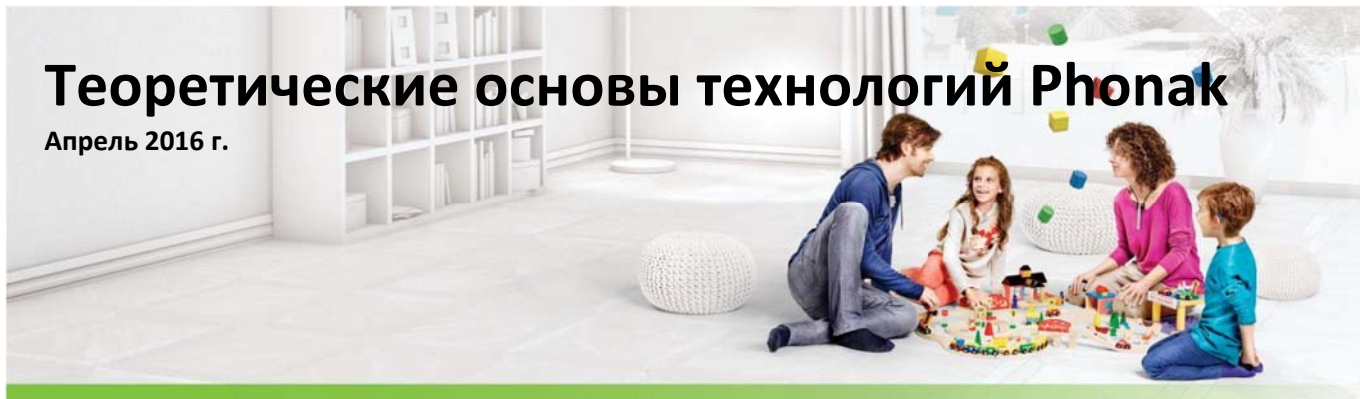


Теоретические основы технологий Phonak

Апрель 2016 г.



Автоматика и направленность для детей

Научные основы и практическое применение автоматических функций, оптимизированных для детей

В течение дня дети оказываются в самой разнообразной акустической обстановке – дома, на улице, в школе. В частности, многие варианты школьной обстановки могут быть шумными и очень сложными для слуха, понимания и обучения, даже если педагог постоянно пользуется системой Roger. Давно известны преимущества автоматических программ и направленных микрофонов для взрослых, находящихся в шумной обстановке. Углубленный анализ, выполненный во многих странах, показал, что 1/3 школьного дня проходит в сложной для понимания и общения обстановке. Этот анализ привел к разработке и внедрению двух инновационных функций в слуховых аппаратах Phonak Sky V – новой детской автоматической операционной системы AutoSense Sky OS и новой настройки "Roger + направленность", адаптивно активирующей фиксированную направленность в программе Roger при работающем и/или отключенном микрофоне Roger.

Введение

В настоящее время большинство детей со сниженным слухом интегрированы в массовые школы. Акустическая обстановка в школе может создавать проблемы для слуха, понимания и успеваемости. Известно, что даже нормально слышащим детям требуется более высокое отношение сигнал-шум (ОСШ) по сравнению с взрослыми, т.к. их речевые навыки все еще находятся в процессе становления. Для того, чтобы слабослышащие дети понимали речь на сопоставимом с нормально слышащими детьми уровне, им требуется еще более высокое ОСШ [1,2]. Повышенные требования к ОСШ связаны не только с академической успеваемостью, но и с социальной и эмоциональной интеграцией в среду ровесников [3]. Современный стиль обучения носит интерактивный характер, а это создает дополнительные сложности ребенку, которому и без этого трудно следить за происходящим в классе.

Чрезвычайно важно помочь интеграции ребенка в среду сверстников. Конечно, ему помогают аудиологи, педагоги и другие специалисты, но важную роль играют также и технические средства [4].

В прежних исследованиях, посвященных изучению и анализу акустической обстановки в школе, рассматривалась единственная ситуация – педагог стоит перед классом (т.н. фронтальное обучение). Относительно недавно появились работы, посвященные изучению акустической обстановки, в которой оказываются дети разного возраста как в классе, так и вне его [5,6]. Результаты свидетельствуют о значительной вариабельности акустики в течение дня.

В настоящей работе изучалась акустическая обстановка, в которой оказываются учащиеся на протяжении всего дня. Цель состояла в оценке эффективности слуховых аппаратов в сочетании с системами Roger и без них. В результате была создана оптимизированная операционная система AutoSense OS, названная AutoSense Sky OS, а также усовершенствована программа Roger, получившая опцию "Roger + направленность".

Анализ акустической обстановки в школе

На первом этапе изучали функциональные показатели слабослышащих учащихся, используя качественный исследовательский подход. Для этого отобрали четырех учащихся с умеренно-тяжелой тугоухостью (III-IV ст.) в возрасте от 9 до 15 лет. Они обучались в четырех массовых школах Швейцарии. Кроме того, была сформирована вторая группа учащихся в возрасте от 7 до 16 лет; эти дети посещали школу для детей с нарушенным слухом.

Исследователи старались выяснить, какие проблемы мотивировали учащихся второй группы к переходу в специализированную школу. Многие ученики остаются в школе на всю учебную неделю, т.к. она расположена слишком далеко для ежедневных поездок.

С учащимися беседовали в школе и дома. Кроме того, исследователи посещали все пять школ и сопровождали учащихся в течение школьного дня. Затем они обсуждали с детьми результаты наблюдений. Учащихся спрашивали, насколько хорошо они понимали педагога и одноклассников в конкретной обстановке и были ли какие-нибудь звуки дискомфортными. Результаты наблюдений и последующих устных опросов использовались для качественной оценки функциональности в различной обстановке в течение дня. Оценка функциональности включала такие переменные, как "понимание речи" и "комфорт".

Кроме того, в течение дня проводилась аудио- и видеозапись. Записи маркировали в соответствии с ситуациями, что впоследствии позволяло оценить частоту встречаемости той или иной ситуации. Наряду с важностью различных ситуаций, можно также оценить их релевантность. На основании оценки слуховой функциональности и релевантности можно спрогнозировать положительные последствия исправления той или иной ситуации.

Результаты качественного пользовательского исследования

Сегодняшний стиль преподавания в школе очень интерактивен и радикально отличается от фронтального обучения, знакомого взрослому поколению [7]. Чем старше дети, тем более интерактивными становятся занятия. Кроме того, неотъемлемой атрибутикой класса стали мультимедийные устройства. В результате уровень связанных со слухом проблем зависит скорее от типа преподавания, чем от акустических параметров помещения. На этом основании была проведена категоризация школьной акустической обстановки, связанная со стилем преподавания.

На рис. 1 представлены варианты акустической обстановки с усредненными по всем школам временными соотношениями. Ситуация "**фронтальное обучение**", когда педагог разговаривает, стоя перед классом, занимала 22% всего времени. Слуховую функциональность в этой ситуации учащиеся чаще всего оценивают как удовлетворительную, потому что педагоги постоянно пользуются системами Roger. Также не возникало проблем в ситуации "**самостоятельная работа**". Многие ученики выключали на это время свои слуховые аппараты, чтобы сосредоточиться на задании, особенно во время контрольных работ и экзаменов.



Рис. 1: Встречаемость отдельных ситуаций, усредненная по всем школам (51 час).

Напротив, "**групповые занятия**" расценивались как неудовлетворительная акустическая ситуация. Как правило, учеников делят на группы по 2-3 человека. Чаще всего все группы остаются в одном классе, поэтому обстановка достаточно шумная, хотя общий уровень шума может быть не очень высоким. К сожалению, из-за динамичности таких занятий Roger в подобной обстановке используется нечасто. Учащимся приходится общаться в условиях низкого ОСШ, что негативно сказывается на детях с нарушенным слухом. "**Групповые занятия**" практикуются при преподавании различных предметов, в том числе языка и математики. Ситуация "**групповые занятия**" встречается в 22% времени, что означает ее высокую значимость.

Второй изучавшейся переменной был "комфорт". Наибольшая неудовлетворенность по данному параметру отмечалась в ситуациях, когда другие дети кричали, например, на переменах, занятиях спортом, при смене рода деятельности во время урока и т.д. Все подобные варианты были объединены в группу "**развлекательные мероприятия**" [4]. Большинство учащихся отзывались о такой обстановке как о слишком громкой и некомфортной.

Для подтверждения полученных результатов подобный анализ проводился также в школах Германии, США, Южной Америки и Китая.

Аудиозаписи, выполненные в реальной обстановке

В течение школьного дня каждый ученик носил свои собственные слуховые аппараты, а также регистрирующее устройство, представлявшее собой модифицированный слуховой аппарат, записывающий выход своего микрофона. Он находился на голове ученика, как можно ближе к собственным слуховым аппаратам, что обеспечивало максимальное сходство сигналов, поступающих в аппараты и регистратор. Регистрирующее устройство было миниатюрным, поэтому ученики могли беспрепятственно заниматься привычными делами.

Вначале записи анализировали в лаборатории, чтобы узнать, какая обработка сигнала используется слуховым аппаратом в различной обстановке. Анализ показал, что релевантные и неудовлетворительные ситуации, такие как "**групповые занятия**" и "**возгласы**", уникальны для повседневной акустической обстановки детей и недостаточно точно распознаются процессором аппарата. Результаты подчеркивают необходимость создания операционной системы, приспособленной к специфическому акустическому окружению пользователя. Так был создан детский автоматический классификатор, AutoSense Sky OS, точнее распознающий групповые занятия и разговор с одноклассниками, а также распознающий возгласы как нежелательный шум, а не вариант речи.

Кроме того, для улучшения понимания речи при групповых занятиях и в шумной обстановке программа Roger была дополнена адаптивной направленностью микрофонов слухового аппарата. Это предоставляет учащимся преимущества направленности даже при использовании Roger.

Функции AutoSense Sky OS

AutoSense Sky OS основана на операционной системе AutoSense OS для взрослых, поэтому основная структура программ и функции остались прежними. Она легко приспосабливается к различным акустическим ситуациям, плавно включая и выключая функции очистки звука, режимы направленности и схемы усиления. Архитектура AutoSense Sky OS основана на программах, отражающих типичные акустические ситуации; она может быть адаптирована к нуждам каждого пользователя с помощью программы Phonak Target.

В структуру были включены те программы, которые лучше всего охватывают различные акустические ситуации. В целом, AutoSense Sky OS объединяет функции очистки звука и семь отдельно настраиваемых программ. AutoSense Sky OS сохранила функциональные принципы операционной системы для взрослых, предлагая специальные параметры для эксклюзивных программ "Речь в громком шуме", "Музыка" и "Речь в машине" и комбинируя неэксклюзивные программы ("Тишина", "Речь в шуме", "Комфорт в эхе" и "Комфорт в шуме"). Смешение программ происходит в соответствии с непрерывно меняющейся реальной акустической обстановкой и сочетанием звуков.

AutoSense Sky OS использует следующие принципы для оптимизации таких ситуаций, как групповые занятия и разговор со сверстниками:

- отнесение групповых занятий к категории "речь в шуме" с точностью, на 30% превышающей операционную систему для взрослых;
- активация режима фиксированной направленности при более низких, чем у взрослых, уровнях шума, что способствует повышению ОСШ в шумной обстановке.

Кроме того, AutoSense Sky OS на 39% точнее классифицирует возгласы как нежелательный шум, активируя программу "комфорт в шуме" или "речь в шуме", в зависимости от речевой составляющей данной ситуации.

Для подтверждения положительного эффекта этого усовершенствования была набрана дополнительная группа из 15 детей. Оценивались комфортность прослушивания, слуховое утомление, желание продолжать пользоваться устройством и потребность регулировать работу аппаратов вручную. Ниже приведены предварительные результаты, полученные у 6 испытуемых. Дети находились в помещении, имитировавшем класс. Из 5 динамиков подавалась некоррелированная запись голосов учащихся во время перемены, с существенной долей возгласов, уровень которых составлял 75 дБА. Мониторинг показал, что слуховые аппараты классифицировали такую обстановку как "комфорт в шуме", тогда как "взрослая" операционная система расценивала ее как "музыка". Находясь в описанной обстановке, дети должны были ответить на 5 вопросов посредством сенсорного экрана. На экран монитора выводилось по одному вопросу; ребенок мог переключать программы А и В, нажимая кнопки на экране. Кнопки (в случайном порядке) соответствовали программам "комфорт в шуме" (AutoSense Sky OS) и "музыка" (AutoSense OS). Дети оценили программу "комфорт в шуме" выше, чем программу "музыка" по всем показателям (рис. 2). Согласно полученным результатам, AutoSense Sky OS характеризуется лучшей переносимостью шума, меньшим утомлением и меньшей необходимостью ручного вмешательства в работу аппаратов.

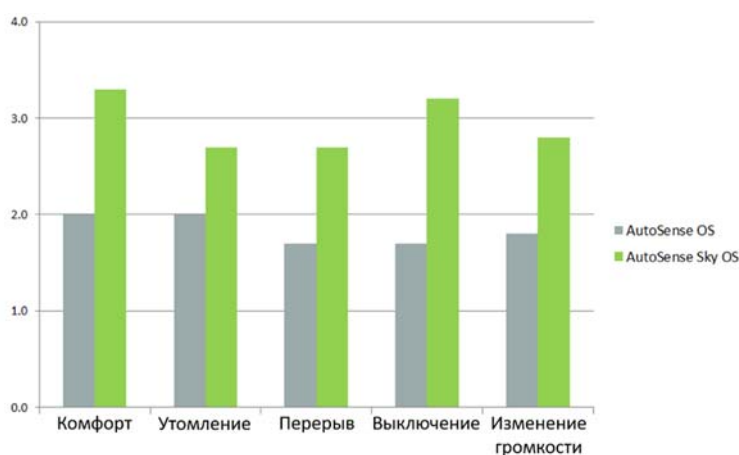


Рис. 2: Усредненные результаты двойного слепого сравнения программ А и В. Испытуемые переключались между программой "музыка" (AutoSense OS) и "комфорт в шуме" (AutoSense Sky OS) в обстановке возгласов/криков, оценивая следующие показатели:

Комфорт: 5 = очень комфортно / 0 = очень некомфортно

Утомление: 5 = мои уши совсем не устают / 0 = мои уши очень устают

Перерыв: 5 = мне не нужно делать перерыв на отдых / 0 = мне нужен перерыв на отдых

Выключение: 5 = не хочу выключать аппараты / 0 = хочу выключить аппараты

Изменение громкости: 5 = регулировать громкость не нужно / 0 = нужно регулировать громкость

Функция "Roger + направленность"

Технология Roger значительно повышает разборчивость голоса педагога в школе и облегчает процесс слушания. В прежних технологических платформах, а также в аппаратах других производителей, сигнал Roger интегрирован в окружающий звук, улавливаемый ненаправленным микрофоном слухового аппарата. Платформа Venture предоставляет возможность активации любого режима направленности одновременно с входом Roger. При активации направленного режима в программе Roger он автоматически

переключается между Real Ear Sound (RES) и фиксированной направленностью, в зависимости от наличия фонового шума и доли "речи в шуме", обнаруженной AutoSense Sky OS. Активируемый в шумной обстановке вариант направленности зависит от выбора специалиста – ненаправленный, Real Ear Sound и адаптивно включаемая фиксированная направленность. По умолчанию предлагается адаптивно включаемая фиксированная направленность (кардиоид), являющаяся оптимальным вариантом для групповых занятий в школе. В этом режиме преимущественно усиливается речь, поступающая на микрофоны слухового аппарата под углом от 0° до 90°.

Доступ к программе Roger зависит от выбранного специалистом варианта настройки:

1. Программа Roger является исходной и единственной (например, у младших детей). Теперь дети могут пользоваться преимуществами направленности вне зависимости от обстановки.
2. AutoSense Sky OS по умолчанию является исходной программой. Программа Roger включается автоматически благодаря функции RogerReady.

В обоих случаях при поступлении сигнала Roger направленность микрофонов слуховых аппаратов адаптируется к окружающим условиям, обеспечивая преимущество, соответствующее приросту ОСШ на 3 дБ для голосов находящихся поблизости одноклассников и педагога.

Использование Roger в сочетании с направленностью изучалось в условиях класса с привлечением 6 детей. Шум класса подавался сзади и сбоку, а голос одноклассника – под углом 315° (рис. 3). Голос одноклассника и фоновый шум подавались на уровне 65 дБА, т.е. отношение сигнал-шум составляло 0 дБ. Согласно предварительным данным, Roger в сочетании с фиксированной направленностью (Roger+DM) обладает существенным преимуществом над ненаправленным вариантом (Roger+Omni). На рис. 4 представлены результаты, свидетельствующие о том, что разборчивость фразовой речи в программе Roger+DM была на 37% выше по сравнению с программой Roger+Omni (Wolfe, 2016) [9].

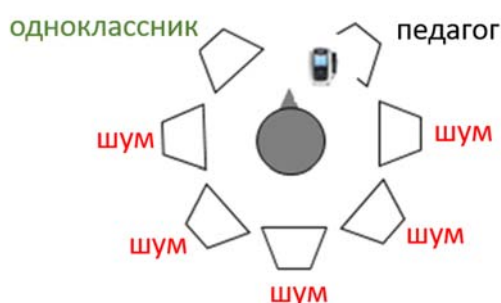


Рис. 3: Ситуация "в классе"; голос одноклассника поступает под углом 315°.

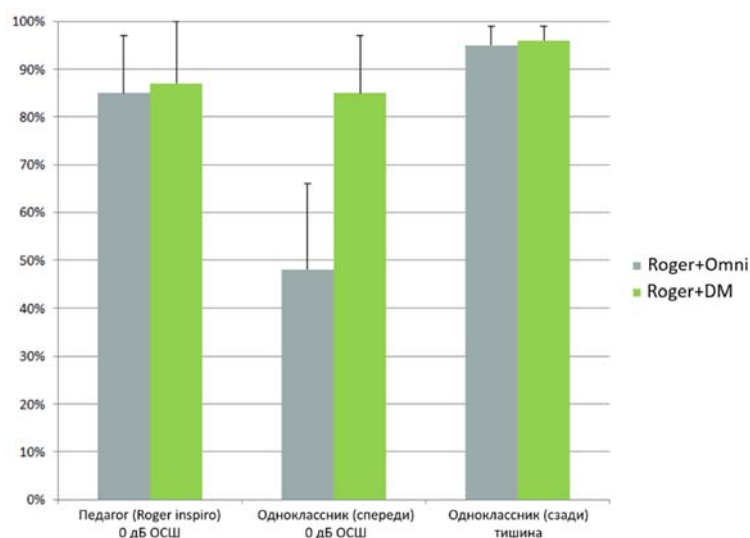


Рис. 4: Предварительные результаты Roger+omni и Roger+DM для следующих ситуаций: (1) педагог, пользующийся передатчиком inspiro; (2) одноклассник, говорящий спереди, на фоне шума; (3) одноклассник, говорящий сзади, в тишине. N = 6. Диапазон погрешности = 1 SD.

Заключение

Операционная система AutoSense Sky OS основана на AutoSense OS и "заточена" под акустическую обстановку, характерную для детей. Основная задача – улучшение понимания речи при групповых занятиях без системы Roger, а также повышение комфортности в ситуациях с громкими возгласами. Оба усовершенствования направлены на снижение слухового напряжения и повышение комфортности.

Платформа Venture впервые обеспечивает направленность в программе Roger. Функция "Roger + направленность" адаптивно активирует фиксированную направленность в соответствии с наличием фонового шума и долей ситуации "речь в шуме" (по оценке AutoSense Sky OS).

Это позволило добиться значительного улучшения в обстановке, в которой дети проводят значительную часть времени. AutoSense Sky OS и "Roger + направленность" впервые появляются в детской серии слуховых аппаратов Phonak Sky V.

Литература

1. A.C. Neuman, M. Wroblewski, J. Hajicek and A. Rubinstein (2010). Combined effects of Noise and Reverberation on Speech Recognition Performance of Normal-Hearing Children and Adults. *Ear and Hearing*, 31(1), 336.
2. M. Khairi, M. Daud, R.M. Noor, N.A. Rahman, D.S. Sidek and A. Mohamed (2010). The effect of mild hearing loss on academic performance in primary school children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74(1):67–70.
3. U. Haerberlin et al., (1989). Integration in die Schulklasse. Fragebogen zur Erfassung von Dimensionen der Integration von Schülern, FDI 4-6. Bern: Haupt.
4. M. Audeoud and E. Wertli (2011). Nicht anders, aber doch verschieden, HfH Reihe.
5. J. Crukley, S. Scollie, V. Parsa, (2011). An exploration of Non-Quiet Listening at School. *Journal of Educational Audiology* vol. 17.
6. T.A. Ricketts, E.M. Picou, J.A. Galster, J. Federman and D.P. Sladen, (2010). Potential for Directional Hearing Aid Benefit in Classrooms: Field Data, Sound Foundations for Early Amplification Proceedings.
7. O. Wilson, J. Valentine, M. Halstead, G. Dodd, (2012). Classroom acoustics: a New Zealand perspective, The Oticon Foundation in New Zealand.
8. F. Bess, J. Dodd-Murphy and R. Parker, (1998). Children with minimal sensorineural hearing loss: Prevalence, educational performance, and functional status, *Ear and Hearing*, 19: 339-354.
9. Wolfe, J (2016). A Powerful Noise-Fighting Duo: Roger and Phonak Directionality. *Phonak Field Study News*.

Авторы



Manuela Feilner изучала электротехнику в Высшей технической школе Цюриха. После защиты диссертации (PhD) на тему цифровой обработки сигналов в Федеральной политехнической школе Лозанны (2002) Мануэла поступила на работу в отдел исследований и разработок компании Phonak в качестве инженера по цифровой обработке сигналов (2003). С 2013 г. Мануэла занимает должность эксперта-исследователя по ориентированному на пользователя дизайну.



Stacey Rich обучалась преподаванию глухим детям в Университете Северной Каролины и получила степень магистра клинической аудиологии в Университете Мельбурна (Австралия) в 2003 г. До поступления на работу в отдел детской и школьной аудиологии американского подразделения компании Phonak (2008) Стейси работала детским аудиологом. С 2014 г. Стейси работает менеджером по детской аудиологии в головном офисе компании Phonak в Швейцарии.



Christine Jones 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 Кристин отвечала за педиатрическое направление в Phonak US и вела детские клинические исследования в PARC. Кристин получила степень магистра аудиологии в Университете Вандербильта и степень доктора аудиологии в Центральном мичиганском университете.