

## Клинические испытания

Улучшение разборчивости речи в шуме при использовании беспроводных дистанционных микрофонов в группе взрослых людей со сниженным слухом

Данное исследование было предпринято для оценки потенциальной эффективности дистанционных микрофонов в отношении улучшения разборчивости речи в шуме у взрослых людей с тугоухостью. Сравнивались два беспроводных дистанционных микрофона. Использование адаптивного дистанционного микрофона Roger™ позволило повысить разборчивость речи в шуме на 61% (Roger Select™) и на 45% (Roger Pen™) по сравнению с использованием только слухового аппарата или кохлеарного импланта.

Линда М. Тибодо (Linda M. Thibodeau), Соланж Андерсон (Solange Anderson) / Август 2019 г.

### Введение

Люди с тугоухостью часто жалуются на значительные затруднения при пребывании в шумной обстановке, даже при использовании правильно подобранных и технически совершенных слуховых аппаратов и кохлеарных имплантов. Несмотря на успехи в области технологий направленности и шумоподавления, групповая беседа в шумном ресторане остается распространенной проблемой.

В такой обстановке уровни шума, создаваемого голосами многих людей, фоновой музыкой, звоном посуды и столовых приборов, могут легко превысить 75 дБА. При этом отношение сигнал-шум (ОСШ) существенно снижается или даже становится отрицательным, что делает ужин менее приятным, чем изначально предполагалось.

Доказано, что повышение ОСШ с помощью беспроводных микрофонов может положительно повлиять на разборчивость речи в этих сложных акустических ситуациях (Boothroyd, 2004, Hawkins, 1984, Thibodeau, 2010, 2014).

Кроме того, отмечено значительное преимущество использования направленности в дистанционных микрофонах (Lewis с соавт., 2004).

Если ужинают двое, единственный микрофон, прикрепленный к одежде собеседника, может значительно повысить ОСШ. Однако при наличии нескольких одновременно говорящих людей, одного микрофона недостаточно.

Беспроводные микрофоны Roger можно объединить в многопользовательскую сеть, что позволит слышать каждого из собеседников, пользующегося отдельным микрофоном. De Ceulaer с соавт. (2016) изучили преимущества многопользовательской сети в группе пользователей кохлеарных имплантов. Они установили, что использование нескольких беспроводных микрофонов в условиях различного ОСШ обладает значительными преимуществами по сравнению с одним микрофоном.

Несмотря на то, что объединенные в сеть микрофоны положительно сказываются на общении в шумной обстановке, такой подход может обладать некоторыми нежелательными отрицательными побочными эффектами. К ним относятся дополнительные расходы на несколько микрофонов, потенциальное

нежелание собеседника носить на себе микрофон, необходимость собрать все микрофоны по окончании беседы и невозможность контролировать обращение посторонних людей с микрофонами. Всё это может вызвать ощущение неудобства и неловкости.

Решить проблему достаточно просто – нужно поместить в центр стола микрофон, улавливающий голоса нескольких собеседников и улучшающий, таким образом, разборчивость речи. Например, микрофон Phonak Roger Select, предназначенный для группового общения (Gigandet, Fulton, Smith, 2018), обладает тремя встроенными всенаправленными микрофонами, образующими треугольник и объединенными в адаптивную систему направленных микрофонов. Указанная конфигурация микрофонов использует технологию MultiBeam (многолучевая направленность) для автоматической активации луча, направленного на собеседника с самым высоким ОСШ. Кроме того, слушающий может управлять направленностью, вручную выбрав один или несколько лучей, направленных на одного или нескольких собеседников.

Один беспроводной микрофон Roger Select можно использовать в небольшой группе сидящих за столом людей, что материально доступнее и эмоционально комфортнее, чем многопользовательская сеть.

Основной целью настоящего исследования было сравнение потенциальной эффективности дистанционных микрофонов Roger Pen и Roger Select в условиях групповой беседы.

## Методика

### Участники исследования

К участию в исследовании привлекли 10 людей в возрасте от 20 до 92 лет с двусторонней сенсоневральной тугоухостью. Восемь из них пользовались слуховыми аппаратами (СА) бинаурально. Тональные аудиограммы пользователей СА (лучше слышащее ухо) представлены на рис. 1. Двое участников пользовались кохлеарными имплантами (КИ) – один с одной стороны, второй с обеих сторон. У всех участников исследования был более чем двухлетний опыт использования технических средств реабилитации, а у половины участников – более чем пятилетний опыт использования дистанционных микрофонов.

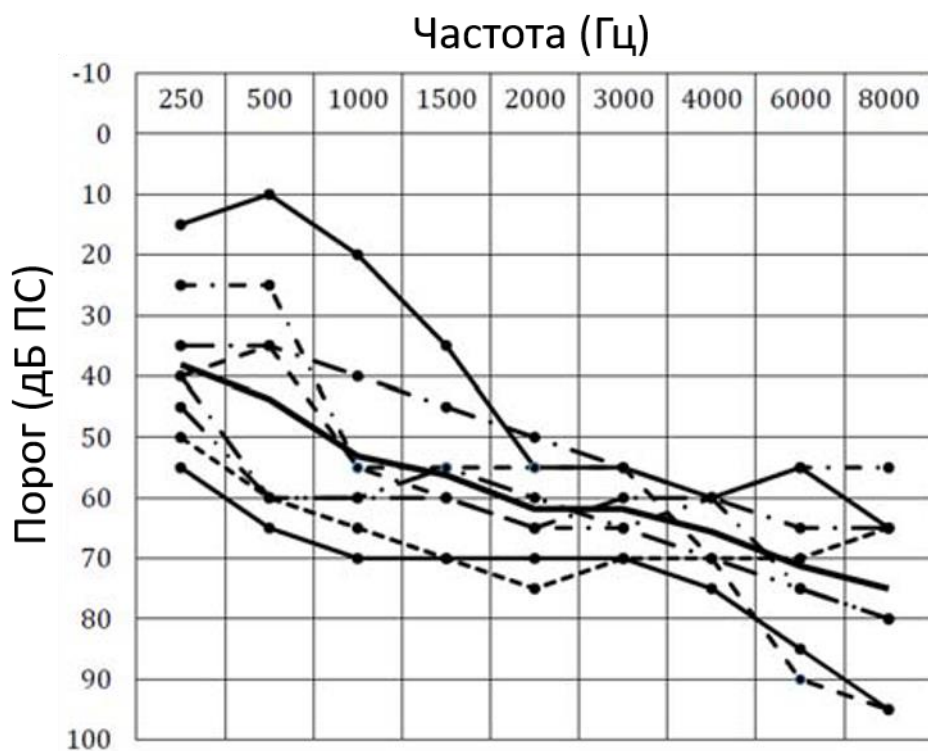


Рис. 1: Тональные аудиограммы лучше слышащего уха участников исследования, пользовавшихся слуховыми аппаратами.

## Технические средства

Шести участникам исследования, пользовавшимся СА, были подобраны аппараты Phonak Naída V SP или UP с интегрированными в дизайн приемниками Roger. Оставшиеся двое пользовались собственными СА Phonak с интегрированными в дизайн приемниками Roger. Все слуховые аппараты были запрограммированы в соответствии с целевыми значениями формулы NAL-NL1 (Byrne с соавт., 2001). Двое пользователей КИ были снабжены универсальными приемниками Roger X, подключенными к речевым процессорам с помощью евро-адаптеров.

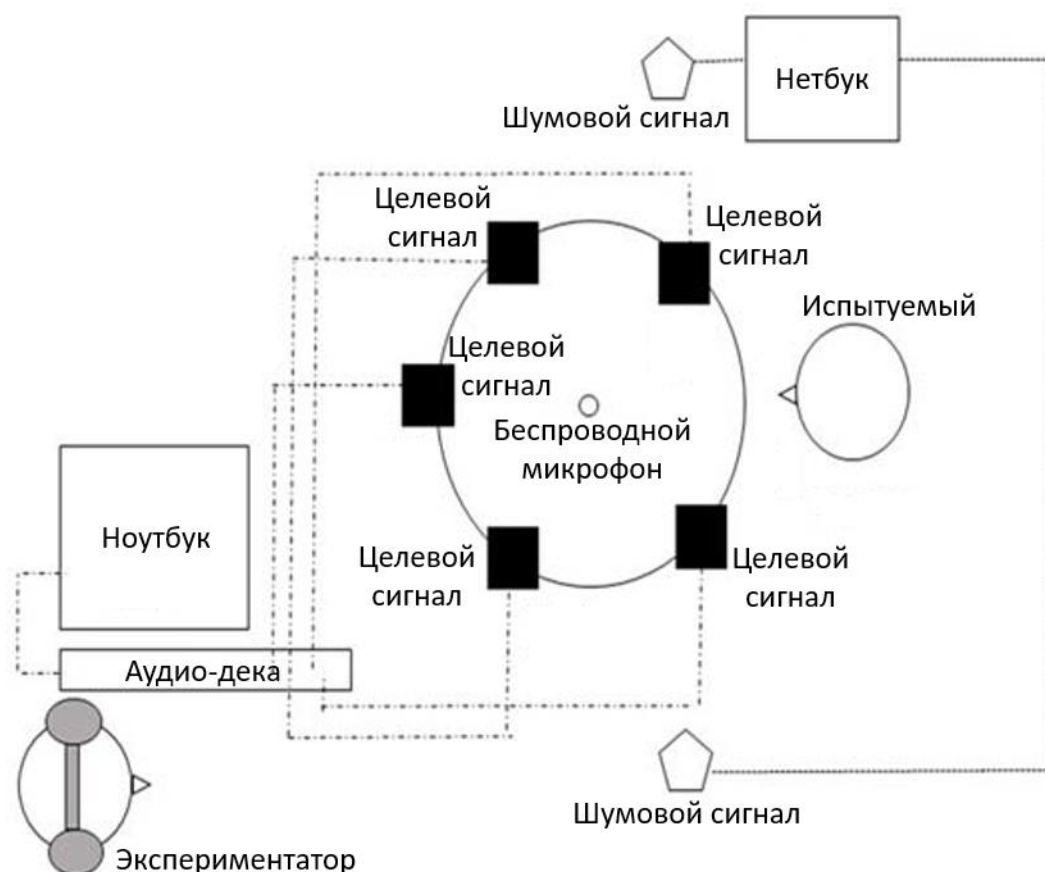
Два беспроводных дистанционных микрофона – Roger Select и Roger Pen – использовались при различных уровнях шума в условиях имитации группового общения. Измеряли показатели разборчивости речи.

## Протокол исследования

Участников исследования просили повторять фразы теста HINT (Nilsson, Soli, Sullivan, 1994) в шуме, а показатели разборчивости речи измеряли в трех разных вариантах:

- только СА или КИ
- СА или КИ + Roger Pen
- СА или КИ + Roger Select

В каждом из этих вариантов речь подавали в случайном порядке через один из пяти динамиков (рис. 2). Речь поддерживалась на постоянном уровне 65 дБА в месте расположения испытуемого, а шум ресторана настраивали на 4 разных ОСШ, имитирующих ужин с несколькими людьми: +5, 0, -5 и -10 дБ.



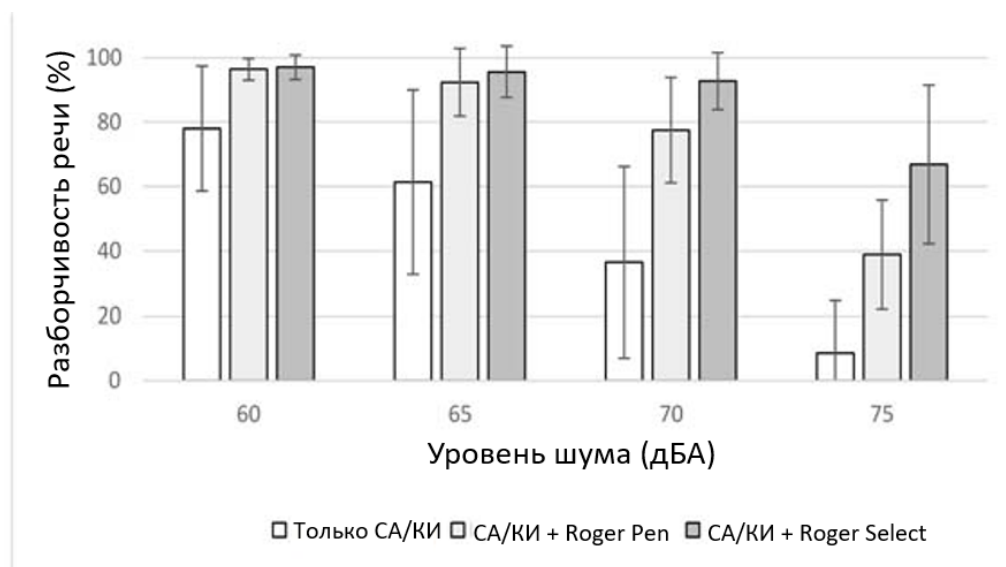
**Рис. 2:** Схема исследования – целевой сигнал (речь) уровнем 65 дБА в случайном порядке подается через один из пяти динамиков; шум ресторана, настроенный на различные значения ОСШ, подается через динамики, расположенные по азимутам 90° и 180°.

В ситуациях, подразумевающих наличие дистанционного микрофона, использовался один микрофон Roger Select или Roger Pen, помещенный в центр стола. Испытуемый слушал сигнал микрофона посредством своих беспроводных приемников Roger.

Для оценки эффекта повышения голоса в шумной обстановке проводилось дополнительное исследование разборчивости речи. Речь уровнем 70 дБА подавали на фоне шума уровнем 75 дБА. Вновь измеряли разборчивость речи в каждом из трех вышеперечисленных вариантов.

## Результаты

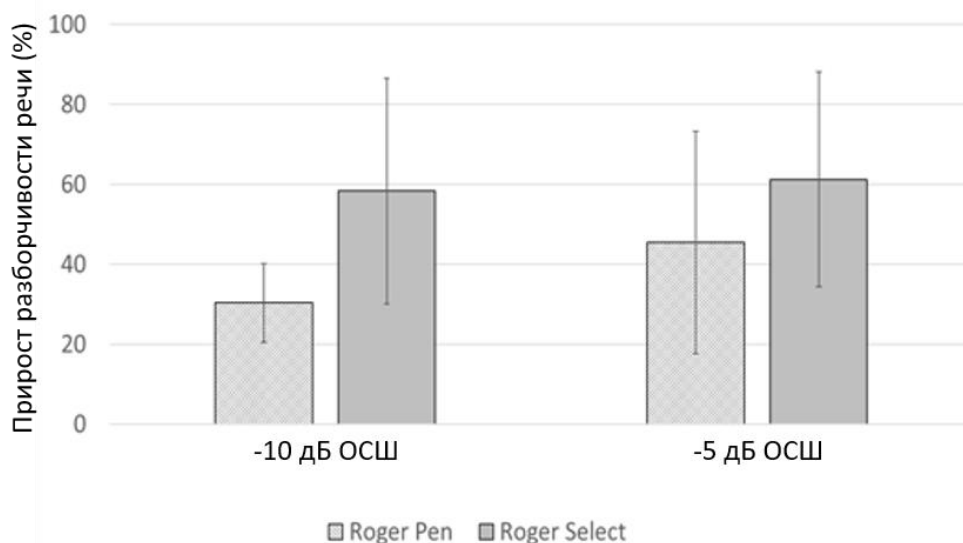
На рис. 3 представлено влияние различных вариантов проведения эксперимента на разборчивость речи.



**Рис. 3:** Средние показатели теста HINT для разных уровней шума и вариантов тестирования.

После арксинусного преобразования данные были проанализированы с помощью двустороннего дисперсионного анализа ANOVA с повторными измерениями (для 4 уровней шума и 3 вариантов прослушивания). Отмечено статистически значимое влияние микрофона ( $df = 2$ ,  $p < 0,0001$ ) и уровня шума ( $df = 3$ ,  $p < 0,0001$ ) на разборчивость речи, а также статистически значимое взаимодействие факторов ( $df = 6$ ,  $p < 0,05$ ).

На рис. 4 представлен прирост разборчивости речи при использовании двух беспроводных микрофонов. Сравниваются варианты с уровнями речи 70 дБА (-5 дБ ОСШ) и 65 дБА (-10 дБ ОСШ) на фоне шума уровнем 75 дБА. Согласно полученным результатам, при -5 дБ ОСШ результативность испытуемых в среднем на 61% выше при использовании Roger Select и на 45% выше при использовании Roger Pen (по сравнению с вариантом "без микрофона").



**Рис. 4:** Средний прирост показателей фразового теста HINT при использовании дистанционных микрофонов при -5 и -10 дБ ОСШ. Прирост рассчитывали путем вычитания показателя разборчивости речи только с СА или КИ из показателя разборчивости речи с СА (КИ) и дистанционным микрофоном.

## Заключение

Несмотря на достижения в области звукоусиления, взрослые люди с нарушениями слуха по-прежнему сталкиваются с проблемами при общении в шуме, особенно при наличии нескольких собеседников. Цель настоящего исследования заключалась в изучении потенциального прироста разборчивости речи в шуме при использовании двух моделей дистанционных микрофонов, Roger Select и Roger Pen, по сравнению с ситуацией без дистанционного микрофона.

При использовании адаптивных дистанционных микрофонов Roger отмечался прирост разборчивости речи в шуме в среднем на 61% для микрофона Roger Select и до 45% – для микрофона Roger Pen по сравнению с ситуацией "без микрофона". Таким образом, эти результаты подтверждают, что использование дистанционных микрофонов способно улучшить ситуацию с разборчивостью речи в динамичной акустической обстановке. Эти дистанционные микрофоны могут значительно улучшить разборчивость речи в шуме, преодолевая социальные барьеры, связанные с общением с несколькими собеседниками.

## Литература

Boothroyd, A. (2004). Hearing aid accessories for adults: The remote FM microphone. *Ear & Hearing*, 25, 22–33.

Byrne, D., Dillon, H., Ching, T., Katsch, R., and Keidser, G. (2001). NAL-NL1 procedure for fitting non-linear hearing aids: characteristics and comparisons with other procedures. *Journal of the American Academy of Audiology*, 12(1), 37–51.

De Ceulaer, G., Bestel, J., Mülder, H., Goldbeck, F., de Varebeke, S., and Govaerts, P. (2016). Speech understanding in noise with the Roger Pen, Naida CI Q70 processor, and integrated Roger 17 receiver in a multitalker network. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 273, 1107-14.

Gigandet, X., Fulton, B., and Smith, C. (2018). Roger multibeam technology – enhancing the group listening experience. *Phonak Insight*.

Hawkins DB. (1984.) Comparisons of speech recognition in noise by mildly-to-moderately hearing-impaired children using hearing aids and FM systems. *J Speech Hear Disord*, 49, 409–418.

Lewis, M., Crandell, C., Valente, M., and Horn, J. (2004). Speech perception in noise: Directional microphones versus frequency modulation (FM) systems. *J Am Acad Audiol*, 15, 426–39.

Nilsson, M., Soli, S., and Sullivan, J. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception threshold in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95, 1085-1099.

Thibodeau, L. (2010). Benefits of adaptive FM systems on speech recognition in noise for listeners who use hearing aids. *American Journal of Audiology*, 19, 1-10.

Thibodeau, L. (2014). Comparison of speech recognition with adaptive digital and FM remote microphone hearing assistance technology by listeners who use hearing aids. *American Journal of Audiology*, 23, 201-211.

## Авторы



**Д-р Линда Тибодо (Linda Thibodeau)** – профессор докторантуры по аудиологии Техасского университета в Далласе. Ее научная деятельность посвящена изучению восприятия речи людьми с тугоухостью и расстройствами слуховой обработки, а также исследованию звукоусиливающих систем и вспомогательных технических средств. Кроме того, проф. Тибодо участвует в разработке приложений для смартфонов с открытым исходным кодом, предназначенных для усиления речи, а также консультирует школы и арт-площадки по вопросам, связанным с аудиологией.



**Соланж Андерсон (Solange Anderson)** – старший менеджер проектов по нарушениям слуха в Advanced Bionics. Соланж работает в компании Sonova с 2007 г. Занималась различными областями – от аудиологии и обучения до разработки новых платформ. Соланж получила степень магистра аудиологии в Государственном университете Южного Коннектикута и до прихода в компанию Sonova работала в различных клиниках.