

Phonak

Клинические испытания

AutoSense OS – Превосходная разборчивость речи и меньшее слуховое напряжение в сложной акустической обстановке

В этом исследовании, выполненном в Ольденбургском центре слуха в Германии, было установлено, что система AutoSense OS улучшает субъективную разборчивость речи и снижает слуховое напряжение по сравнению с двумя слуховыми аппаратами конкурентов. Данные подтвердились как для типичной обстановки общения, когда единственный собеседник находится перед слушающим, так и для ситуации с распределением внимания между несколькими говорящими.

Михаэль Шульте (Michael Schulte), Маттиас Форман (Matthias Vormann), Ян Герен (Jan Heeren), Маттиас Латцель (Matthias Latzel) и Дженнифер Эплтон-Хубер (Jennifer Appleton-Huber) / Июнь 2019

Введение

Понимание речи на фоне шума – одна из наиболее сложных задач для людей с сенсоневральной тугоухостью, даже если они пользуются правильно подобранными и настроенными слуховыми аппаратами. В сложной, шумной обстановке пользователям слуховых аппаратов нужно более благоприятное отношения сигнал-шум (ОСШ), чем их нормальнослышающим ровесникам, для достижения таких же показателей разборчивости речи (например, Killion, 1997). Кроме того, установлено, что способность понимать речь в шуме коррелирует с удовлетворенностью слуховыми аппаратами. Согласно MarkeTrak IX, наиболее удовлетворенные пользователи считают, что их слуховые аппараты успешнее снижают уровень окружающего шума, комфортны в присутствии громких звуков и улучшают способность определять направление поступления звука (Abrams, Kihm, 2015).

За последние десятилетия производители слуховых аппаратов стали использовать всё более совершенные технологии шумоподавления для повышения ОСШ и, соответственно, улучшения разборчивости речи. Одна из наиболее распространенных технологий снижения уровня шума – направленность. Она подразумевает использование двух микрофонов для создания "пространственного шумоподавления". Как правило, направленность эффективнее всего улучшает разборчивость речи при расположении источника речи перед слушателем, а источника(ов) шума – сбоку и/или сзади.

Исходя из моделей когнитивной психологии (Shinn-Cunningham, 2008) и экологической обоснованности (Paluch с соавт., 2017; Meis с соавт., 2018), типичная групповая беседа сопряжена с постоянным переключением внимания слушателя с одного собеседника на всю группу и обратно. Как правило, в начале разговора слушатель делит свое внимание между всеми говорящими, чтобы решить, кого он хочет слушать или к какой беседе хочет присоединиться. После принятия решения слушатель старается сконцентрировать внимание на единственном говорящем и "отсечь" остальные разговоры и окружающий шум. Однако, может оказаться, что ему неплохо было бы слышать и речь из других направлений, например, чтобы вовремя среагировать на человека, старающегося привлечь его внимание. Иными словами, в условиях групповой беседы слушателю полезно иметь возможность переключать внимание с одного человека на всю группу и обратно.

Основная цель данной работы заключалась в сравнении локализационных способностей, субъективной разборчивости речи и субъективного слухового напряжения в сложной акустической обстановке при

использовании AutoSense OS и двух слуховых аппаратов конкурентов, снабженных автоматическими классификаторами звукового окружения. Вторичная цель – установить, различаются ли основные показатели эффективности использования слуховых аппаратов при концентрации внимания на одном собеседнике и переключении внимания на нескольких говорящих.

Методика

Участники исследования

В работе приняли участие 30 опытных пользователей слуховых аппаратов с умеренной тугоухостью (рис. 1) в возрасте от 44 до 86 лет (средний возраст 72,6 года). Они обладали нормальными когнитивными способностями согласно тесту DemTect (Kalbe с соавт., 2004) и могли свободно двигать головой.

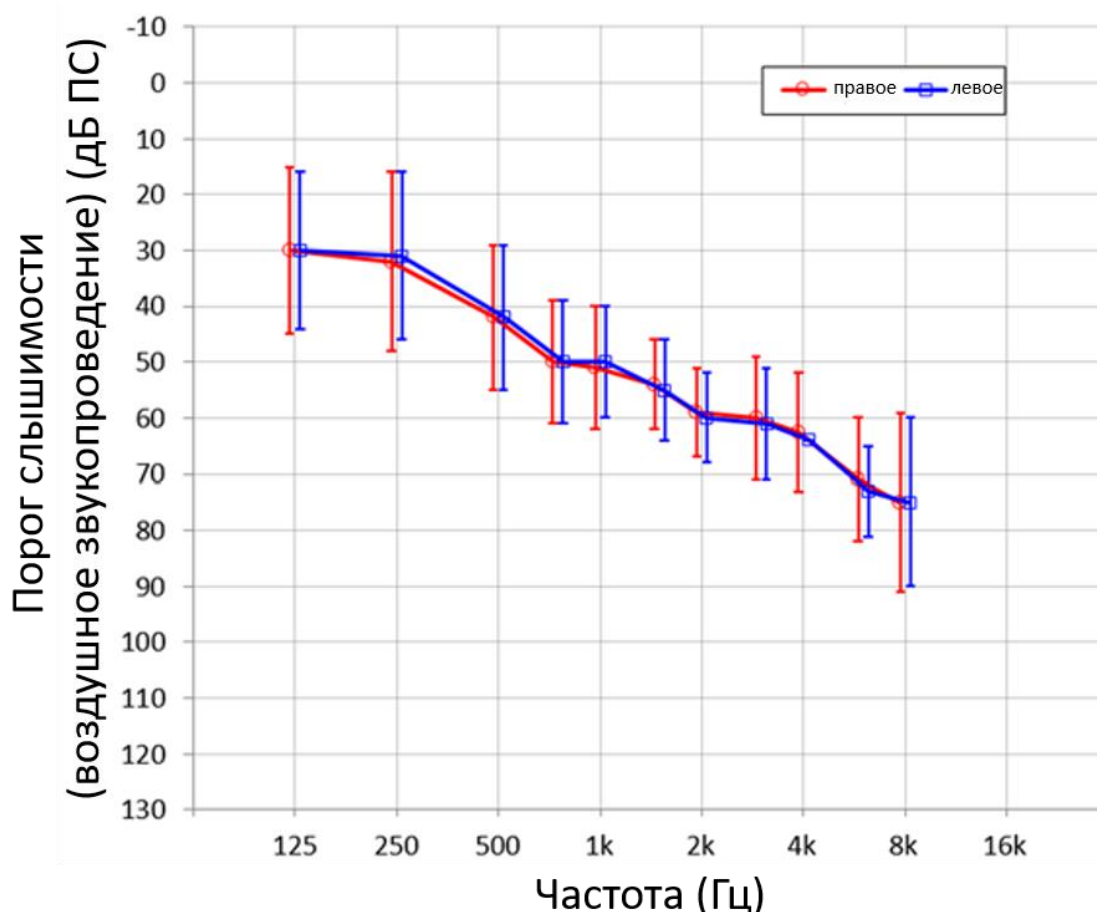


Рис. 1: Усредненная аудиограмма всех 30 испытуемых для правого и левого уха.

Устройства

Участникам исследования были подобраны слуховые аппараты Phonak Audéo B90-312T (тестируемые характеристики которых эквивалентны Audéo Marvel) и премиальные слуховые аппараты двух конкурентов. Устройства были настроены в соответствии с предлагаемой по умолчанию формулой; при необходимости проводилась точная настройка. В устройствах Phonak использовалась система AutoSense OS, классифицировавшая описанную ниже акустическую обстановку как "речь в шуме" (с активацией UltraZoom). В двух устройствах конкурентов также были активированы автоматические программы. Во всех случаях использовали закрытые вкладыши SlimTips.

Ход работы

Для исследования способности слуховых аппаратов улучшать локализацию звуков в повседневной обстановке выполнялся тест динамической локализации. Участники исследования, снабженные трекером движений головы, сидели в свободном звуковом поле в центре круга, образованного 12 динамиками, расположенными в горизонтальной плоскости. Акустическая сцена представляла собой уличный шум, шум школьного двора (уровень предъявления обоих шумов 65 дБ УЗД) и разговор сзади (на уровне 5 дБ ОСШ). В пределах передней полусферы перемещались движущиеся цели (низкочастотная – дизельный грузовик и

высокочастотная – мотоцикл) (рис. 2). Они появлялись под углом -90° , -30° , 30° и 90° , затем заворачивали за угол и исчезали (см. цветные линии на рис. 2). Движения происходили в обоих направлениях. Эти движения всегда охватывали сегмент 60° в передней полусфере. Между двумя целевыми звуками подавались две статические помехи: молоток (74 дБ УЗД) и отбойный молоток (71 дБ УЗД). Порядок следования звуковых событий можно увидеть в нижней части рис. 2.

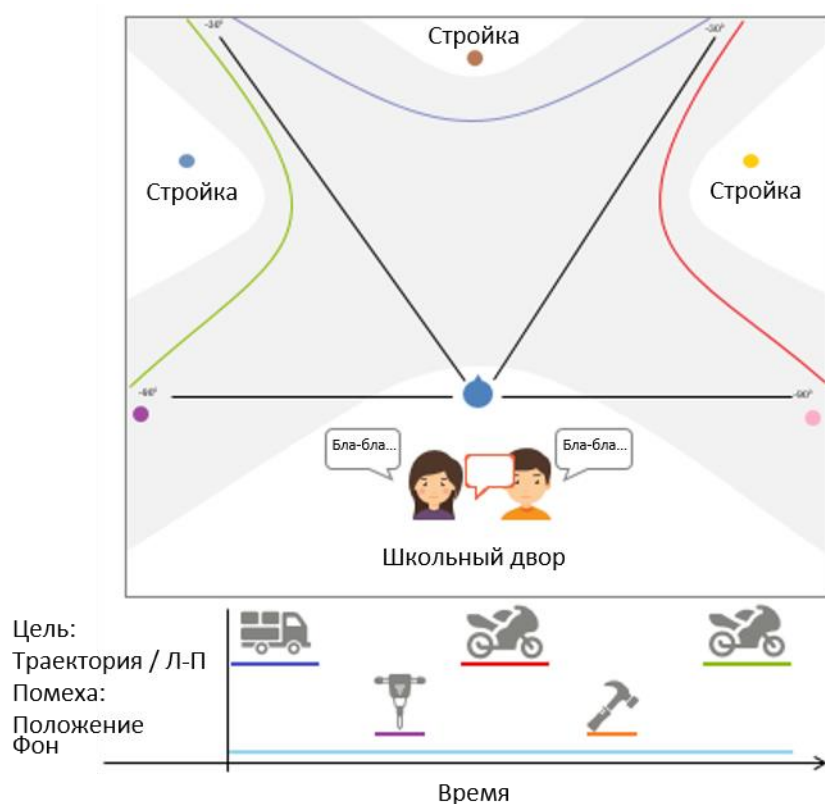


Рис. 2: Схема проведения теста динамической локализации на фоне уличного шума. Красной, синей и зеленой линиями обозначены траектории движущихся целей. Шум молотка и отбойного молотка подавали из точек, обозначенных на схеме как "стройка". Источники шума школьного двора и разговора находились позади испытуемого. Последовательность предъявления целевых звуков и помех можно увидеть в нижней части схемы.

Испытуемые были снабжены оптическими трекерами движений головы. Их просили поворачивать голову точно в сторону движущихся целей. Длительность теста для каждого слухового аппарата составляла 180 с, за это время подавали 18 целевых стимулов. В ходе анализа устанавливали время реакции и отклонение от азимута цели.

Вслед за тестом с локализацией выполняли тест парного сравнения для оценки предпочтения тех или иных слуховых аппаратов в отношении разборчивости речи и слухового напряжения. Для этого использовалась концепция виртуального слухового аппарата (Helbling с соавт., 2013). Она подразумевает 2 этапа: (1) запись *in situ* звука всех трех слуховых аппаратов в экспериментальных условиях, в процессе ношения испытуемыми; (2) последующее прослушивание записей испытуемыми через внутриушные телефоны.

При выполнении этого тест использовали следующую схему: испытуемые сидели в центре круга, образованного 12 динамиками, лицом к динамику, расположенному под углом 0° или 300° (-60°) (соответственно, левая и правая части рис. 3). Все 12 динамиков воспроизводили шум кафетерия общим уровнем 65 дБ, а речевой материал Ольденбургского фразового теста (OLSA) непрерывно и одновременно предъявляли из трех динамиков, расположенных под углом 0° , -60° и $+60^\circ$ при 0 дБ ОСШ. Эта сцена представляет собой имитацию разговора с тремя людьми в шумном кафетерии. Из динамика, расположенного под углом 0° , подавали женский голос, произносивший фразы OLSA на немецком языке (Wagener с соавт., 2014), из двух других динамиков подавали голоса мужчин, говоривших по-немецки (Wagener с соавт., 1999; Hochmuth с соавт., 2015). Запись звучания всех трех слуховых аппаратов проводили в положении испытуемого лицом к динамику, расположенному под углом 0° , а затем -60° . Задача испытуемого состояла в последующем прослушивании записей с целью их непосредственного парного

сравнения и оценке разборчивости речи ("В каких слуховых аппаратах я лучше слышу женщину?") и слухового напряжения ("В каких слуховых аппаратах сложнее всего понять, что говорит женщина?"). Записи в положении головы по азимуту 0° соответствуют концентрированному вниманию (левая половина рис. 3), а в положении головы по азимуту -60° – рассеянному вниманию (правая половина рис. 3).

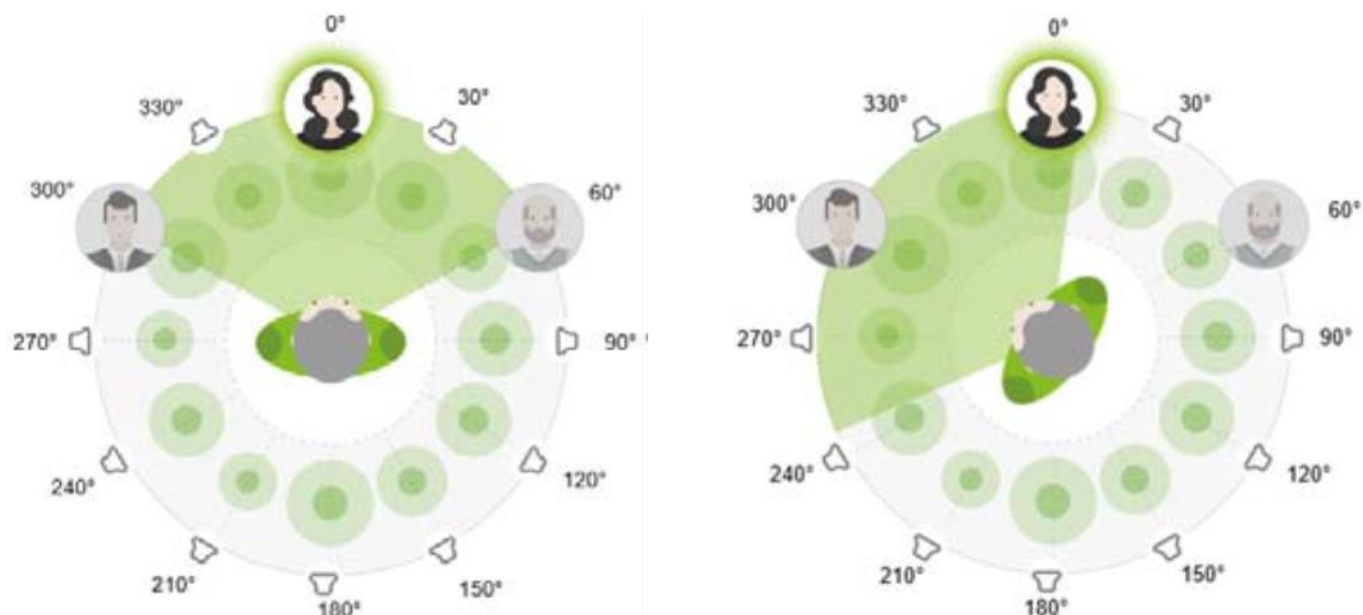


Рис. 3: Шум кафетерия подавали одновременно из всех 12 динамиков. Кроме того, из динамиков, обозначенных на рисунке изображениями лиц, подавали речевой материал OLSA. Женский голос, подававшийся под углом 0° , служил целевым сигналом, тогда как мужские голоса, подававшиеся по азимутам 60° и 300° (-60°), расценивались как помеха. Сцена слева, когда испытуемый сидит лицом к целевому сигналу, соответствует направленному вниманию. Сцена справа, когда испытуемый сидит лицом к динамику, находящемуся под углом -60° , но прислушивается к женскому голосу, поступающему под углом 0° , соответствует рассеянному вниманию.

Результаты

Тест динамической локализации

На рис. 4 представлены результаты анализа данных, полученных с помощью трека движения головы в тесте динамической локализации. На графике слева показано медианное время, затрачиваемое на локализацию шума движущегося объекта при использовании каждой пары слуховых аппаратов. На графике справа представлен угол девиации (т.е. точность) при отслеживании цели. Каждый из этих графиков состоит из двух частей: левая половина соответствует движению непосредственно перед слушателем (от -30° до 30° и обратно), а правая половина соответствует движению сбоку от слушателя (от -90° до -30° или от 90° до 30° и обратно). Очевидно, что цель, перемещающуюся перед испытуемым, отслеживать легче (статистически значимо), чем цель, перемещающуюся сбоку. Статистически значимых различий между тремя парами слуховых аппаратов в отношении времени реакции или отклонений от азимута в ходе теста динамической локализации не обнаружено. Это означает, что все три устройства одинаково хорошо помогают справиться с этим тестом.

Тест парных сравнений

Результаты теста парных сравнений представлены на рис. 5 и 6. Для каждого парного сравнения показано число участников, предпочитавших один аппарат другому на основании разборчивости речи и слухового напряжения. На рис. 5 представлены результаты теста парных сравнений разборчивости речи при сконцентрированном и рассеянном внимании. Аппараты Phonak обеспечивают лучшую субъективную разборчивость речи, чем оба устройства конкурентов. Различия достигают статистической значимости в отношении Конкурента 1 для речи спереди (сконцентрированное внимание) и речи под углом 60° (рассеянное внимание).

На рис. 6 представлены результаты теста парных сравнений слухового напряжения. Слуховые аппараты Phonak обеспечивали гораздо меньшее слуховое напряжение, чем оба устройства конкурентов, при фокусировании внимания на собеседнике, находящемся перед испытуемым (ситуация

сконцентрированного внимания). При прослушивании собеседника, находящегося под углом -60° (ситуация рассеянного внимания) аппараты Phonak также обеспечивали меньшее слуховое напряжение, чем оба устройства конкурентов, но в этом случае различие было статистически значимым только при сравнении с Конкурентом 2.

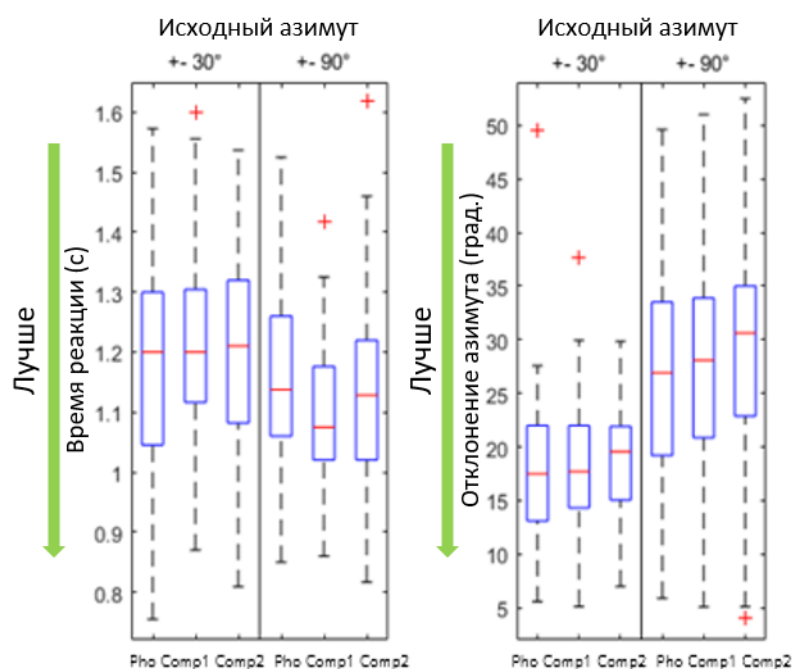


Рис. 4: Время реакции (слева) и отклонение азимута (справа) в тесте динамической локализации в условиях виртуальной улицы при исходном азимуте $\pm 30^\circ$ (левая половина каждого графика) и $\pm 90^\circ$ (правая половина каждого графика). Pho = Phonak. Comp1 = Конкурент 1. Comp2 = Конкурент 2.

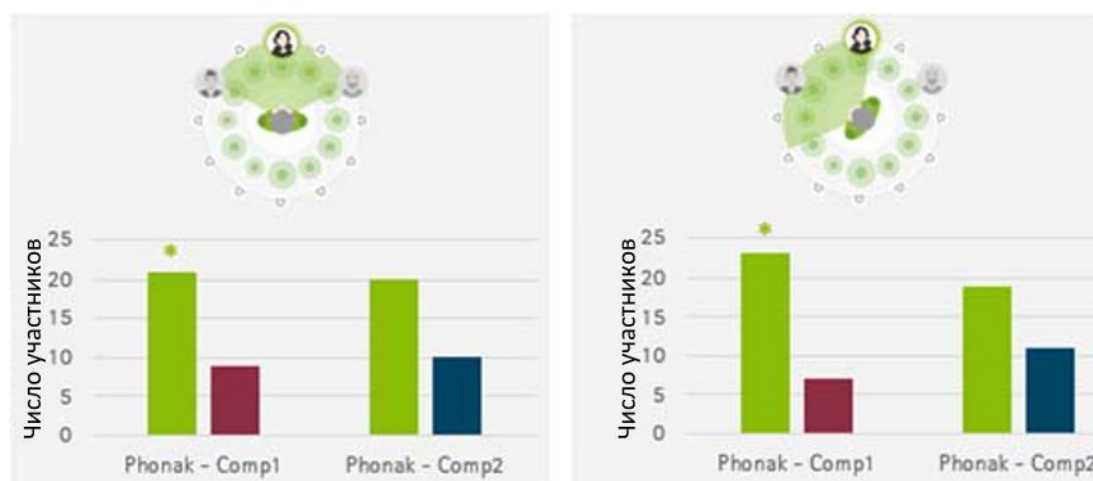


Рис. 5: Субъективная разборчивость речи (парное сравнение), отображенная как число участников исследования, предпочитавших тот или иной аппарат из пары. График слева соответствует ситуации фокусированного внимания (лицом в сторону 0°), а график справа – ситуации рассеянного внимания (лицом в сторону -60°). * = статистически значимое различие ($p < 0,05$). Comp1 = Конкурент 1. Comp2 = Конкурент 2.

Заключение

Прислушиваться к речи в шумной обстановке – сложная задача, особенно для пользователей слуховых аппаратов. Типичная групповая беседа подразумевает переключение между сконцентрированным (один собеседник) и рассеянным (несколько собеседников) вниманием. Несмотря на то, что слуховые аппараты Phonak улучшают разборчивость речи, преимущественно поступающей спереди, установлено, что они не снижают при этом локализационную способность по сравнению с аппаратами конкурентов, использующих другие подходы.

Тесты парных сравнений показали, что система AutoSense OS обеспечивает лучшую субъективную разборчивость речи и меньшее слуховое напряжение по сравнению с двумя устройствами конкурентов, как

при фронтальном (сконцентрированное внимание), так и при боковом (рассеянное внимание) расположении собеседника. Это означает, что слуховые аппараты Phonak обеспечивают пользователям лучшее понимание речи без существенного дополнительного напряжения в типичной сложной обстановке общей беседы.

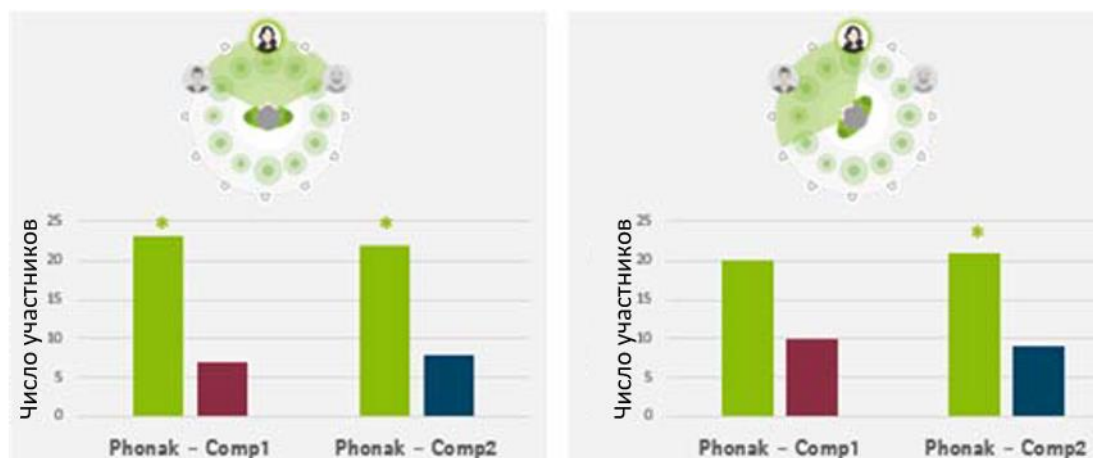


Рис. 6: Слуховое напряжение (парное сравнение), отображенное как число участников исследования, предпочитавших тот или иной аппарат из пары. График слева соответствует ситуации фокусированного внимания (лицом в сторону 0°), а график справа – ситуации рассеянного внимания (лицом в сторону -60°). * = статистически значимое различие ($p < 0,05$). Comp1 = Конкурент 1. Comp2 = Конкурент 2.

Литература

- Abrams, H. B., & Kihm, J. (2015). An Introduction to MarkeTrak IX: A New Baseline for the Hearing Aid Market. *Hearing Review*, 22(6).
- Helbling, T., Vormann, M., & Wagener, K. (2013). Speech priority noise reduction: A digital noise reduction preference study. *Hearing Review*, 10(11), 34-43.
- Hochmuth, S., Jürgens, T., Brand, T., & Kollmeier, B. (2015). Talker- and language-specific effects on speech intelligibility in noise assessed with bilingual talkers: Which language is more robust against noise and reverberation? *International Journal of Audiology*, 54(2), 23-34.
- Kalbe E1, Kessler J, Calabrese P, Smith R, Passmore AP, Brand M, Bullock R. (2004). DemTect: a new, sensitive cognitive screening test to support the diagnosis of mild cognitive impairment and early dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 19(2), 136-143.
- Killion, M. C. (1997). The SIN report: Circuits haven't solved the hearing-in-noise problem. *Hearing Journal*, 50(10), 28– 32.
- Meis, M., Krueger, M., Gablenz, P. v., Holube, I., Gebhard, M., Latzel, M., & Paluch, R. (2018). Development and application of an annotation procedure to assess the impact of hearing aid amplification on interpersonal communication behavior. *Trends in Hearing*, 22, 1–17.
- Paluch, R., Krüger, M., Hendrikse, M., Grimm, G., Hohmann, V., & Meis, M. (2017). Ethnographic research: The interrelation of spatial awareness, everyday life/laboratory environments and effects of hearing aids. *Proceedings of the International Symposium on Auditory and Audiological Research (Proc. ISAAR)*, Vol. 6: Adaptive Processes in Hearing, August 2017, Nyborg, Denmark. Edited by Santurette, S., Dau, T., Dalsgaard, J. C., Tranebjærg, L., Andersen, T., & Poulsen, T. The Danavox Jubilee Foundation, 2017. ©
- Shinn-Cunningham, B. (2008). Objective-based auditory and visual attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(5), 182- 186.
- Wagener, K. C., Hochmuth, S., Ahrlich, M., Zokoll, M. A., & Kollmeier, B. (2014). Der weibliche Oldenburger Satztest 17th annual conference of the DGA Oldenburg, CD-Rom.

Wagener, K. C., Brand, T., & Kollmeier, B. (1999). Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache III: Evaluation des Oldenburger Satztests. *Z Audiology*, 38(3), 86-95.

Авторы и исполнители исследования

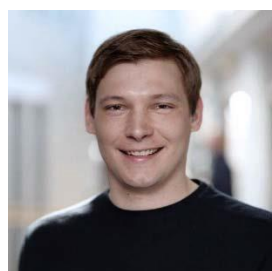
Внешние исполнители



С 2004 г. **Михаэль Шульте (Michael Schulte)** работает в Ольденбургском центре слуха (Германия), где отвечает за аудиологические исследования в рамках финансируемых государством проектов, а также за сотрудничество с производителями. В 2002 г. он получил степень доктора философии (PhD) в Центре биомагнетизма Института экспериментальной аудиологии при Университете Мюнстера (Германия). С 2002 по 2003 г. Михаэль работал постдокторантом в Центре когнитивной нейровизуализации Ф.К. Дондерса в Неймегене (Нидерланды). Научные интересы Михаэля Шульте лежат в области изучения слуховой системы. Особое внимание он уделяет вопросам, связанным со слуховым напряжением.



Д-р **Маттиас Форман (Matthias Vormann)** получил диплом по физике в 1995 г., а степень доктора философии (PhD) – в 2011 г. в Университете Ольденбурга. С 2005 г. он работает в Ольденбургском центре слуха (Германия), преимущественно участвуя в исследовательских проектах производителей слуховых аппаратов. Сфера интересов – новые методы измерения субъективных и объективных преимуществ слуховых аппаратов.



фрилансера.

Ян Герен (Jan Heeren) окончил физический факультет Университета Ольденбурга по специальности "медицинская физика" в 2014 г. С 2012 г. работал над несколькими проектами в области изучения слуховых аппаратов и виртуальной акустики в Университете Ольденбурга и Ольденбургском центре слуха. В 2016 г. начал работать в отделе исследований и разработок компании HörTech GmbH (Ольденбург). Занимается разработкой методов исследования слуховых аппаратов. Помимо научной работы, провел около 500 мероприятий в качестве звукоинженера-

Координатор исследования



Маттиас Латцель (Matthias Latzel) изучал электротехнику в Бохуме и Вене в 1995 г. После получения степени доктора философии (PhD) в 2001 г. он проходил постдокторантуру на факультете аудиологии Университета Гисена с 2002 по 2004 г. С 2011 г. Matthias возглавлял отдел аудиологии филиала компании Phonak в Германии. С 2012 г. работает менеджером клинических исследований компании Phonak AG (Швейцария).

Автор



Дженнифер Эплтон-Хубер (Jennifer Appleton-Huber) получила степень магистра аудиологии в университете Манчестера в 2004 г. До 2013 г. работала в качестве аудиолога-исследователя в Великобритании и Швейцарии. Занималась проблемами подбора и настройки слуховых аппаратов и кохлеарных имплантов взрослым и детям. В настоящее время Jennifer работает техническим редактором в головном офисе Phonak.