

Клинические испытания

Сентябрь 2015



StereoZoom

Адаптивное функционирование улучшает разборчивость речи, качество звука и подавление шума

Исследование, выполненное в Центре Слуха Ольденбурга (Германия), показало, что новое поколение StereoZoom (адаптивная бинауральная направленность), реализованное на платформе Phonak Venture, значительно повышает разборчивость речи в шумной обстановке по сравнению со статической и моноауральной направленностью (включая решения, предлагаемые двумя конкурентами). Кроме того, было обнаружено значительное повышение субъективной оценки качества звука и подавления шума, как в лабораторной, так и в реальной обстановке.

Цель

Целью данной работы было изучение преимуществ Phonak StereoZoom нового поколения (на платформе Venture) в сравнении с предшествующим вариантом (на платформе Quest), технологией UltraZoom и подходами, используемыми в устройствах двух конкурирующих компаний.

Введение

Направленные микрофоны улучшают понимание речи в сложной акустической обстановке, особенно на фоне шума (Ricketts, 2006; Wouters и соавт., 1999; Chung, 2004; Namacher и соавт., 2005). В целом, они фокусируются на поступающей спереди речи, ослабляя поступающий сзади шум. В табл. 1 приведены используемые Phonak технологии направленности и их особенности

Варианты направленности Phonak	Лучшая адаптация к конкретной обстановке и подавление источников интенсивного шума	
	→	
Большая направленность (и ОСШ), напр. в диффузном шуме ↓	статическая	адаптивная
	моноауральная	Фиксированная <u>UltraZoom</u>
	бинауральная	<u>StereoZoom (Quest)</u> <u>StereoZoom (Venture)</u>

Табл. 1: Варианты направленности Phonak.

Было установлено, что адаптивная моноауральная направленность улучшает разборчивость речи в присутствии источника интенсивного фонового шума (Wouters и соавт., 2002; Ricketts, Henry, 2002). Она фокусируется на поступающей спереди речи, повышая отношение сигнал-шум и способствуя разборчивости речи. Типичный пример такой ситуации приведен на рис. 1: пользователь слуховых аппаратов (голова в центре рисунка) слушает трех других людей, находящихся в зеленом секторе. Шум поступает с двух сторон (люди, сидящие за круглыми серыми столами). Такая технология не создает узкую направленность в какую-либо сторону; она адаптивно

аттенюирует наиболее интенсивный шум, сохраняя усиление поступающих спереди звуков. За счет этого можно поддерживать разговор с собеседниками, даже если они располагаются не строго фронтально.

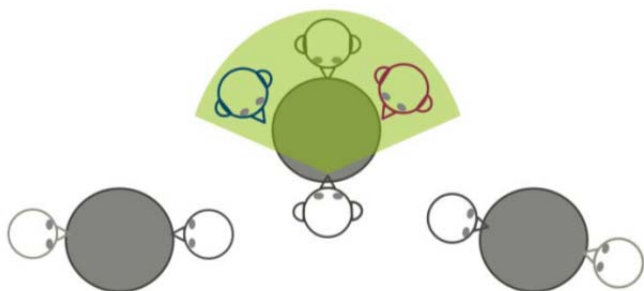


Рис. 1: Пример ситуации с доказанной эффективностью технологии UltraZoom. Пользователь слуховых аппаратов слушает людей, находящихся в зеленом секторе. Шум поступает с двух сторон (люди, сидящие за серыми столами).

В то же время, в условиях диффузного шума более эффективна бинауральная статическая версия направленности – StereoZoom (Nyffeler, 2010; Stuermann, 2011; Picou и соавт., 2014; Latzel, 2013). Типичный пример такой ситуации приведен на рис. 2: пользователь слуховых аппаратов (голова в центре рисунка) слушает трех других людей, находящихся в зеленом секторе. Шум поступает со всех сторон, создавая диффузную шумовую обстановку.

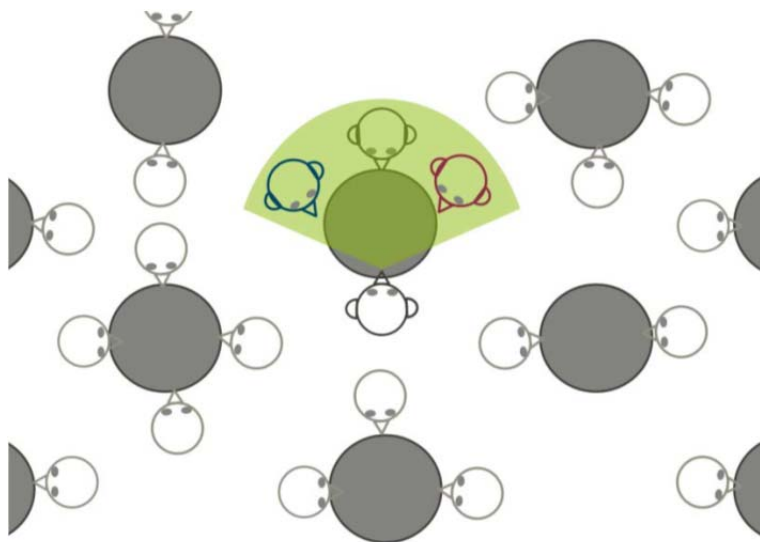


Рис. 2: Пример ситуации с доказанной эффективностью технологии StereoZoom. Пользователь слуховых аппаратов слушает людей, находящихся в зеленом секторе. Со всех сторон окружен источниками шума, создающими диффузную шумовую обстановку.

Технология бинауральной статической направленности – StereoZoom – создает двустороннюю сеть четырех микрофонов, обладающую сильно сфокусированной направленностью.

Дополнительная направленность, обеспечивающая более эффективное подавление фонового шума, отличается более сфокусированным лучом, что способствует дальнейшему повышению отношения сигнал-шум (ОСШ).

Преимущества усовершенствованных вариантов направленности можно сформулировать следующим образом:

- Адаптивная направленность в сравнении со статической направленностью: Более эффективное подавление источников интенсивного шума и возможность адаптации к конкретной акустической обстановке.
- Бинауральная направленность в сравнении с моноауральной направленностью: Улучшение направленности за счет более узко сфокусированного фронтального луча. Это ведет к повышению ОСШ (напр., в диффузном шумовом поле).

Для слуховых аппаратов платформы Venture была разработана технология StereoZoom нового поколения, объединяющая преимущества бинауральной и адаптивной направленности. Appleton и König (2014) подтвердили значительные преимущества адаптивного варианта StereoZoom, как с точки зрения разборчивости речи, так и в отношении субъективной сравнительной оценки нового StereoZoom и статической моноауральной или бинауральной направленности. В данной работе приводится дополнительная доказательная база, а также представлено сравнение адаптивного StereoZoom с технологиями направленности, применяемыми конкурентами.

Методика

В исследовании приняли участие 20 пользователей слуховых аппаратов с тугоухостью от умеренной до тяжелой (средние тональные пороги 50 дБ ПС; диапазон 37-63 дБ ПС). Для изучения эффективности UltraZoom и адаптивного StereoZoom использовались слуховые аппараты Audéo V90. Для изучения эффективности статического StereoZoom использовались слуховые аппараты Audéo Q90. Кроме того, для сравнения воспользовались слуховыми аппаратами двух конкурентов. В качестве референтного условия использовался режим имитации ушной раковины Real Ear Sound (RES) или ненаправленный режим (в зависимости от наличия режима в слуховом аппарате). Частотное понижение было отключено. В результате можно было оценить именно эффективность направленности. Акустические параметры всех слуховых аппаратов выбирали в соответствии с рекомендациями программного обеспечения.

Разборчивость речи с различными вариантами направленности оценивалась с использованием теста разборчивости фразовой речи в шуме Oldenburger Satztest (OLSA). Испытуемые прослушивали фразы, состоящие из пяти слов (открытый выбор), на фоне шума. Затем предлагалось повторить услышанное; результаты оценивали на основании числа правильно повторенных слов. Все пять технологий направленности оценивали в двух вариантах пространственного расположения источников звука (рис. 3). В обоих случаях испытуемый находился в центре круга, образованного 12 динамиками, лицом к динамику, расположенному по азимуту 0°. Из этого динамика поступал речевой материал. В первом случае создавалась диффузная шумовая обстановка за счет предъявления шума голосов из 11 остальных динамиков. Во втором случае шум голосов подавался только из динамиком, расположенных по азимутам 90° и 270°, т.е. шум поступал сбоку. Уровни речи адаптивно меняли, оставляя шум на постоянном уровне 65 дБ (А). Для каждой технологии направленности и для каждого пространственного варианта измеряли пороги разборчивости речи (SRT), т.е. отношение сигнал-шум, при котором испытуемый правильно воспроизводил 50% услышанных слов.

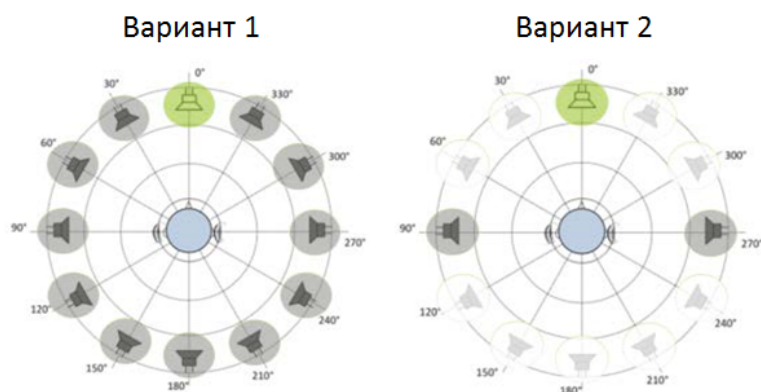


Рис. 3: В первом варианте выполнения теста OLSA диффузная шумовая обстановка создавалась путем предъявления шума голосов из 11 динамиков (отмечены серыми кругами). Во втором варианте шум голосов подавался из двух боковых динамиков, расположенных по азимутам 90° и 270°.

Субъективная оценка проводилась как в лаборатории, так и вне ее. Задача состояла в сравнении StereoZoom (адаптивная бинауральная направленность) с UltraZoom (адаптивная моноауральная направленность). Статический StereoZoom был исключен из этой части исследования, т.к. он подразумевал необходимость смены слуховых аппаратов. В слуховых аппаратах Audéo V90 создавали программу адаптивного StereoZoom и программу UltraZoom. Порядок следования этих двух программ у отдельных испытуемых был случайным. Субъективная оценка вне лаборатории состояла из двух частей. Вначале испытуемые прогуливались вместе с

исследователем, ведя беседу на улице и в кафетерии. Испытуемых просили заполнить анкету, оценив две программы в диапазоне от -5 (программа 1 намного лучше) до +5 (программа 2 намного лучше). Затем испытуемые пользовались слуховыми аппаратами на протяжении 3-4 недель, сравнивая две программы в максимально разнообразных и сложных акустических ситуациях. Испытуемые переключали программы вручную, не зная о том, что представляют собой эти программы. Для сравнения программ необходимо было заполнить анкету. При этом оценивались различные аспекты эффективности слуховых аппаратов, например, слуховое напряжение, качество звука и шумовые помехи.

В лаборатории субъективная оценка проводилась в тех же условиях, что и первый вариант теста OLSA (диффузное шумовое окружение). Из всех динамиков, кроме фронтального, подавали шум вечеринки на уровне 65 дБ, а речь подавалась из фронтального динамика на уровне 60 дБ. Испытуемым предлагали переключаться между программами 1 и 2, оценивая их в диапазоне от 0 (очень плохо) до 8 (очень хорошо) с точки зрения разборчивости речи, подавления шума и общего качества звучания.

Результаты

Объективные результаты, полученные в тесте OLSA, представлены на рис. 4 и 5. На обоих рисунках показано улучшение порогов разборчивости речи (SRT), обеспечиваемое различными технологиями направленности, относительно SRT, полученных в ненаправленном режиме или в режиме RES.

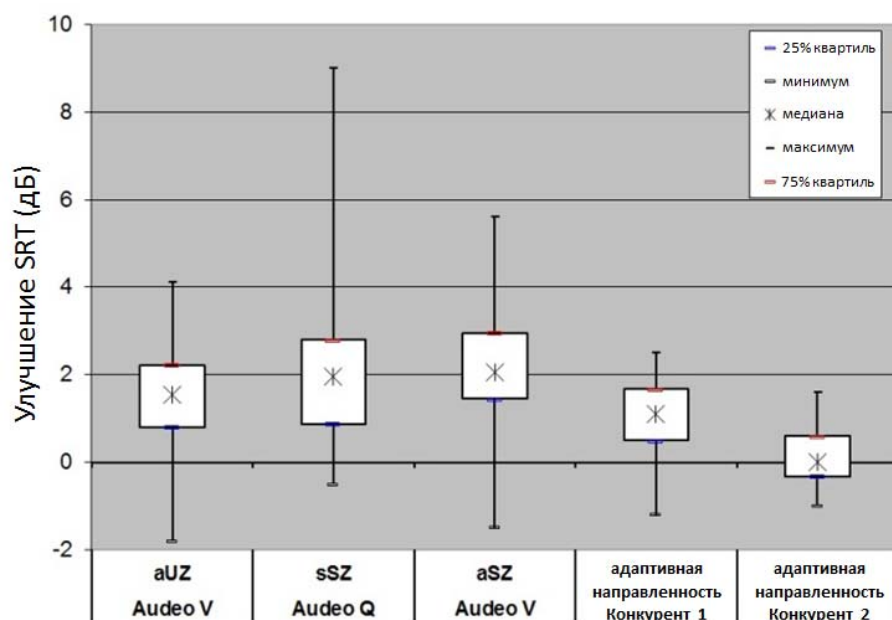


Рис. 4: Улучшение SRT при использовании направленности по сравнению с ненаправленным режимом или режимом RES. SRT рассчитывали по данным OLSA (вариант 1), в условиях диффузного шума. aUZ = UltraZoom, sSZ = StereoZoom (Quest), aSZ = StereoZoom (Venture).

На рис. 4 представлено улучшение SRT в пространственном варианте 1 – диффузная шумовая обстановка. Анализ с использованием t-теста обнаружил статистически значимое различие ($p = 0,005$) между улучшением SRT, обеспечиваемым адаптивным StereoZoom, в сравнении с UltraZoom (монауральная направленность) ($p = 0,005$) и технологией Конкурента 2 ($p = 0,001$).

На рис. 5 представлено улучшение SRT в пространственном варианте 2 – шум только с двух сторон. Анализ с использованием t-теста обнаружил статистически значимое различие между улучшением SRT, обеспечиваемым адаптивным StereoZoom, в сравнении со всеми остальными технологиями направленности.

Тест знаковых рангов Уилкоксона ($p = 0,05$) обнаружил значимые различия между адаптивным StereoZoom и UltraZoom при их сравнении в домашней обстановке. Установлено, что адаптивный StereoZoom обеспечивает значительно более высокое качество звука в шумной обстановке по сравнению с UltraZoom. Шумовая помеха расценивалась как значительно более тихая в случае использования адаптивного StereoZoom по сравнению с UltraZoom (при разговоре в автомобиле/автобусе и в групповой беседе).

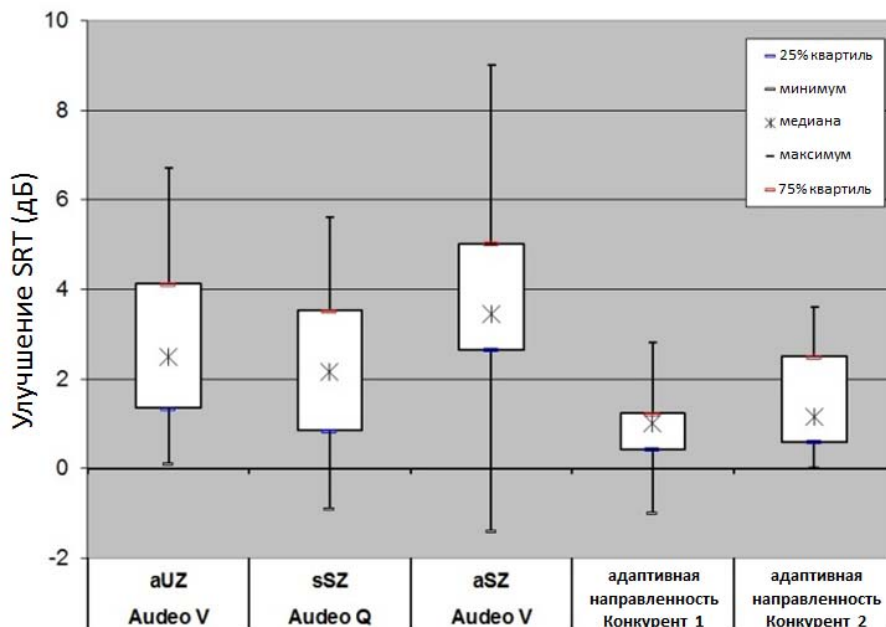


Рис. 5: Улучшение SRT при использовании направленности по сравнению с ненаправленным режимом. SRT рассчитывали по данным OLSA (вариант 2), в условиях поступления шума сбоку.

Субъективными исследованиями в лаборатории установлено, что средняя пользовательская оценка адаптивного StereoZoom была выше, чем UltraZoom по всем трем категориям – разборчивость речи, подавление шума и общее качество звука (рис. 6). Различия оценки разборчивости речи и качества звука были статистически значимыми (0,05 в ранговом тесте Уилкоксона). Это хорошо согласуется с объективными результатами теста OLSA, также свидетельствующими о преимуществе адаптивного StereoZoom над UltraZoom.

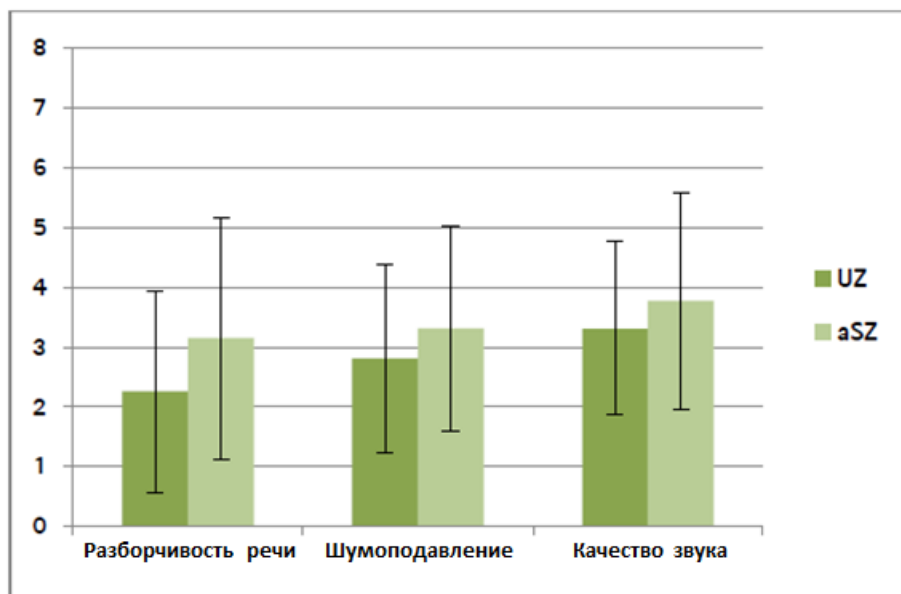


Рис. 6: Средние субъективные оценки 18 испытуемых по шкале от 0 (очень плохо) до 8 (очень хорошо). Испытуемые сравнивали UltraZoom с адаптивным StereoZoom по критериям разборчивости речи, шумоподавления и качества звука.

Заключение

Объективные данные свидетельствуют, что бинауральный адаптивный Phonak StereoZoom нового поколения (Venture) улучшает разборчивость речи в шумной обстановке по сравнению со своей статической версией, моноaurальной адаптивной направленностью (UltraZoom) и продукцией конкурентов. В особенности это относится к предьявлению шума сбоку. Субъективные данные согласуются с объективными результатами; в частности, испытуемые выше оценили качество звука и разборчивость речи при использовании StereoZoom (Venture) по сравнению с UltraZoom, как в лабораторных, так и в домашних условиях. Кроме того, StereoZoom (Venture) зарекомендовал себя значительно лучше, чем UltraZoom, с точки зрения подавления шума, как в условиях лаборатории, так и вне ее.

Наконец, данное исследование продемонстрировало субъективное и объективное превосходство новой адаптивной бинауральной технологии направленности Phonak.

Литература

Appleton, J., König, G., 2014. Improvement in Speech Intelligibility and Subjective Benefit with Binaural Beamformer Technology. Hearing Review October 2014

Chung, K., 2004. Challenges and Recent Developments in Hearing Aids. Part I. Speech Understanding in noise, microphone technologies and noise reduction algorithms. Trends in amplification, 8(3), p. 83-124.

Hamacher, V., Eggers, J., Fischer, E., Kornagel, U., Puder, H., Rass, U., 2005. Signal Processing in High-End Hearing Aids: State of the Art, Challenges, and Future Trends EURASIP. Journal of Applied Signal Processing, 18 p. 2915–2929

Latzel, M., 2013. Concepts for Binaural Processing in Hearing Aids. Hearing Review, 20(4), p. 34

Nyffeler, M., 2010. StereoZoom - Improvements with directional microphones. Field Study News. Phonak AG: 2010

Picou, E. M., Aspell, E., Ricketts, T. A., 2014. Potential benefits and limitations of directional processing in hearing aids. Ear and Hearing, 35(3), p. 339-352

Ricketts, T. A., Henry, P., 2002. Evaluation of an adaptive, directional-microphone hearing aid. International Journal of Audiology, 41 p. 100-112

Ricketts, T. A., 2006. Directional hearing aid benefit in listeners with severe hearing loss. International Journal of Audiology, 45, p. 190-197

Stuermann, B., 2011. StereoZoom - Improved speech understanding even with open fittings. Field Study News. Phonak AG: 2011

Wouters, J., Litierère, L., van Wieringen, A., 1999. Speech intelligibility in noisy environments with one- and two-microphone hearing aids. Audiology, 38 p. 91-98

Wouters, J., Vanden Berghe, J., Maj, J.-B., 2002. Adaptive noise suppression for a dual-microphone hearing aid. International Journal of Audiology, 41 p. 401-407

Авторы и исполнители исследования

Главный исполнитель



Матиас Латцель (Matthias Latzel) изучал электротехнику в Бохуме и Вене (1995). В 2001 году присвоена степень доктора философии (PhD). Постдокторантуру проходил с 2002 по 2004 год на кафедре аудиологии Гиссенского университета. С 2011 года возглавлял отдел аудиологии в компании Фонак-Германия. С 2012 года руководит клиническими исследованиями в головном офисе компании Фонак.

Автор

Дж. Эплтон-Хубер (J. Appleton-Huber), научный редактор, компания Фонак АГ.

Jennifer.Appleton-Huber@Phonak.com