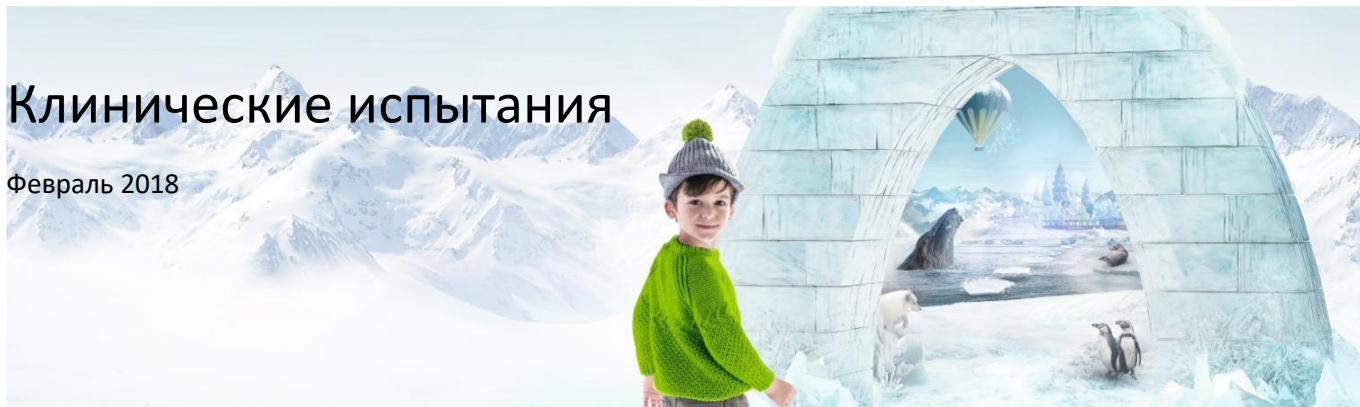


# Клинические испытания

Февраль 2018



## Устранение шума: Что нужно детям и что они предпочитают?

В настоящей работе приведены полученные у детей результаты применения различных технологий устранения шума, а также собственные предпочтения детей. Заушные слуховые аппараты Phonak Sky™ V90-P были подобраны 14 детям с умеренной/умеренно-тяжелой тугоухостью. Использование адаптивных направленных микрофонов привело к статистически значимому повышению разборчивости фразовой речи при ее поступлении спереди (в среднем на 24% по сравнению с всенаправленными микрофонами). Использование Real Ear Sound обеспечило повышение разборчивости фразовой речи при ее поступлении спереди на 8% и практически не отразилось на разборчивости при поступлении речевого сигнала сзади. Технология Real Ear Sound оказалась наиболее эффективной при выполнении задач по локализации источника звука. Наконец, дети явно предпочитали комбинированное применение технологий уменьшения уровня шума (т.е. специальную амплитудно-частотную характеристику, режим адаптивной направленности и шумоподавление) как при поступлении речи спереди, так и при ее поступлении сзади.

### Введение

Доказано, что дети с нарушениями слуха часто сталкиваются с проблемами общения в шумной обстановке. Например, Wolfe с коллегами (2013) исследовали разборчивость речи в шуме в условиях класса в группе из 15 детей школьного возраста с нормальным слухом и 15 детей школьного возраста с умеренной/умеренно-тяжелой тугоухостью. При отношении сигнал-шум (ОСШ) 5 дБ средний показатель разборчивости фразовой речи составил почти 90% у нормально слышащих детей и около 65% – у детей с тугоухостью. Scollie с соавт. (2010) изучали результаты и предпочтения 24 детей в реальной обстановке, сравнивая расчетные формулы NAL-NL1 и DSL v4.1. Дети часто жаловались на значительные сложности с общением в условиях шума и предпочитали меньшее усиление в шумной обстановке. Hornsby с соавт. (2017) исследовали субъективное утомление у 60 детей с тугоухостью и 43 детей с нормальным слухом. Они обнаружили, что дети с нарушениями слуха испытывают большее утомление, чем нормально слышащие дети. Логично предположить, что большее утомление, испытываемого детьми с тугоухостью, по крайней мере частично, обусловлено сложностями, связанными с пребыванием в шумной обстановке. К сожалению, слабослышащим детям приходится часто общаться в таких условиях. Например, Crukley с коллегами (2011), исследовавшие акустические свойства образовательной среды, установили, что почти 90% школьного дня ученика начальных классов проходит в обстановке "речь в шуме".

Использование адаптивных дистанционных микрофонов – самый эффективный метод повышения разборчивости речи в шумной обстановке (Wolfe с соавт., 2013, 2017). Однако, во многих ситуациях полезный сигнал не поступает непосредственно в дистанционный микрофон. Например, Feilner (2016), изучавшая обстановку в классе в разных станах, обнаружила, что педагог непосредственно обращается к учащимся лишь на протяжении 22% школьного дня. Остальное время заполнено динамичными занятиями, когда роль главного собеседника постоянно переходит от одного человека к другому. Для оптимизации

слухового восприятия в такой обстановке необходимо использовать дополнительные технологии устранения шума, например, адаптивные направленные микрофоны, автоматическое шумоподавление и автоматическое изменение амплитудно-частотной характеристики слуховых аппаратов в ответ на появление шума достаточно высокого уровня.

Многие исследователи занимались вопросом влияния технологий направленности на разборчивость речи в шуме у детей с тугоухостью. Полученные ими результаты однозначно свидетельствуют о повышении разборчивости речи при поступлении речевого сигнала спереди (Gravel с соавт., 1999; Kuk с соавт., 1999; Ricketts, Galster, Tharpe, 2007; Wolfe с соавт., 2017). Однако, Ricketts с коллегами (2007) и Wolfe с соавт. (2017) также обнаружили, что направленные микрофоны снижают разборчивость речи при поступлении речевого сигнала сзади. В этой связи ряд специалистов с осторожностью относятся к использованию технологий направленности у маленьких детей с тугоухостью (AAA, 2013; Bagatto, 2010; OIHP, 2014). Кроме того, не исключено, что направленные микрофоны могут привести к нарушению локализации звуков, поступающих из задней пространственной полусферы.

В ряде работ также изучалось влияние автоматического шумоподавления на разборчивость речи, субъективные предпочтения и слуховые способности детей с тугоухостью. Stelmachowicz с соавт. (2010) исследовали потенциальные преимущества и недостатки шумоподавления в группе из 16 детей с тугоухостью и не обнаружили различий разборчивости речи при включенном и выключенном шумоподавлении. Несмотря на то, что шумоподавление не повышает разборчивость речи в шуме, Stelmachowicz с коллегами пришли к выводу о его благоприятном влиянии, связанном с повышением слухового комфорта, снижением когнитивной нагрузки и уменьшением утомления. Pittman (2011) изучала запоминание новых слов у 26 детей с тугоухостью и обнаружила значительно более высокие показатели при включенной функции шумоподавления, что подтверждает предположение о снижении когнитивной нагрузки при выполнении сложных когнитивных задач.

Остаются нерешенными несколько вопросов, относящихся к использованию технологий устранения шума у детей с тугоухостью:

- 1) Каков вклад отдельных технологий устранения шума (например, изменения амплитудно-частотной характеристики, автоматического шумоподавления, режима микрофонов) в повышение разборчивости речи у детей с тугоухостью?
- 2) Каково влияние различных режимов работы микрофонов на локализационные способности детей с тугоухостью?
- 3) Какие технологии устранения шума предпочитают дети в условиях класса?

В приводимом здесь исследовании мы пытались ответить на эти вопросы.

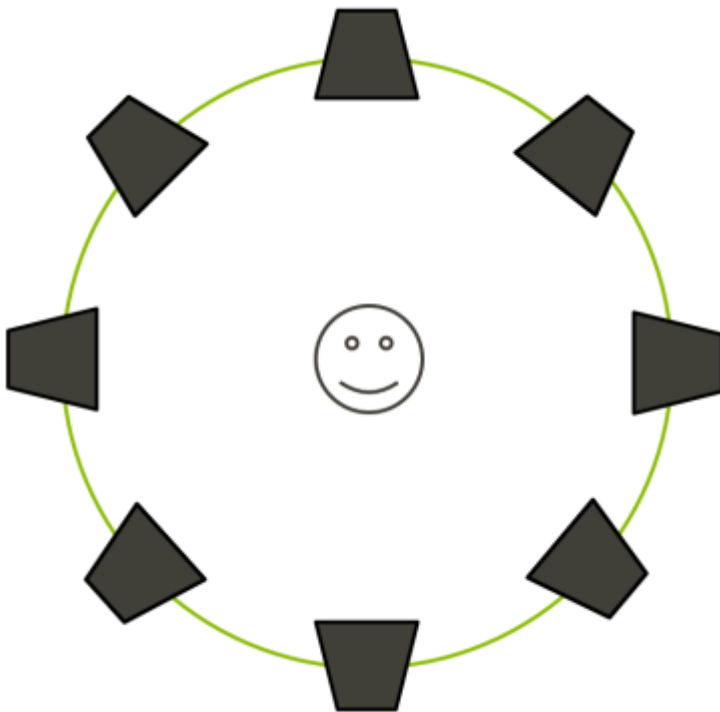
## Методика

Четырнадцати детям в возрасте от 8 до 14 лет (средний возраст 11 лет и 6 месяцев) с умеренной / умеренно-тяжелой двусторонней тугоухостью были бинаурально подобраны заушные слуховые аппараты (BTE) Phonak Sky V-90. Путем измерений в реальном ухе настраивали выходные уровни слуховых аппаратов в пределах  $\pm 5$  дБ от целевых значений детской формулы DSL v5.0 для входных речевых сигналов уровнем 55, 65 и 75 дБ УЗД. Контроль максимального выходного уровня слуховых аппаратов осуществлялся путем подачи возрастающего по частоте непрерывного тона интенсивностью 85 дБ УЗД. В каждом слуховом аппарате были созданы 5 программ:

- 1) Амплитудно-частотная характеристика соответствует целевым значениям детской формулы DSL v5.0, режим микрофонов – всенаправленный, автоматическое шумоподавление выключено.
- 2) Амплитудно-частотная характеристика соответствует целевым значениям собственной формулы Phonak для шумной обстановки (аттенюация сигнала не более 5 дБ на низких частотах относительно целевых значений детской формулы DSL v5.0 для шумной обстановки), режим микрофонов – всенаправленный, автоматическое шумоподавление включено.

- 3) Амплитудно-частотная характеристика соответствует целевым значениям детской формулы DSL v5.0, режим микрофонов – адаптивная направленность (т.е. UltraZoom), автоматическое шумоподавление выключено.
- 4) Амплитудно-частотная характеристика соответствует целевым значениям детской формулы DSL v5.0, режим микрофонов – собственный алгоритм Phonak Real Ear Sound (имитация естественной направленности ушной раковины для восстановления передаточных функций, необходимых для точной локализации), автоматическое шумоподавление выключено.
- 5) Амплитудно частотная характеристика соответствует целевым значениям собственной формулы Phonak для шумной обстановки (аттенюация сигнала не более 5 дБ на низких частотах относительно целевых значений детской формулы DSL v5.0 для шумной обстановки), режим микрофонов – адаптивная направленность (т.е. UltraZoom), автоматическое шумоподавление включено.

Все тесты проводились в школьном классе размером 6,2x7,3x2,65 м. Тестовый сигнал и помеха предъявлялись с помощью 8 динамиков, расположенных в горизонтальной плоскости по азимутам 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 и 315 градусов (рис.1). Испытуемые сидели в центре образованного динамиками круга, на расстоянии 1,3 м от каждого из динамиков.



**Рис. 1:** Схема взаимного расположения испытуемого и динамиков.

### Исследование разборчивости речи

В каждой из пяти вышеописанных программ исследовали разборчивость речи в двух условиях прослушивания:

- 1) Речевой сигнал подавали по азимуту 0 градусов, а шум класса (Schafer, Thibodeau, 2006) подавали из остальных 7 динамиков.
- 2) Речевой сигнал подавали по азимуту 180 градусов, а шум класса (Schafer, Thibodeau, 2006) подавали из остальных 7 динамиков.

Распознавание фразовой речи (список из 20 фраз) в тесте AzBio (Spahr с соавт., 2012) проводилось во всех пяти программах и в обоих условиях прослушивания (см. выше) – всего 10 сессий обследования. Порядок чередования программ и условий прослушивания был сбалансирован. Уровень предъявления фраз AzBio составлял 73 дБА в месте расположения испытуемого, что соответствует типичному уровню речи в образовательных учреждениях (Crukley с соавт., 2011; Massie, Dillon, 2006; Pearsons с соавт., 1977). В качестве помехи использовали некоррелированный шум класса (Schafer, Thibodeau, 2006). Для каждого

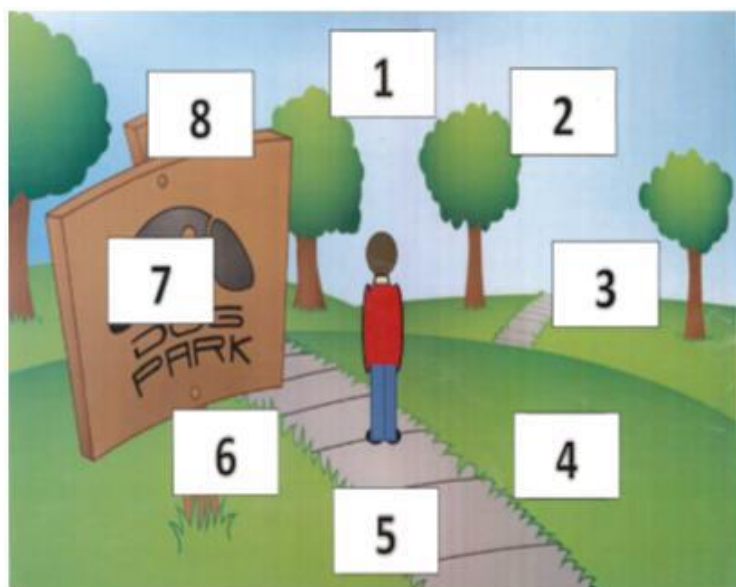
ребенка измеряли отношение сигнал-шум (ОСШ), соответствующее разборчивости фраз AzBio от 30% до 50% в исходных условиях: поступление речевого сигнала спереди, программа 1 (стандартная амплитудно-частотная характеристика, всенаправленный режим микрофонов, автоматическое шумоподавление выключено). После этого исследовали разборчивость речи в каждой из пяти программ в обоих условиях прослушивания при ОСШ, соответствовавшем 50% разборчивости речи в исходных условиях.

### Исследование локализации

Для исследования локализации использовали запись лая собаки уровнем 70 дБА (в месте расположения испытуемого). Шум класса предъявляли на уровне 62 дБА. Локализацию исследовали в трех различных условиях:

- 1) Всенаправленный режим микрофонов
- 2) Адаптивный направленный режим микрофонов (т.е. Phonak UltraZoom)
- 3) Режим микрофонов Phonak Real Ear Sound

В каждом из трех вариантов направленности в случайном порядке предъявляли собачий лай по 3 раза из каждого из 8 динамиков (всего по 24 раза для каждого варианта). После каждого предъявления ребенок показывал на картинке, откуда по его мнению поступал сигнал (рис.2). Показателем служил процент правильно указанных направлений.



**Рис. 2:** Картинка, использовавшаяся для оценки локализационных способностей. Дети должны были указать номер динамика, из которого по их мнению поступал сигнал.

### Субъективное предпочтение технологии устранения шума

Субъективное предпочтение детей в отношении технологий устранения шума оценивалось в условиях класса. Использовалось "Описание моркови"<sup>1</sup> из Теста связной речи (Cox, Alexander, Gilmore, 1987). Описание моркови предъявляли на уровне 73 дБА в месте расположения испытуемого, а шум класса (Schafer, Thibodeau, 2006) предъявляли на том же уровне (т.е. при том же ОСШ), что и во время оценки разборчивости речи у данного ребенка.

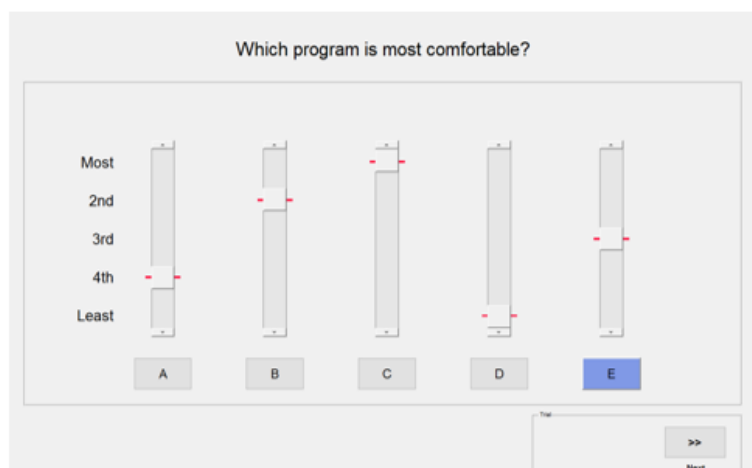
Субъективное предпочтение оценивалось в каждой из пяти программ слуховых аппаратов и в каждом из двух вариантов тестирования:

- 1) Речевой сигнал подавали по азимуту 0 градусов, а шум класса подавали из остальных 7 динамиков.
- 2) Речевой сигнал подавали по азимуту 180 градусов, а шум класса подавали из остальных 7 динамиков.

<sup>1</sup> В русском переводе: "Морковь – это овощ красно-желтого цвета вытянутой формы, имеющий несколько тонких листьев и относящийся к семейству зонтичных".

После прослушивания "Описания моркови" в каждом из вариантов тестирования каждому ребенку предлагали расположить пять программ в порядке предпочтения – от лучшей (5) до худшей (1). Для этого дети перемещали ползунки на экране планшета, оценивая каждую программу по категориям "Комфорт" ("Какая программа была наиболее комфортной?"), "Разборчивость речи" ("В какой программе ты лучше всего понимал речь?") и "Общее предпочтение" ("Какая программа тебе больше всего понравилась?"). На рис. 3 показано, как выглядел экран планшета.

Всего дети давали 30 оценок: 3 вопроса, 5 программ, 2 условия прослушивания. Порядок использования программ и вариантов обстановки был сбалансирован между испытуемыми. Таким образом, применялось двойное слепое исследование.

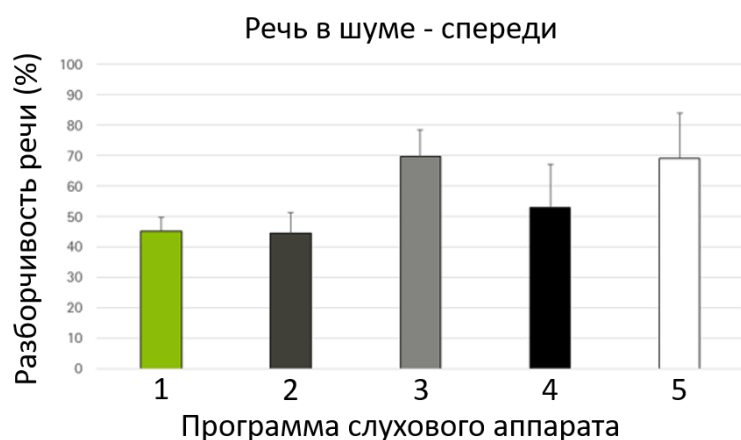


**Рис. 3:** Пример экрана, на котором ребенок оценивал свои предпочтения в отношении разных программ слуховых аппаратов. Оценка (от лучшей к худшей) выставлялась после прослушивания речи в шуме.

## Результаты

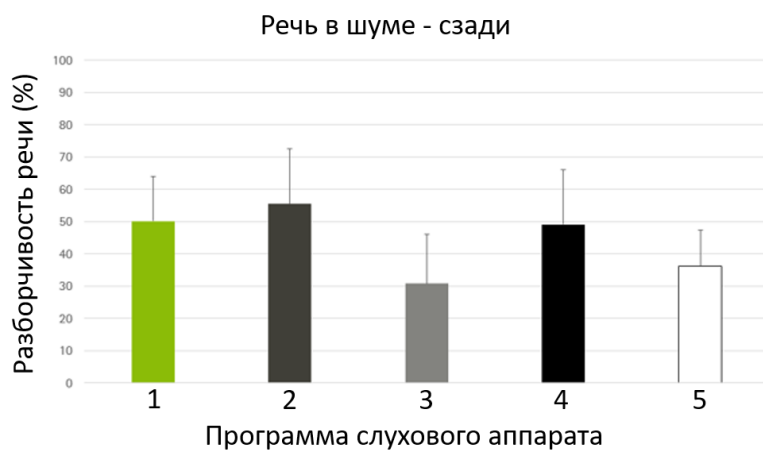
### Разборчивость речи в шуме

Усредненные показатели (со стандартными отклонениями) разборчивости речи представлены на рис. 4 (речь спереди) и рис. 5 (речь сзади). Для изучения потенциальных различий между отдельными программами и условиями прослушивания использовали дисперсионный анализ с повторными измерениями (RMANOVA). Основные эффекты акустической обстановки и программы слухового аппарата были статистически значимыми ( $p < 0,0001$ ). Например, при поступлении речевого сигнала спереди разборчивость речи была статистически значимо выше. Существовало статистически значимое взаимодействие между программой слухового аппарата и условием прослушивания.



**Рис. 4:** Средние показатели разборчивости фразовой речи в тесте AzBio для разных программ слуховых аппаратов при предъявлении речи спереди. "Усы" соответствуют одному стандартному отклонению. Программы: 1 – "тишина", всенаправленный режим, шумоподавление выключено; 2 – "шум", всенаправленный режим, шумоподавление включено; 3 – "тишина", направленные микрофоны,

шумоподавление выключено; 4 – "тишина", Real Ear Sound, шумоподавление выключено; 5 – "шум", направленные микрофоны, шумоподавление включено.



**Рис. 5:** Средние показатели разборчивости фразовой речи в тесте AzBio для разных программ слуховых аппаратов при предъявлении речи сзади. "Усы" соответствуют одному стандартному отклонению. Программы: 1 – "тишина", всенаправленный режим, шумоподавление выключено; 2 – "шум", всенаправленный режим, шумоподавление включено; 3 – "тишина", направленные микрофоны, шумоподавление выключено; 4 – "тишина", Real Ear Sound, шумоподавление выключено; 5 – "шум", направленные микрофоны, шумоподавление включено.

При поступлении речи спереди разборчивость фразовой речи в шуме была выше в программах с адаптивной направленностью. Кроме того, распознавание фразовой речи в шуме было выше в программе с режимом Real Ear Sound по сравнению с программами, использовавшими всенаправленный режим. Не отмечено статистически значимых различий разборчивости фразовой речи в шуме между вариантами "всенаправленный режим + стандартная амплитудно-частотная характеристика + шумоподавление выключено" и "всенаправленный режим + собственная амплитудно-частотная характеристика + автоматическое шумоподавление".

При поступлении речи сзади разборчивость фразовой речи в шуме была статистически значимо ниже в программах с адаптивной направленностью по сравнению с другими режимами микрофонов. Не отмечено статистически значимых различий разборчивости фразовой речи в шуме между всенаправленными программами и программой Real Ear Sound. Кроме того, при поступлении речевого сигнала сзади разборчивость фразовой речи не зависела от амплитудно-частотной характеристики и автоматического шумоподавления.

### Локализация

Усредненные результаты тестов с локализацией представлены на рис. 6. Локализационные способности были статистически значимо выше в программе Real Ear Sound по сравнению с двумя другими режимами микрофонов. Статистически значимых различий локализационных способностей между всенаправленным и адаптивным направленным режимами не было.

### Субъективное предпочтение

При изучении субъективного предпочтения технологии устранения шума наметились две основные тенденции. Во-первых, субъективные предпочтения детей в целом не различались при поступлении речи спереди и сзади. Во-вторых, дети в целом предпочитали использование той или иной технологии устранения шума, вне зависимости от условий прослушивания. В частности, дети предпочли технологию адаптивных направленных микрофонов по сравнению с всенаправленной технологией в категориях "комфорт прослушивания", "разборчивость речи" и "общее предпочтение". Предпочтение использования технологии адаптивной направленности сохранялось даже при поступлении сигнала сзади. Кроме того, отмечалась тенденция к предпочтению собственного варианта амплитудно-частотной характеристики

Phonak в шумной обстановке и при применении автоматического шумоподавления. Несомненное предпочтение отдавалось совместному использованию всех трех технологий устранения шума (рис. 7).

### Локализация

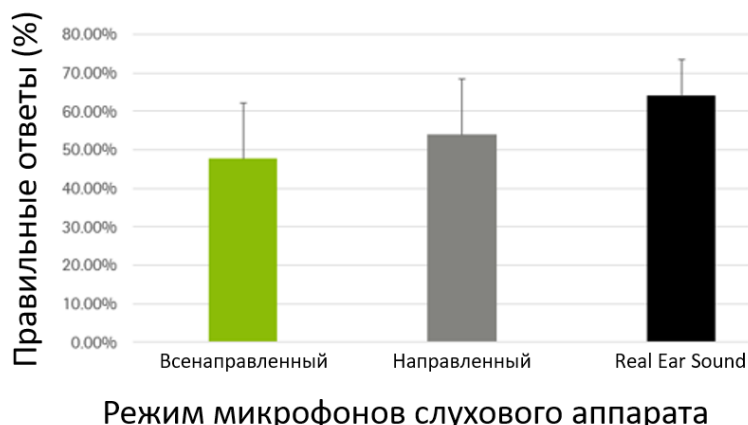


Рис. 6: Средние показатели локализации (% правильных ответов) для каждого из трех режимов микрофонов.

### Субъективное предпочтение

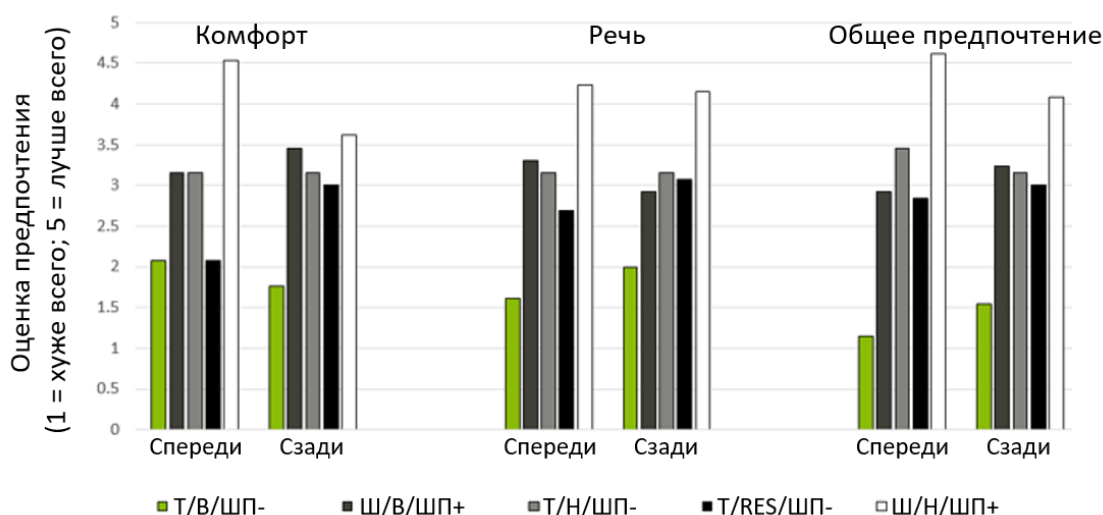


Рис. 7: Средние оценки, полученные различными программами слуховых аппаратов при исследовании субъективных предпочтений. Комфорт = комфорт в шуме; Речь = возможность понимать речь в шуме; Общее предпочтение = общее предпочтение в условиях "речь в шуме". T = программа "тишина"; Ш = программа "шум"; V = всенаправленный режим микрофонов; H = направленность; RES = Real Ear Sound; ШП- = шумоподавление выключено; ШП+ = шумоподавление включено.

### Выводы

- 1) Применение технологий адаптивного устранения шума от Phonak может обеспечить статистически значимое (до 24%) повышение разборчивости фразовой речи в шуме класса при поступлении речи спереди. Однако, использование технологии адаптивного направленного микрофона также может привести к снижению разборчивости речи при поступлении полезного сигнала сзади. Эти данные согласуются с результатами предшествующих исследований (Ricketts, Tharpe, Galster, 2007; Wolfe с соавт., 2017). Wolfe с коллегами (2017) также установили, что если позволить детям свободно двигаться, они оборачиваются в сторону поступающего сзади полезного сигнала, и разборчивость речи повышается.

Кроме того, Ching с соавт. (2009) и Ricketts и Galster (2008) установили, что младшие дети и школьники обладают способностью поворачиваться в сторону полезного сигнала. Исходя из

результатов Ching с соавт. (2009), известный исследователь Harvey Dillon (2012) пришел к выводу, что "дети любого возраста должны на постоянной основе пользоваться направленными микрофонами в связи с их неоспоримыми преимуществами".

- 2) Согласно результатам настоящего исследования, использование адаптивных направленных микрофонов не ухудшает локализационных способностей детей по сравнению с всенаправленными микрофонами. Примечательно, что дети лучше локализовали источник звука при использовании режима микрофонов Phonak Real Ear Sound, имитирующего акустический эффект ушной раковины и сохраняющего передаточную функцию головы.
- 3) Самой убедительной находкой этого исследования, вероятно, является тот факт, что подавляющее большинство детей выразили явное предпочтение совместному использованию технологии адаптивного направленного микрофона, собственной амплитудно-частотной характеристики Phonak для шумной обстановки и автоматического шумоподавления. Предпочтение детей в отношении использования технологии адаптивных направленных микрофонов сохранялось даже при поступлении полезного сигнала сзади.

Согласно результатам предшествующих исследований, дети с тугоухостью испытывают серьезные проблемы в шуме, включая стресс и истощение в реальной акустической обстановке (Hornsby с соавт., 2017; Scollie с соавт., 2010). Результаты, полученные Scollie с соавт. (2010), указывают также, что в шумной обстановке дети могут предпочесть большее шумоподавление. Учитывая сложности, испытываемые слабослышащими детьми в шумной обстановке (плохая разборчивость речи, слуховой дискомфорт, стресс и напряжение, когнитивная нагрузка), и принимая во внимание результаты настоящего исследования, специалисты должны уделять серьезное внимание технологиям адаптивного устранения шума у детей с тугоухостью.

## Литература

American Academy of Audiology Task Force on Pediatric Amplification (2013). American Academy of Audiology Clinical Practice Guideline on Pediatric Amplification. Retrieved on June 28, 2016, from [http://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/PediatricAmplificationGuidelines.pdf\\_539975b3e7e9f1.74471798.pdf](http://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/PediatricAmplificationGuidelines.pdf_539975b3e7e9f1.74471798.pdf)

Bagatto, M., Scollie, S. D., Hyde, M., & Seewald, R. (2010). Protocol for the provision of amplification within the Ontario Infant Hearing Program. *International Journal of Audiology*, 49(1), 70-90.

Ching, T. Y., O'Brien, A., Dillon, H., Chalupper, J., Hartley, L., Hartley, D., Raicevich, G., & Hain, J. (2009). Directional effects on infants and young children in real life: implications for amplification. *Journal of Speech and Language Hearing Research*, 52(5), 1241-1254.

Cox, R. M., Alexander, G. C., & Gilmore, C. (1987). Development of the Connected Speech Test (CST). *Ear and Hearing*, 8(5), 119-126.

Cruckley, J., Scollie, S., & Parsa, V. (2011). An exploration of nonquiet listening at school. *Journal of Educational Audiology*, 17, 23-35.

Dillon, H. (2012). *Hearing Aids*. New York, NY: Thieme Medical Publishers.

Feilner, M., Rich, S., & Jones, C. (2016). Automatic and directional for kids – Scientific background and implementation of pediatric optimized automatic functions. *Phonak Insight*, retrieved from [www.phonakpro.com/evidence](http://www.phonakpro.com/evidence), accessed February 19th, 2018.

Gravel, J. S., Fausel, N., Liskow, C., & Chobot, J. (1999). Children's speech recognition in noise using omnidirectional and dual-microphone hearing aid technology. *Ear and Hearing*, 20(1), 1-11.

Hornsby, B. W. Y., Gustafson, S. J., Lancaster, H., Cho, S. J., Camarata, S., & Bess, F. H. (2017). Subjective fatigue in children with hearing loss assessed using self- and parent-proxy report. *American Journal of Audiology*, 26(S), 393-407.



- Kuk, F., Kollofski, C., Brown, S., Melum, A., & Rosenthal, A. (1999). Use of a digital hearing aid with directional microphones in school-aged children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10(10), 535–548.
- Massie, R., & Dillon, H. (2006). The impact of sound-field amplification in mainstream cross-cultural classrooms, Part 1: Educational outcomes. *Australian Journal of Education*, 50, 62-77.
- Ontario Infant Hearing Program (OIHP) (2014). Protocol for the Provision of Amplification Version 2014.01, November 17, 2014.
- Pearsons, K. S., Bennett, R. L., & Fidell, S. (1977). Speech levels in various noise environments (Report No. EPA-600/1-77-025)/ Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Pittman, A. (2011). Age-related benefits of digital noise reduction for short-term word learning in children with hearing loss. *Journal of Speech and Language Hearing Research*, 54, 1448-1463.
- Ricketts, T., & Galster, J. (2008). Head angle and elevation in classroom environments: Implications for amplification. *Journal of Speech and Language Hearing Research*, 51, 516-525.
- Ricketts, T., Galster, J., & Tharpe, A. M. (2007). Directional benefit in simulated classroom environments. *American Journal of Audiology*, 16(2), 130-144.
- Schafer, E. C. & Thibodeau, L. M. (2006). Speech recognition in noise in children with cochlear implants while listening in bilateral, bimodal, and FM-system arrangements. *American Journal of Audiology*, 15(2), 114-126.
- Scollie, S., Ching, T. Y. C., Seewald, R., Dillon, H., Britton, L., Steinberg, J., & Corcoran, J. (2010). Evaluation of the NAL-NL1 and DSL v4.1 prescriptions for children: Preference in real world use. *International Journal of Audiology*, 49, 49-63.
- Spahr, A. J., Dorman, M. F., Litvak, L. M., Van Wie, S., Gifford, R. H., & Loizou, P. C. (2012). Development and validation of the AzBio sentence lists. *Ear and Hearing*, 33(1), 112-117.
- Stelmachowicz, R., Lewis, D., Hoover, B., Nishi, K., McCreery, R., Woods, W. (2010). Effects of digital noise reduction on speech perception for children with hearing loss. *Ear and Hearing*, 31(3), 345-355.
- Wolfe, J., Duke, M., Schafer, E., Jones, C., & Rakita, L. (2017). Evaluation of adaptive noise management technologies for school-age children with hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(5), 415-435.
- Wolfe, J., Duke, M., Schafer, E., Jones, C., Rakita, L., & Battles, J. (2017). Evaluation of a remote microphone system with tri-microphone beamformer. Manuscript submitted for publication to the Journal of the American Academy of Audiology
- Wolfe, J., Morais, M., Neumann, S., Schafer, E., Mulder, H., Wells, N., John, A., & Hudson, M. (2013). Evaluation of speech recognition with personal FM and classroom audio distribution systems. *Journal of Educational Audiology*, 19, 65-79.

## Авторы и исполнители



Жасе Вулфе (Джейс Вулф), PhD, доцент факультетов аудиологии Университета Оклахомы и Университета Салус. Д-р Вулф оказывает помощь детям и взрослым с нарушениями слуха. Основные сферы интересов – коррекция нарушений слуха в детском возрасте с помощью слуховых аппаратов и кохлеарных имплантов, персональные FM-системы и обработка сигнала, применяемая в детском слухопротезировании.



Christine Jones (Кристин Джонс) работает в компании Phonak с 2001 г. В настоящее время она является директором Центра аудиологических исследований Phonak (PARC), где руководит программами внутренних и внешних клинических исследований. До этого Christine отвечала за педиатрическое направление в Phonak US и вела детские клинические исследования в PARC. Christine получила степень магистра аудиологии в Университете Вандербилта и степень доктора аудиологии в Центральном Мичиганском университете.



Lori Rakita (Лори Ракита) работает аудиологом-исследователем в PARC. В компании Phonak она вела программу исследований, включая технические испытания, создание доказательной базы и клиническую поддержку продукции. Lori получила степень бакалавра психологии в Висконсинском университете в Мэдисоне и степень доктора аудиологии в Университете Вашингтона в Сент-Луисе.

Mila Duke (Майла Дьюк), Au.D.

Stephanie Bledsoe (Стефани Бледсо), B.S.

Erin Schafer (Эрин Шафер), Ph.D