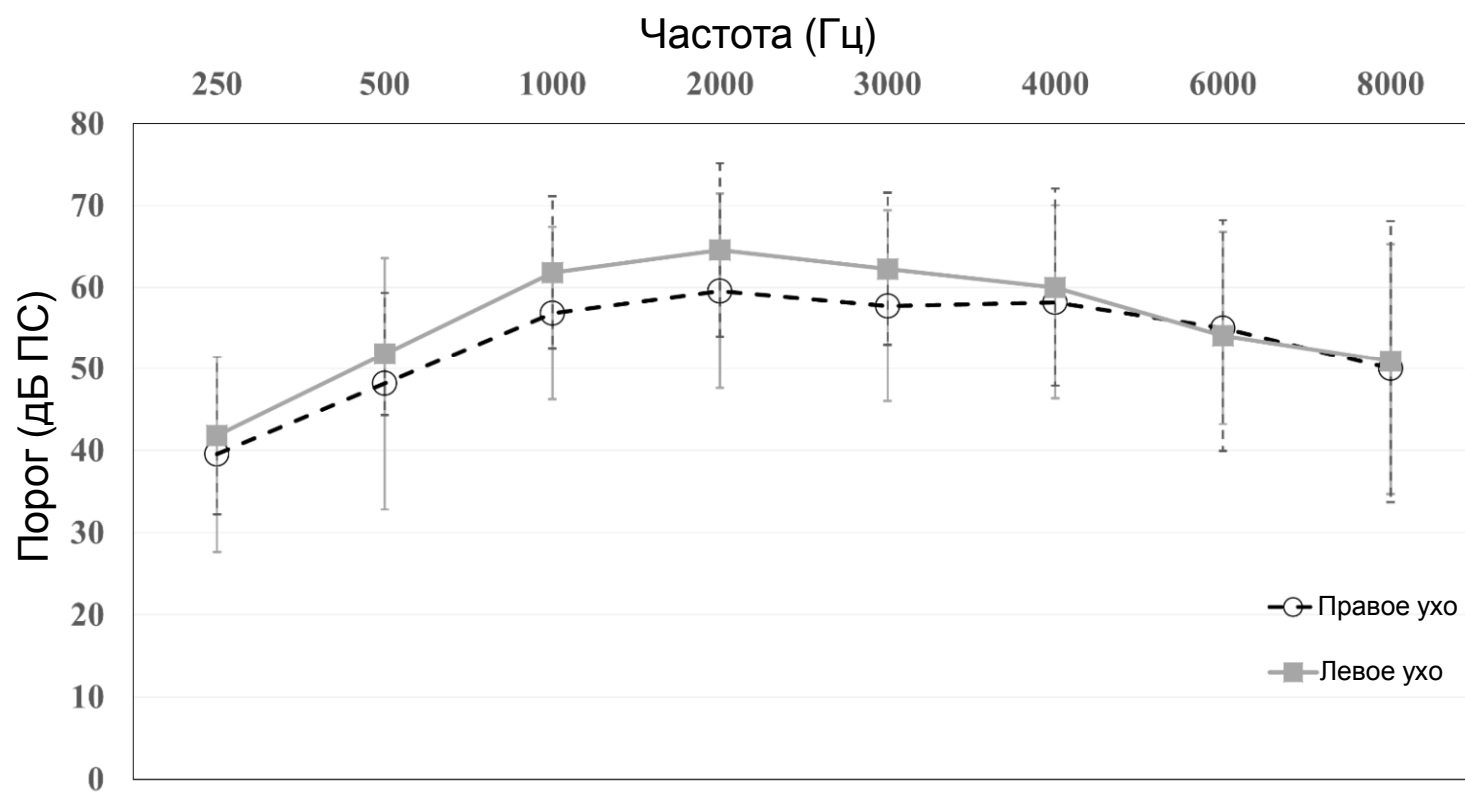
-
- Новое исследование технологии автоматического шумоподавления, разработанной для детей

В основу положено исследование Manuela Feilner, приведшее к созданию автоматического классификатора акустической обстановки, предназначенного для детей

Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

- 15 детей
 - Малая/тяжелая тугоухость
 - Средние пороги слышимости в лучшем ухе: 53,9 дБ ПС
 - Возраст: 9-14 лет (в среднем 12 лет)
- Сравнивались показатели в трех режимах работы СА:
 - Детская программа по умолчанию (Real Ear Sound)
 - Автоматическое адаптивное шумоподавление (AutoSense)
 - Ручное шумоподавление (например, программа "Речь в шуме")

Средняя аудиограмма

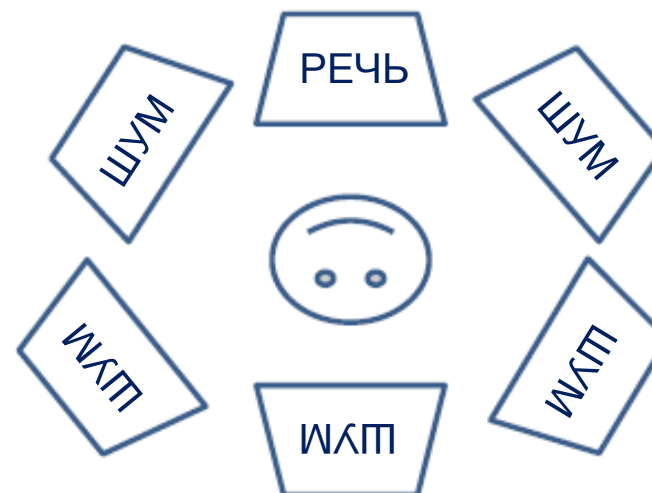


Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

- Слуховые аппараты Phonak Audeo V90, настроенные по формуле DSL v5.0
- Дети носили слуховые аппараты в течение 2-4 недель в педиатрической программе по умолчанию и в автоматической программе
- Фаза 1
 - Распознавание речи в шуме в каждом из трех вариантов работы СА (см. выше)
- Фаза 2
 - 4-недельное ношение слуховых аппаратов в реальной обстановке с ведением дневника для выявления предпочитаемого технологического варианта
- Фаза 3
 - Индекс оценки разборчивости речи (Сох, McDaniel, 1989)

Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

- Фразовый тест AzBio (Spahr и соавт., 2012) и тест "шум класса" (Schafer, Thibodeau, 2006)
- Четыре акустические ситуации (Pearsons и соавт., 1977)
 - Речь в шуме
 - Речь 60 дБА, шум 55 дБА
 - Речь в громком шуме
 - Речь 72 дБА, шум 70 дБА
 - Автомобиль
 - Речь 55 дБА, шум 50 дБА
 - Тишина
 - Речь 60 дБА
- Три программы слухового аппарата
 - Real Ear Sound ↔ Ручная ↔ AutoSense
 - Двойное слепое уравновешенное исследование



Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

- Дневник (2-4 недели)
 - 2 программы
 - Адаптивное шумоподавление
 - Real Ear Sound и минимальное цифровое шумоподавление
- Выбор предпочтительной программы (как минимум, дважды в каждом варианте обстановки)
 - Кафетерий
 - Класс
 - Ресторан
 - Автомобиль

Дата: _____

Место: _____ Кафетерий _____

Какая программа лучше звучит?

A_B A_B A_B B_A B_A

1- Какая программа комфортнее?

A_B A_B A_B B_A B_A

2- Какая программа помогает лучше понимать речь?

A_B A_B A_B B_A B_A

3- Какая программа лучше всего устраняет шум?

A_B A_B A_B B_A B_A

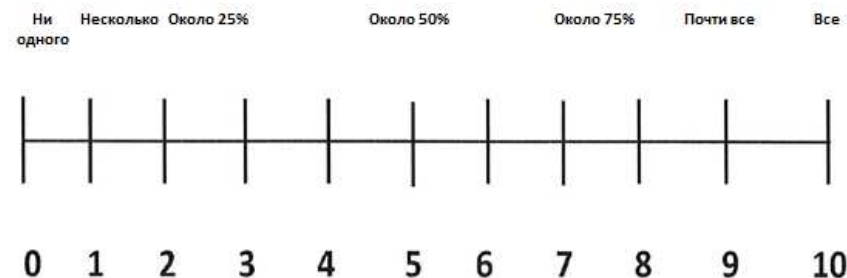
Комментарий: _____

Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

- Индекс оценки разборчивости речи (Cox, McDaniel, 1989)
 - Речь в шуме
 - Речь 0°
 - Речь 180° / Лицом вперед
 - Речь 180° / Лицом в предпочтительном направлении
 - Речь в громком шуме
 - Речь 0°
 - Речь 180° / Лицом вперед
 - Речь 180° / Лицом в предпочтительном направлении

ТЕСТ ОЦЕНКИ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ

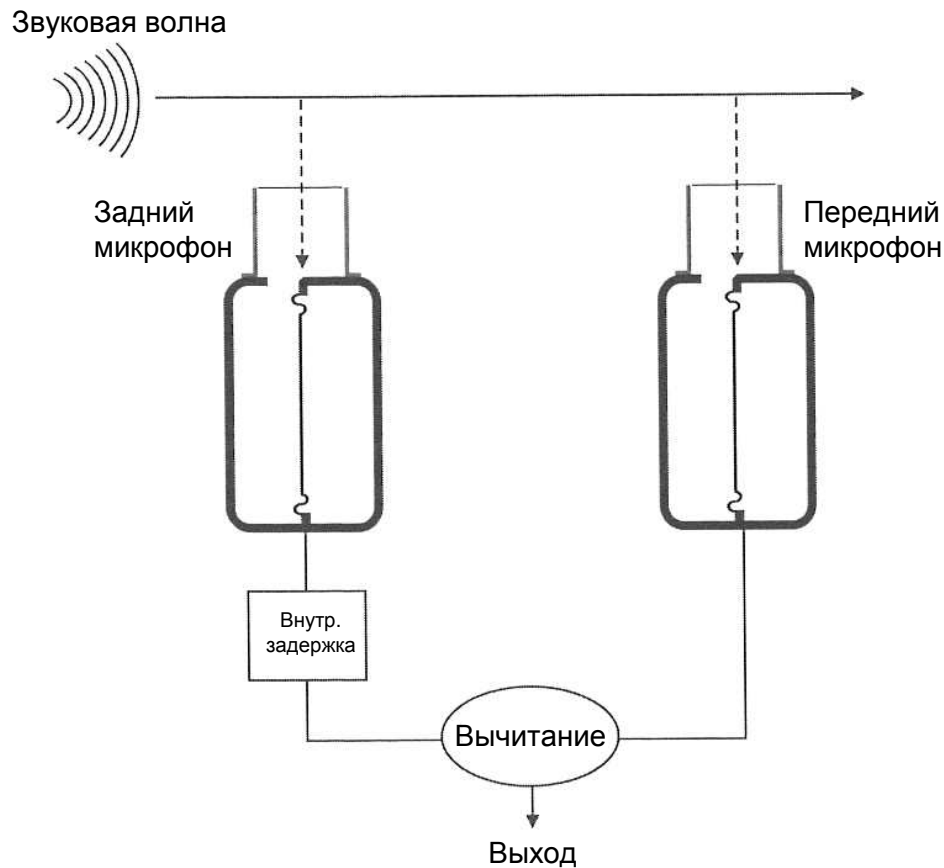
СКОЛЬКО СЛОВ ВЫ ПОНЯЛИ



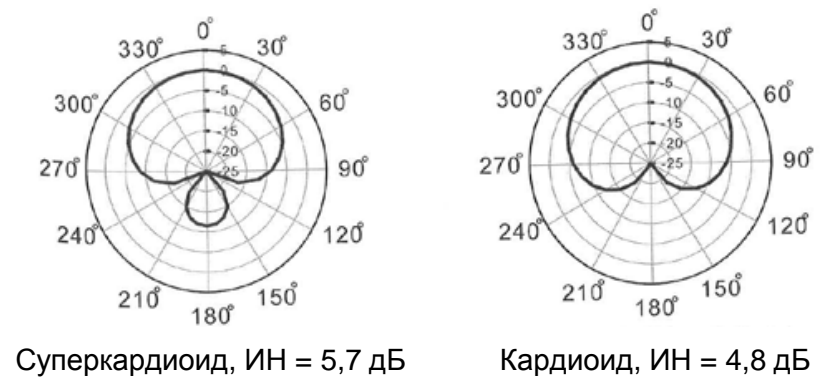
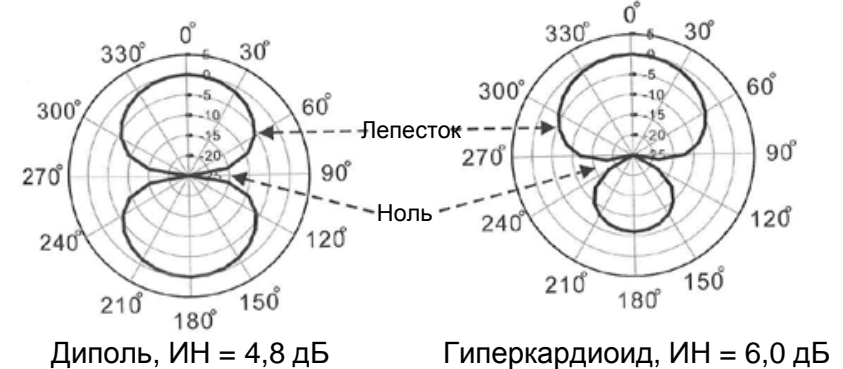
Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

- 3 программы:
 1. Тишина: минимальное шумоподавление; микрофоны в режиме Real Ear Sound (RES), **имитирующем естественную направленность уха**
 2. AutoSense OS: содержит классификатор обстановки, выбирающий технологию устранения шума, оптимизирующую слышимость (например, в шумной обстановке одновременно активируются режим адаптивной направленности и шумоподавление путем уменьшение усиления).
 3. Ручная программа направленности: выбрана специалистом для конкретной обстановки.
 - Речь в тишине: регулятор ШП в положении "слабо", микрофоны в режиме RES
 - Речь в шуме: регулятор ШП в положении "слабо", микрофоны в режиме UltraZoom (адаптивная направленность)
 - Речь в громком шуме: регулятор ШП в положении "умеренно", микрофоны в режиме StereoZoom (бинауральная направленность)

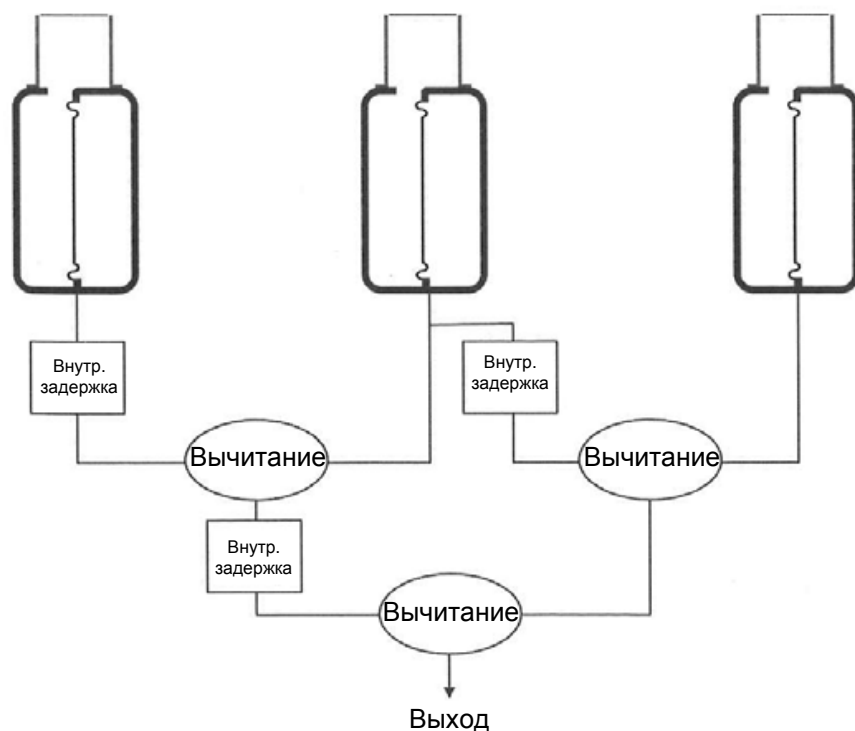
Двухмикрофонная направленность



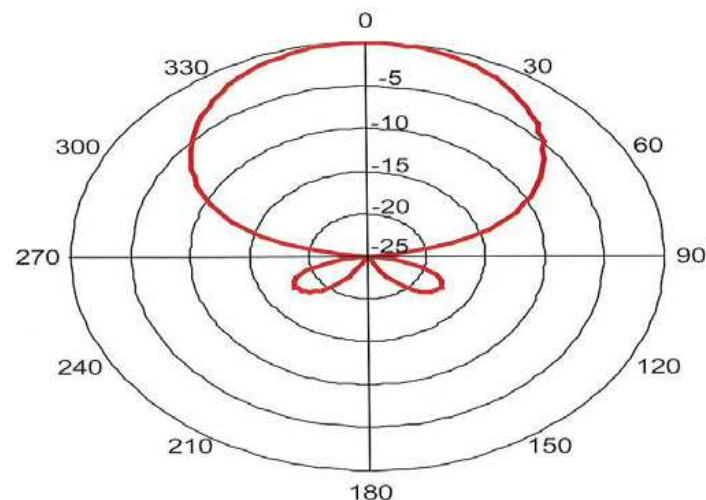
- В большинстве современных слуховых аппаратов и КИ используется моноауральная двухмикрофонная система направленности
- Она называется системой направленности 1-го порядка



Системы направленности более высокого порядка



- Объединение выходов более, чем двух микрофонов приводит к формированию систем направленности более высокого порядка
- 3 микрофона = система 2-го порядка; 4 микрофона = система 3-го порядка; и т.д. ...
- Системы направленности высоких порядков обладают большей степенью шумоподавления



Бинауральная направленность

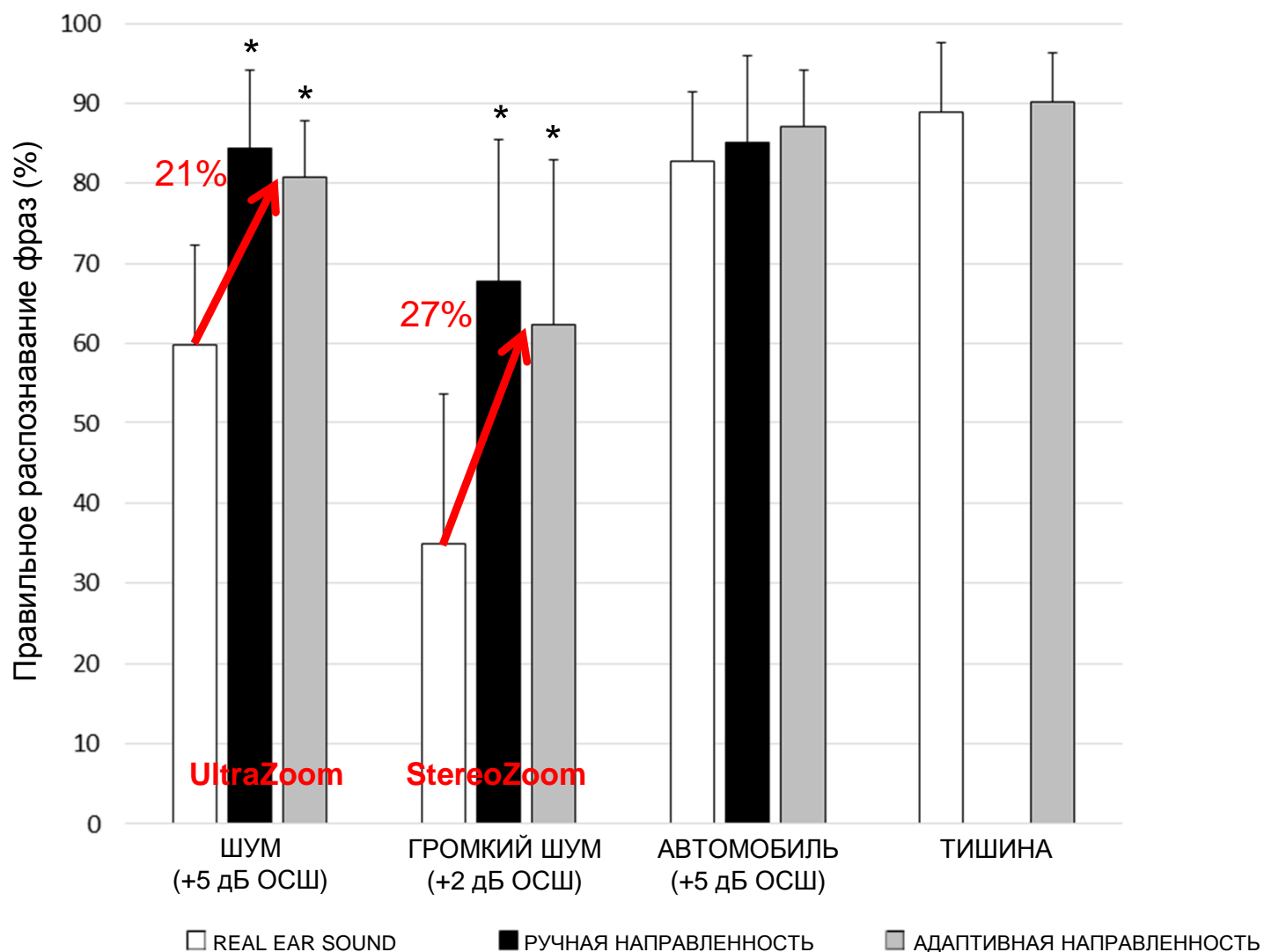


- Объединение выходов 2-микрофонных систем направленности каждого уха приводит к формированию 4-микрофонной системы направленности
- Это система 3-го порядка
- Система такого типа обеспечивает бóльшую фокусировку по фронтальной оси и большее ослабление звуков, поступающих сбоку и сзади

Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

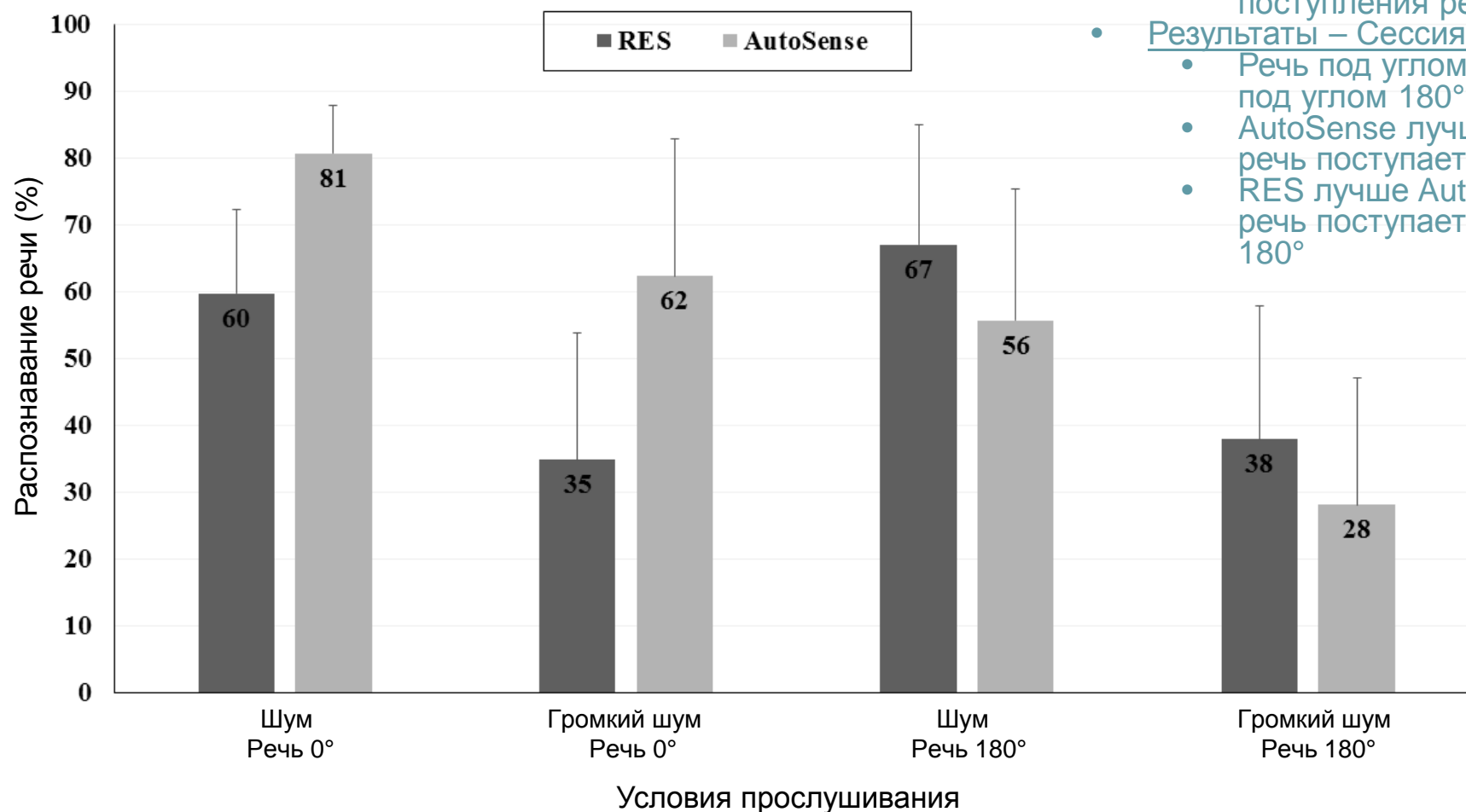
- 3 программы:
 1. Тишина: минимальное шумоподавление; микрофоны в режиме Real Ear Sound (RES), имитирующем естественную направленность уха
 2. AutoSense OS: содержит классификатор обстановки, выбирающий технологию устранения шума, оптимизирующую слышимость (например, в шумной обстановке одновременно активируются режим адаптивной направленности и шумоподавление путем уменьшение усиления).
 3. Ручная программа направленности: выбрана специалистом для конкретной обстановки.
 - Речь в тишине: регулятор ШП в положении "слабо", микрофоны в режиме RES
 - Речь в шуме: регулятор ШП в положении "слабо", микрофоны в режиме UltraZoom (адаптивная направленность) – **двухмикрофонная система 1-го порядка**
 - Речь в громком шуме: регулятор ШП в положении "умеренно", микрофоны в режиме StereoZoom (бинауральная направленность) – **4-микрофонная система 3-го порядка**

Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей



Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

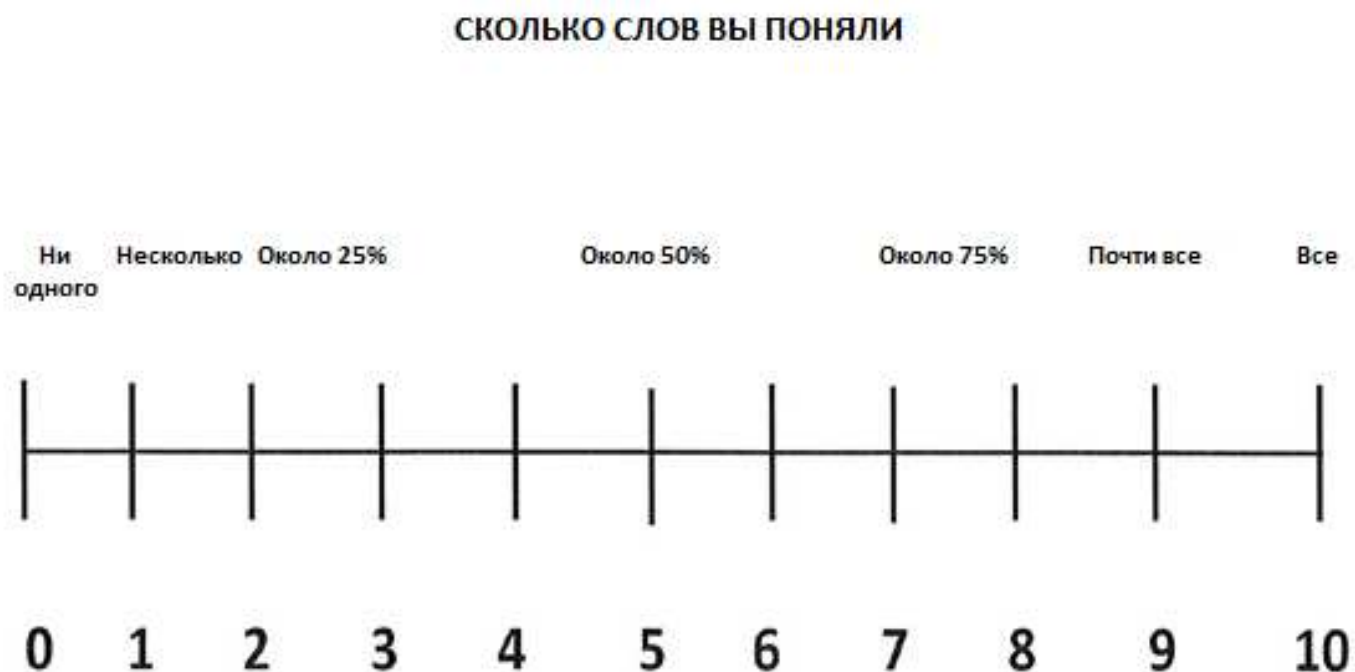
Wolfe и соавт., направлено в печать, JAAA



- Методика – Сессия 2:
 - Исследование эффективности технологии направленности при расположении говорящего позади слушающего (сравнение азимутов поступления речи 0° и 180°)
- Результаты – Сессия 2:
 - Речь под углом 0° лучше речи под углом 180°
 - AutoSense лучше RES, если речь поступает под углом 0°
 - RES лучше AutoSense, если речь поступает под углом 180°

Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

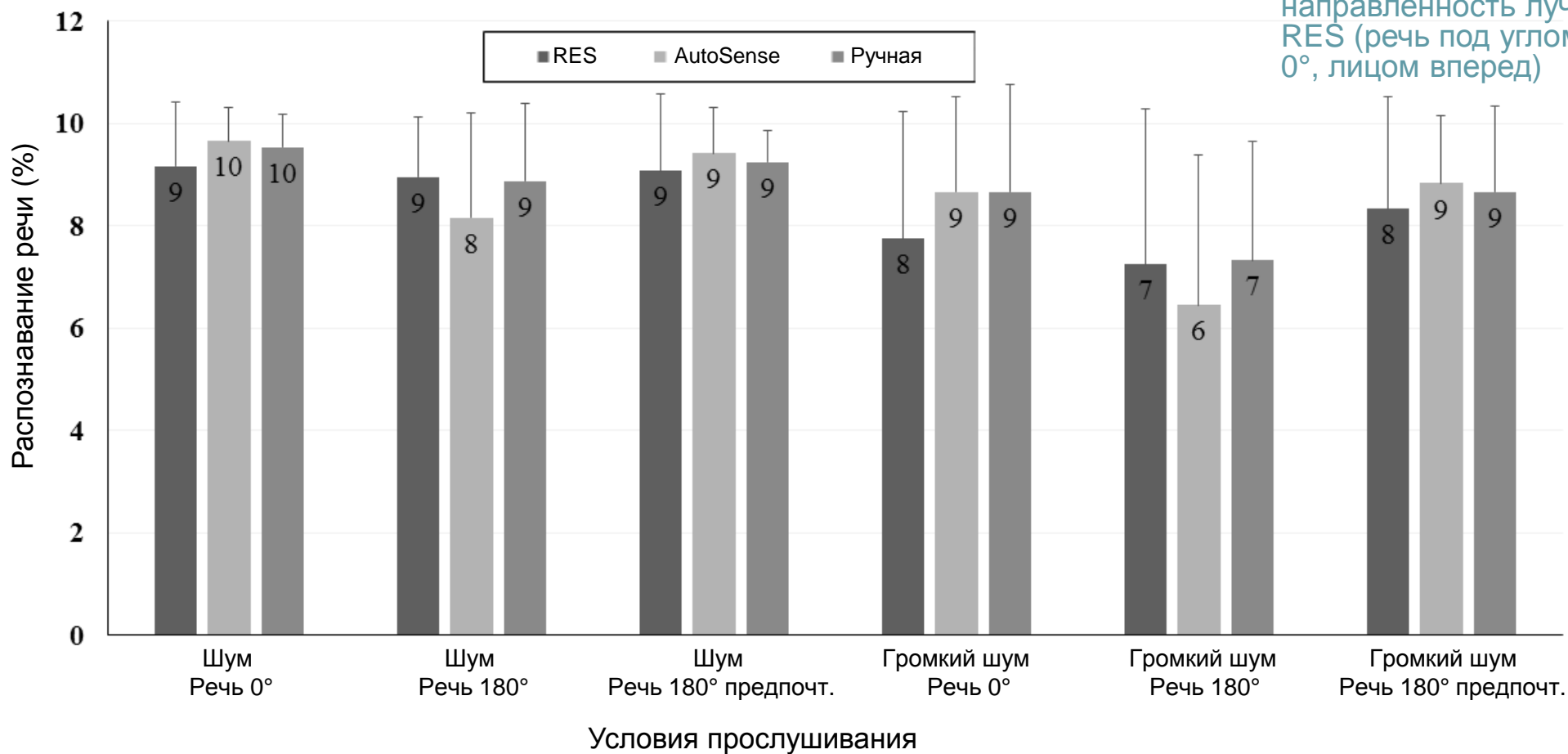
- Оценка разборчивости речи (SIR):



Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

Wolfe и соавт., направлено в печать, JAAA

- Результаты SIR:
 - Аналогичные, с двумя исключениями:
 1. В шуме AutoSense лучше RES (речь под углом 0°, лицом вперед)
 2. В громком шуме направленность лучше RES (речь под углом 0°, лицом вперед)



Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

- Дневники участников исследования:
 - Заполнялись после полевых испытаний с целью сравнения AutoSense и RES
 - Оценивались 4 ситуации: кафетерий, автомобиль, домашняя обстановка и ресторан
 - Диапазон оценок для каждой ситуации ± 2
 - A = AutoSense; B = RES (уравновешенный выбор)
 - $A_B = 2$
 - $A_B = 1$
 - $AB = 0$
 - $B_A = -1$
 - $B_A = -2$

Дата: _____

Место: Ресторан

Какая программа лучше звучит?

A_B A_B AB B_A B_A

1- Какая программа комфортнее?

A_B A_B AB B_A B_A

2- Какая программа помогает лучше понимать речь?

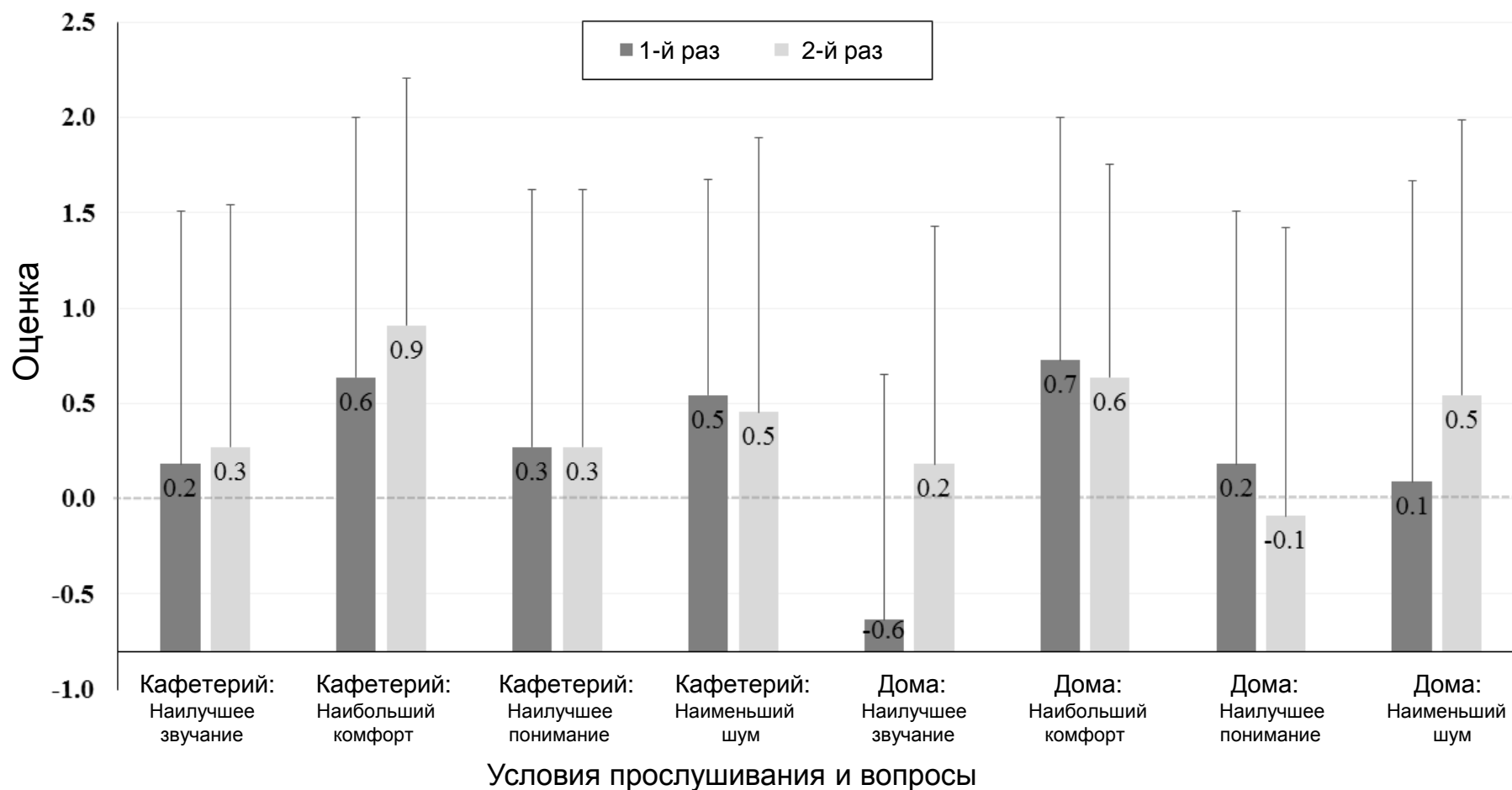
A_B A_B AB B_A B_A

3- Какая программа лучше всего устраняет шум?

A_B A_B AB B_A B_A

Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

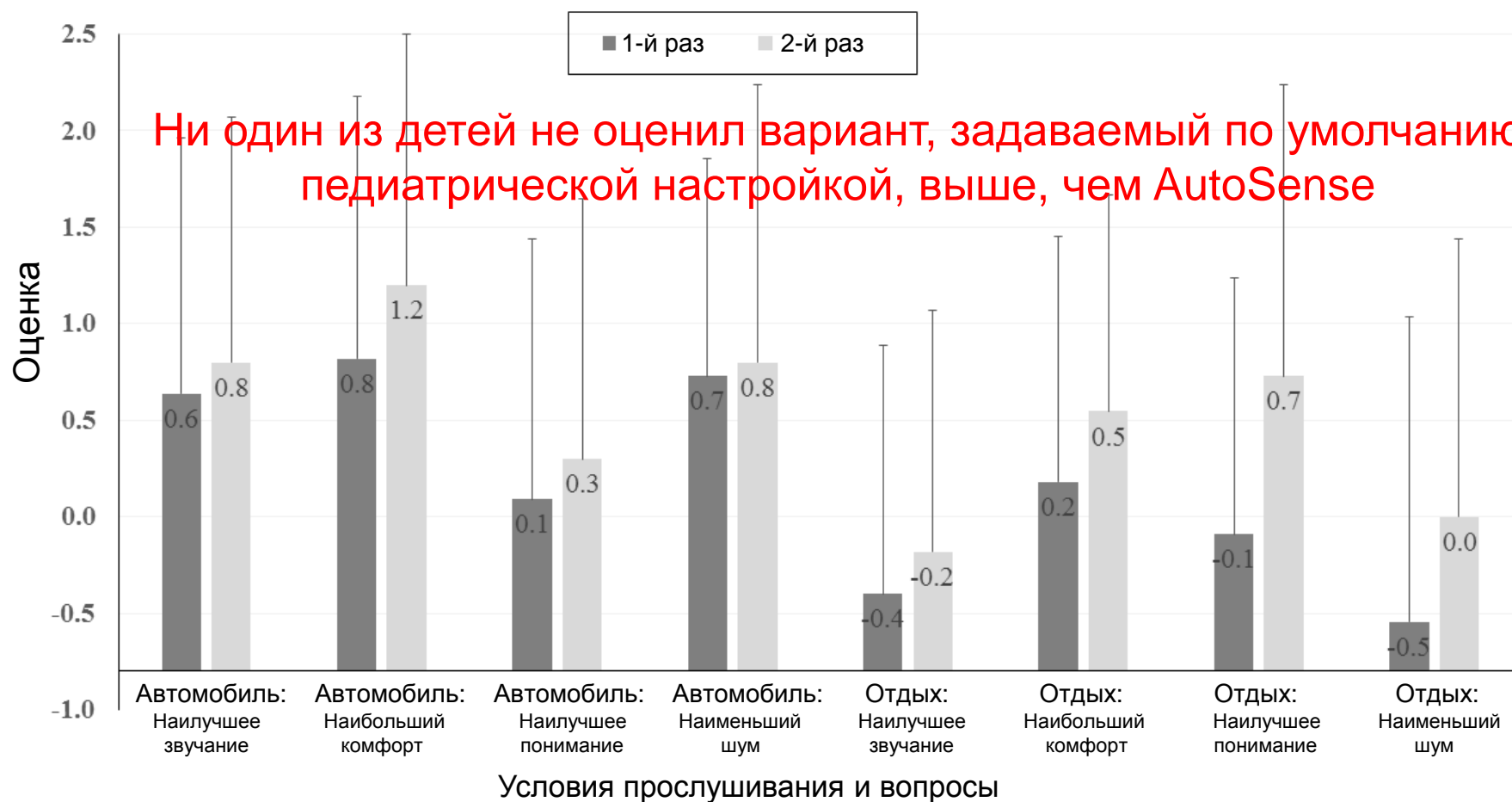
Wolfe и соавт., направлено в печать, JAAA



Большинство участников предпочли AutoSense (положительные оценки) по сравнению с RES

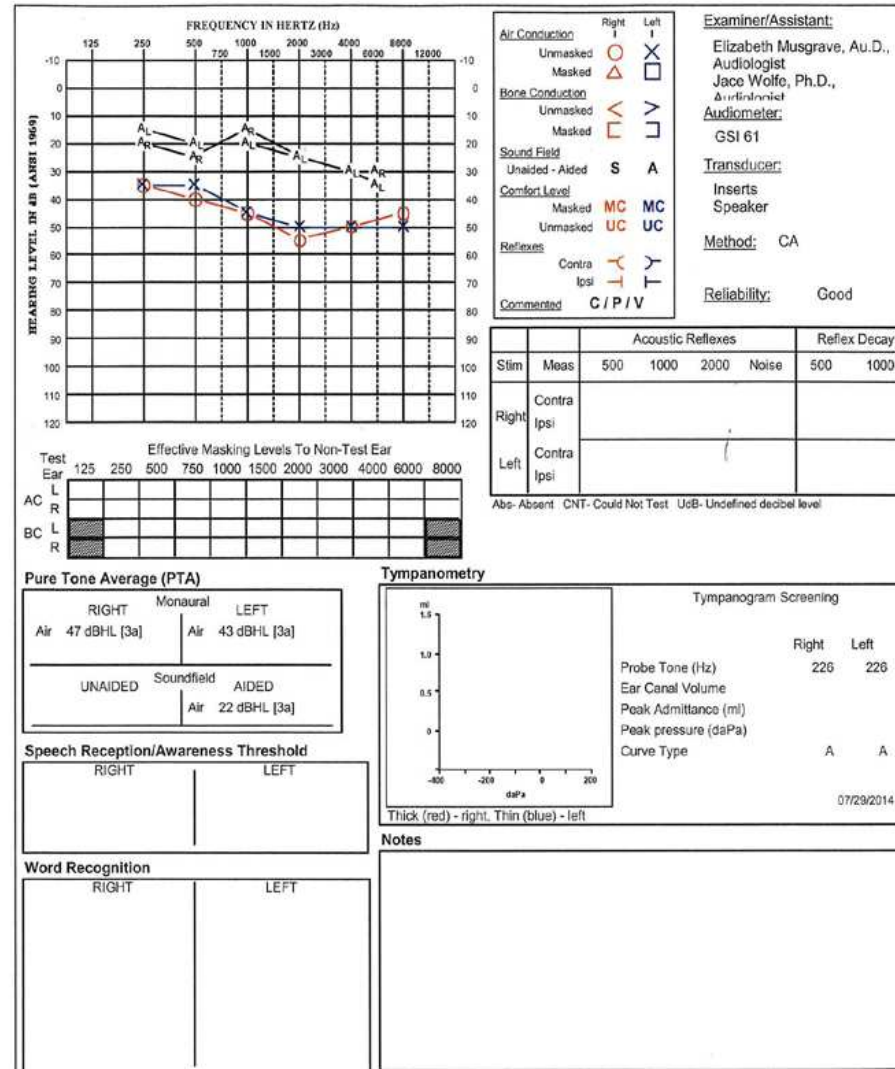
Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей

Wolfe и соавт., направлено в печать, JAAA



Большинство участников предпочли AutoSense (положительные оценки) по сравнению с RES

Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей: Дневник



Чарльз, 11 лет

Технология автоматического шумоподавления, предназначенная для детей: Дневник

Assigned Date: _____ Program: _____

Location: Cafeteria

1- Which program sounds best?

A_B A_B AB B_A B_A

2- Which program is more comfortable?

A_B A_B AB B_A B_A

3- Which program helps understand speech better?

A_B A_B AB B_A B_A

4- Which program makes the noise go away the most?

A_B A_B AB B_A B_A

Comments:

I like A better because
it is quieter distinct B better because it is clearer
These hearing aids are really aiding me in life.
Thank you!

Выводы: "Работает" ли адаптивная направленность у детей?

- Да!
- Исследованиями установлено, что она улучшает разборчивость речи в шуме при поступлении сигнала спереди
- Она может ухудшить разборчивость речи при поступлении полезного сигнала сзади (Ching и соавт., 2009; Ricketts, Galster, 2007)
 - Однако наши новейшие исследования указывают, что преимущества могут перевесить недостатки при использовании у детей
- Нет доказательств ее эффективности у младенцев и младших детей
 - Необходимы дополнительные исследования!

Выводы: Следует ли использовать адаптивную направленность у детей?

- Не исключено
- Скорее всего, неэффективна у детей в возрасте 0-12 мес.
- Скорее всего, эффективна и хорошо воспринимается детьми школьного возраста
 - Могут ли они рассказать о своих впечатлениях?
 - Понимают ли они смысл использования направленности?
 - Поворачиваются ли они лицом в нужном направлении?
- Необходимы дополнительные исследования, обосновывающие эффективность и ограничения использования направленности у детей младшего возраста и дошкольников



Заключение

- Технология адаптивного устранения шума, предназначенная для детей школьного возраста, в основном, эффективна и не ухудшает разборчивость речи
 - Дети предпочитают ее
 - Будущие исследования должны установить, какой из вариантов технологии обладает наибольшими субъективными преимуществами
- Детские аудиологи должны знать о наличии адаптивного устранения шума в слуховых аппаратах, предназначенных для детей
 - Эти технологии могут быть реализованы по-разному различными производителями
- По возможности следует верифицировать результаты использования технологий устранения шума
- Кроме того, необходимо проводить валидацию
 - Исследование разборчивости речи со слуховыми аппаратами
 - Анкетирование (PEACH; APHAB; SSQ-C; OIHP-ABQ и т.д.)

Благодарность

- Mila Morais, AuD
- Sara Neumann, AuD
- Pati Burns, B.Sc., ассистент аудиолога
- Joanna Smith, M.S., CCC-SLP, LSLS
- Erin Schafer, Ph.D., аудиолог
- Christine Jones, Lori Rakita, Manuela Feliner и Michael Boretzki



Спасибо за внимание!!!



Достать до луны!

www.heartsforhearing.org