

# Клинические испытания

Январь 2015

roger



## Сравнение беспроводных микрофонов Подтверждена более высокая эффективность Roger в условиях умеренного и сильного фонового шума

На протяжении многих лет люди с нарушенным слухом пользуются дистанционными микрофонами, расположенными вблизи источника полезного сигнала, для повышения разборчивости речи на фоне шума. В данном исследовании сравнивалась разборчивость речи в тишине и в шуме при использовании нового беспроводного дистанционного микрофона и беспроводной системы Roger. Система Roger использует несколько функций, повышающих уровень сигнала, включая адаптивный алгоритм, меняющий усиление в зависимости от уровня фонового шума. Показатели разборчивости речи были получены у 7 испытуемых с нарушенным слухом в тишине и при уровнях шума 55, 65, 75 и 80 дБА. Результаты указывают, что система Roger обеспечивает лучшую разборчивость речи на фоне умеренного и сильного шума по сравнению с другими устройствами; при этом преимущество системы Roger достигает 25% при уровне шума 65 дБА и 49% при уровне шума 75 дБА.

### Введение

Несмотря на значительные успехи слухопротезирования, достигнутые за последние 15 лет, пациенты по-прежнему испытывают сложности при общении на расстоянии и в шуме. Kochkin (2011) установил, что недостаточная эффективность слуховых аппаратов в шумной обстановке является главным из 11 факторов, вызывающих неудовлетворенность пользователей. Традиционным средством преодоления проблем, связанных со сложной акустической обстановкой, были аналоговые FM-системы. Однако в последнее время наблюдается тенденция к применению беспроводных цифровых технологий передачи сигнала. Теперь слуховые аппараты могут использоваться совместно с цифровыми беспроводными микрофонами, работающими в частотном диапазоне 2,4 ГГц. Эти дистанционные микрофоны используют цифровую передачу звукового сигнала непосредственно в слуховые аппараты или же в промежуточное приемно-передающее устройство. Как правило, такие микрофоны стоят дешевле традиционных FM-систем и лишены дополнительных функций выделения сигнала.

Система Phonak Roger представляет собой другой подход к дистанционной передаче сигнала. Roger – это запатентованная технология цифровой радиопередачи сигнала в миниатюрные приемники, подключаемые к слуховым аппаратам. Roger осуществляет передачу в диапазоне 2,4 ГГц (диапазон ISM: промышленность, наука, медицина). В соответствии с потребностями пользователя и окружающими условиями, можно выбрать наиболее подходящий вариант микрофона-передатчика Roger, например Roger Inspiro, предназначенный для школ, или Roger Pen, созданный в качестве персонального коммуникационного средства для взрослых и подростков.

Roger Pen обладает функцией контекстного выделения сигнала, существенно повышающей разборчивость речи по сравнению с более простыми дистанционными микрофонами. Адаптивная система управления усилением измеряет уровень окружающего шума в речевых паузах и надлежащим образом меняет усиление приемников. А именно, при повышении уровня окружающего шума усиление приемников автоматически увеличивается. Эта функция позволяет улучшить разборчивость речи без потери звуковой информации, поступающей на собственные микрофоны слуховых аппаратов. В предыдущих исследованиях (Thibodeau, 2014; Wolfe, 2013) было продемонстрировано превосходство адаптивной системы Roger над традиционными и адаптивными FM-системами.

Кроме того, Roger Pen снабжен встроенным акселерометром, информирующим устройство о его положении в пространстве. Это позволяет активировать наиболее подходящий режим работы микрофонов, отвечающий ожидаемому сценарию использования устройства. В результате выбирается наилучшее сочетание шумоподавления, направленности и усиления, оптимизирующее работу системы в соответствии с окружающей обстановкой и положением Roger Pen в пространстве.

**PHONAK**  
life is on

Цель данного исследования состояла в оценке эффективности двух цифровых беспроводных дистанционных микрофонов. Определяли разборчивость фразовой речи в тишине и в шуме с использованием только слуховых аппаратов и слуховых аппаратов в сочетании с двумя вариантами дистанционных микрофонов:

- 1) выпускаемая конкурентом цифровая беспроводная система, передающая звуковой сигнал на частоте 2,4 ГГц непосредственно в слуховые аппараты того же производителя;
- 2) Phonak Roger Pen – адаптивный цифровой беспроводной дистанционный микрофон, работающий на частоте 2,4 ГГц и использующий обработку сигнала, включающую адаптивную направленность в сочетании с цифровым шумоподавлением и выделением речи.

Roger Pen использовался в сочетании со слуховыми аппаратами Phonak Bolero Q и приемниками Roger.

## Методика

В данной статье обобщены предварительные результаты, полученные у 7 взрослых испытуемых, страдавших тугоухостью (от умеренной до глубокой) и пользовавшихся различными слуховыми аппаратами. Усредненные аудиограммы всех участников исследования представлены на рис. 1.

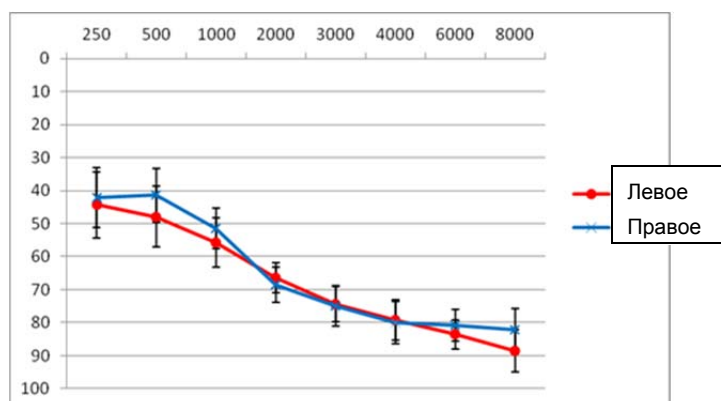


Рис. 1: Средние пороги воздушного звукопроводения семи пациентов. Планки погрешностей соответствуют стандартной ошибке среднего значения.

Каждому пациенту были подобраны премиальные заушные слуховые аппараты конкурента и аппараты Phonak Bolero Q90 SP. С помощью системы Audioscan Verifit характеристики всех слуховых аппаратов были приведены в соответствие с расчетными значениями по формуле NAL-NL1 для стандартного речевого входа уровнем 55, 65 и 75 дБ УЗД. Расчетные уровни ВУЗД не превышались. Для каждого испытуемого измеряли RECD. Индексы разборчивости речи для сравнивавшихся слуховых аппаратов различались не более, чем на 2 пункта на каждом уровне входного сигнала.

В обоих моделях слуховых аппаратах было включено подавление обратной связи, но все прочие функции дополнительной обработки сигнала (например, цифровое шумоподавление, направленность, подавление шума ветра,

подавление эха, адаптивный анализ ситуации и т.д.) были отключены. Дистанционный микрофон конкурента сопрягали со слуховыми аппаратами конкурента, а универсальные приемники Roger X подключали к Bolero Q90 и связывали с Roger Pen. Каждую пару слуховых аппаратов и соответствующий дистанционный микрофон программировали таким образом, чтобы уровень выхода слуховых аппаратов в ответ на стандартный речевой сигнал уровнем 65 дБ, поступающий через микрофоны аппаратов и через дистанционный микрофон, был одинаковым (т.н. прозрачность). Выравнивание уровней выхода выполняли в соответствии с методикой, рекомендуемой Американской академией аудиологии (2008).

Измерения проводили в помещении, имитирующем класс размером 4,7 x 6,8 м. Диффузный шум кафетерия подвали из 4 динамиков, размещенных по углам комнаты. Фразы AzBio (Sprahr и соавт., 2012) предъявляли из динамика, расположенного под углом 0° к испытуемому. Обследование проводили в тишине, а также при низком (55 дБА), среднем (65 дБА) и высоком (75 и 80 дБА) уровнях фонового шума. Дистанционный микрофон конкурента и Roger Pen подвешивали на уровне 15 см под центром динамика, подававшего целевой сигнал. Так имитировалась ситуация, когда говорящий носит микрофон на шее или прикрепляет его к одежде. В таком положении включается направленность микрофонов Roger Pen, что приводит к фокусированию на речевом сигнале и подавлению окружающего шума. Уровень целевого сигнала составлял 80 дБА в точке расположения передатчика и 65 дБА в точке расположения испытуемого. В ходе исследования следили за тем, чтобы уровни шума в точке размещения передатчика и в точке размещения испытуемого были одинаковыми (рис. 2).

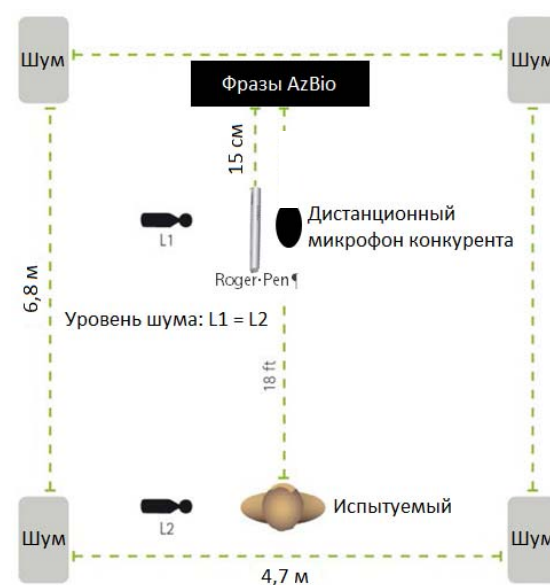


Рис. 2: Схема помещения, в котором проводилось исследование. Измерения проводили в тишине, а также при уровне шума 55 дБА, 65 дБА, 75 дБА и 80 дБА в точках расположения дистанционного микрофона и испытуемого. Уровень целевого сигнала составлял 80 дБА в точке размещения дистанционного микрофона и 65 дБА в точке расположения испытуемого.

## Результаты и обсуждение

На рис. 3 представлены усредненные результаты, полученные для каждой из конфигураций устройств при разных уровнях фонового шума. Использовался двусторонний повторный дисперсионный анализ (ANOVA), обнаруживший статистически значимое влияние используемого устройства ( $F [3,18] = 115.5, p < .0001$ ) и условий тестирования ( $F [4,24] = 314.5, p < .0001$ ). Кроме того, наблюдалось статистически значимое взаимодействие между устройством и уровнем шума ( $F [12,72] = 26.4, p < .0001$ ).

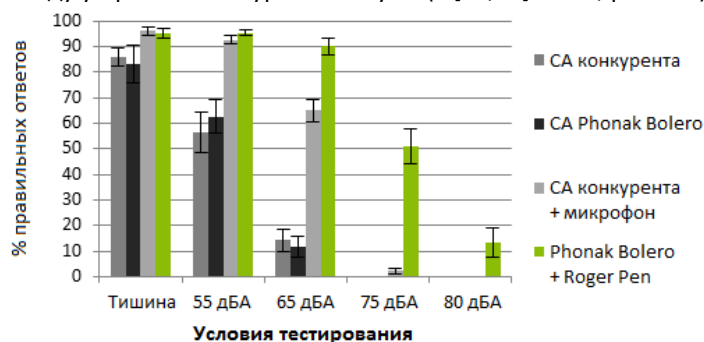


Рис. 3: Групповые показатели для 5 вариантов шума и 4 конфигураций устройств. Планки погрешностей соответствуют стандартной ошибке среднего значения.

Для парных сравнений применяли ретроспективный тест множественных сравнений Тьюки. В тишине статистически значимых различий между устройствами не было ( $p > .05$ ). При низком уровне фонового шума (55 дБА) были получены значительно более высокие ( $P = .001$ ) показатели разборчивости речи при использовании Roger и Bolero Q, чем при использовании только Bolero Q. Аналогичные результаты ( $p < .0001$ ) были получены и для слуховых аппаратов и дистанционного микрофона конкурента. При низком уровне фонового шума различий между "Roger + Bolero" и "дистанционным микрофоном + CA конкурента" не было. При умеренном (65 дБА) и высоком уровне фонового шума показатели, полученные при использовании системы Roger, были значительно выше ( $p < .01$ ), чем при использовании дистанционного микрофона конкурента.

Эти результаты свидетельствуют об одинаковой эффективности четырех различных конфигураций устройств в тишине. При низком уровне фонового шума использование микрофона Roger или дистанционного микрофона конкурента повышает разборчивость речи по сравнению с использованием слуховых аппаратов без дистанционных микрофонов (не менее +10 дБ ОСШ). Однако в присутствии умеренного и громкого шума (от 65 до 80 дБА) Roger обеспечивает гораздо лучшую разборчивость фразовой речи по сравнению с системой конкурента (на 25% при уровне шума 65 дБА и на 49% при уровне шума 75 дБА).

Данное исследование подчеркивает потенциальные преимущества использования беспроводных дистанционных микрофонов для повышения разборчивости речи в тишине и в шуме. Результаты свидетельствуют о том, что каждая из

тестируемых систем улучшает распознавание фразовой речи в тишине и в шуме, особенно при низких уровнях шума. Однако при умеренных и высоких уровнях шума распознавание фраз, достигнутое с использованием Roger Pen, было значительно выше, чем при использовании дистанционного микрофона конкурента. Это превосходство Roger Pen обусловлено, скорее всего, адаптивными изменениями усиления в сочетании с адаптивной направленностью. Использование технологии Roger следует рекомендовать всем людям с нарушенным слухом, испытывающим затруднения при общении в сложной акустической обстановке, связанной с умеренными и высокими уровнями окружающего шума например, в классе, ресторане, на спортивных мероприятиях и конференциях.

## Литература

American Academy of Audiology (2007) AAA Clinical Practice Guidelines: Remote Microphone Hearing Assistance Technologies for Children and Youth Birth–21 Years. [www.audiology.org](http://www.audiology.org)

Kochkin, S. (2010) MarkeTrak VIII: Customer satisfaction with hearing aids is slowly increasing. *The Hearing Journal*, Vol. 63(1), 11-19.

Spahr, A.J., Dorman, M.F., Litvak, L.M., Van Wie, S., Gifford, R.H., Loizou P.C., Loiselle L.M., Oakes T., Cook S. (2012). Development and validation of the AZBio sentence lists. *Ear and Hearing*, 33(1), 112-117.

Thibodeau, L. (2014) Comparison of speech recognition with adaptive digital and FM remote microphone hearing assistance technology by listeners who use hearing aids. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23(2), 201-210.

Wolfe, J., Morais, M., Schafer, E., Mills, E., Mülder, H.E., Goldbeck, F., Marquis, F., John, A., Hudson, M., Peters, B.R., & Lianos, L. (2013) Evaluation of speech recognition of cochlear implant recipients using a personal digital adaptive radio frequency system. *Journal of the American Academy of Audiology*, 24(8), 714-724.

### Авторы:

**Jace Wolfe**, Ph.D., главный аудиолог фонда "Hearts for Hearing"

**Mila Morais-Duke**, Au.D., аудиолог фонда "Hearts for Hearing"

**Christine Jones**, Au.D., руководитель детских клинических исследований, Phonak-США

**Aniket Saoji**, Ph.D, главный менеджер клинических исследований, Phonak-США

Более подробную информацию вы можете запросить по адресу [audiology@phonak.com](mailto:audiology@phonak.com)