

# [www.sluhcentr.ru](http://www.sluhcentr.ru)

**слуховые аппараты, решения для слуха**

**о нас каталог форум контакты**

**РОСТОВСКИЙ ЦЕНТР КОРРЕКЦИИ СЛУХА**

**г. Ростов на Дону; ул. Суворова 19**

**(863)264-31-56; (863)263-02-76**

**обзоры, характеристики, инструкции слуховых аппаратов**

**новости слухопротезирования события центра**

**видеотека полезная информация о слуховых аппаратах**

**Доверьте заботу о Вашем слухе профессионалам**

Центр Слухопротезирования в г. Ростове на Дону существует уже более 10 лет. Мы предлагаем полный спектр услуг, от начального определения проблемы снижения слуха до точной диагностики и подбора слухового аппарата, гарантийного, постгарантийного и сервисного обслуживания.

Новые поколения слуховых аппаратов, которые предлагает наша компания, позволяют корректировать практически любой вид тугоухости. Широкий модельный ряд - от заушных до самых маленьких внутриканальных - слуховых аппаратов позволяет успешно использовать эти слуховые аппараты, как во взрослом, так и в детском возрасте. Благодаря современным микропроцессорам и новым стратегиям обработки сигнала достигается великолепное качество звучания и оптимальная разборчивость речи в любой шумовой обстановке.

Успех слухопротезирования в нашем центре обеспечивается высоким профессионализмом наших специалистов, прошедших стажировку в ведущих центрах слухопротезирования Австрии, Германии, Швейцарии, большим выбором качественных слуховых аппаратов, использованием современного оборудования и материалов, а также чутким подходом к каждому пациенту.

**Начало на следующей странице.**

## Бинауральная направленность

### Беспроводная связь – новый подход к мультимикрофонным системам направленности

#### Введение

Phonak был первой компанией, использовавшей мультимикрофонную технологию в слуховых аппаратах. Уже в начале 1990-х годов слуховые аппараты с технологией AudioZoom установили новые стандарты разборчивости речи на фоне шума. С появлением цифровых слуховых аппаратов мультимикрофонная технология стала применяться всеми производителями. Основным препятствием на пути дальнейшего развития технологии направленности стали специфические физические ограничения, обусловленные использованием не более, чем двух микрофонов. ZoomControl впервые позволил сформировать новые диаграммы направленности благодаря интерактивному обмену данными между левым и правым слуховыми аппаратами. Пользователь получил возможность избирательно фокусировать направленность вправо, влево или назад. Сегодня Phonak сделал очередной шаг по пути развития технологии направленных микрофонов. Используя эксклюзивную технологию обмена реальными звуковыми данными между аппаратами, Phonak создал бинауральную систему, генерирующую абсолютно новые варианты диаграммы направленности. Теперь микрофоны обоих слуховых аппаратов способны с еще более высокой точностью фокусироваться на источниках звука, расположенных перед пользователем, сводя к минимуму посторонние шумы, поступающие с других направлений. Это приводит к существенному повышению отношения сигнал-шум (ОСШ) и, как следствие, небывалому улучшению разборчивости речи в сложной акустической обстановке.

#### Естественная направленность

Слуховая система человека способна локализовать несколько источников звука, расположенных в нескольких градусах друг от друга. При этом мозг учитывает минимальные междушумные различия времени поступления и уровня сигналов. Процесс локализации протекает на подсознательном уровне. Мозг анализирует важность поступающих с разных сторон сигналов и конструирует ту или иную акустическую сцену. В результате часть звуков подчеркивается, а часть — подавляется. При тугоухости этот механизм нарушается, что ведет к ухудшению локализации источников звука и ослаблению подавления фонового шума. Современные технологии, используемые для восстановления утраченных локализационных способностей, не могут вмешаться в работу внутреннего уха и мозга; поэтому они прибегают к подчеркиванию сигналов, расцениваемых как важные и подавлению предположительно бесполезных звуков.

Мультимикрофонная технология, используемая в слуховых аппаратах, считается наиболее важным и эффективным методом дифференциации желательных и нежелательных сигналов. При этом предполагается, что пользователь обычно поворачивается лицом к интересующему его



источнику звука, поэтому создаваемые двумя микрофонами диаграммы направленности подчеркивают звуки, поступающие спереди, и подавляют звуки, поступающие с других направлений.

### Недостатки двухмикрофонных систем

Простые двухмикрофонные системы обладают специфическими ограничениями, обусловленными физическими законами. На рис. 1 представлены возможные характеристики двухмикрофонной системы. Диаграмма направленности может принимать различную форму – от ненаправленной до "восьмерки". Если не принимать во внимание редко используемую "восьмерку", слуховые аппараты обычно оказываются направленными вперед. Для них существует единственное главное направление, а чувствительность к звукам, поступающим с других направлений, задается недостаточно точно. В результате, помимо сигналов, поступающих спереди, в охватываемую направленными микрофонами зону попадают звуки, поступающие под углом  $\pm 60^\circ$ , что далеко не всегда желательно.

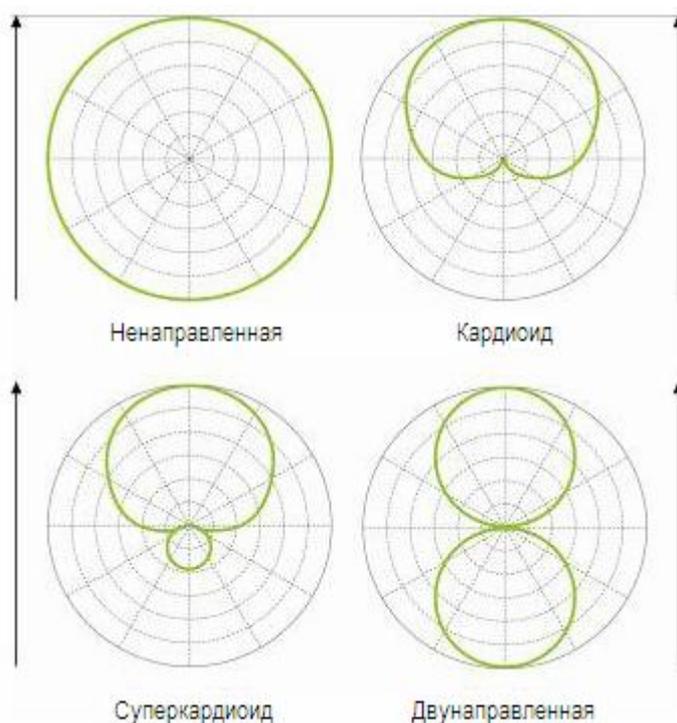


Рис. 1. Полярные диаграммы, соответствующие различным вариантам направленности, получаемым с использованием двух микрофонов.

Для преодоления указанных недостатков направленность должна быть уже и чувствительнее; этого можно достичь путем увеличения расстояния между двумя микрофонами. Однако корпуса современных слуховых аппаратов очень миниатюрны. Еще один подход, заключающийся в попытке создать более узкую направленность путем последовательного соединения нескольких микрофонов, оказался не очень успешным. Теоретически таким путем можно получить новые характеристики направленности, но для этого требуются системы направленных микрофонов второго порядка.

### Значение "порядка" микрофонов

Единичный направленный микрофон называют "микрофоном первого порядка". В соответствии с законами физики чувствительность направленного микрофона зависит от частоты; поэтому низкие частоты передаются менее эффективно, чем

высокие. Чувствительность микрофона падает в низкочастотную сторону со скоростью 6 дБ на октаву. В отсутствие надлежащей коррекции это приведет к неестественно высокому звучанию. В то же время, попытки компенсировать этот эффект путем изменения частотной характеристики аппарата могут привести к усилению внутреннего шума, который может стать слышимым, особенно при низком уровне входных сигналов. Для достижения эффекта направленности первого порядка в двухмикрофонных системах часто используются два ненаправленных микрофона. В результате мультимикрофонные системы цифровых слуховых аппаратов работают на низких частотах как ненаправленные, а на высоких частотах – как направленные. Направленности на всех частотах можно добиться в некоторых специфических акустических ситуациях, когда предполагается, что повышение уровня внутреннего шума не повлияет на разборчивость остальных полезных сигналов. Несмотря на то, что в современных слуховых аппаратах эту проблему можно решить путем использования многих частотных каналов, такое решение также является не вполне удовлетворительным.

Проблема повышения уровня внутреннего шума становится еще более острой в системах направленных микрофонов более высокого порядка, например трехмикрофонных или использующих последовательное соединение нескольких микрофонов. В трехмикрофонной системе низкочастотная чувствительность может падать со скоростью до 12 дБ на октаву (см. рис. 2). В результате в трехмикрофонных слуховых аппаратах в низкочастотном диапазоне одновременно работают только два микрофона. Третий микрофон активируется только при поступлении сигналов частотой свыше 1 кГц.

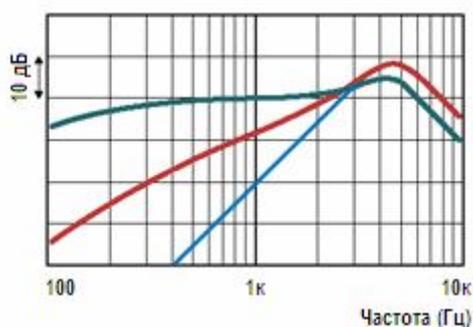
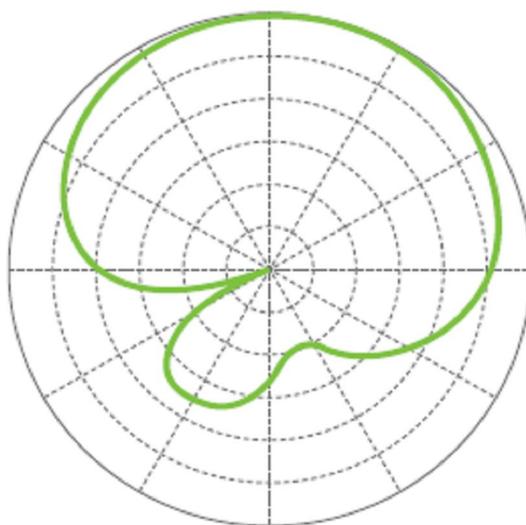


Рис. 2. Уровни чувствительности единичного микрофона (зеленая линия), двухмикрофонной системы (красная линия) и трехмикрофонной системы (синяя линия).

## Реальные характеристики направленности

Следует отметить, что приведенное выше обсуждение двух- и мультимикрофонных систем носит лишь теоретический характер. Так, изображенные на рисунках теоретические кривые двухмикрофонной системы можно получить только для слухового аппарата, находящегося в свободном звуковом поле. Для слуховых аппаратов, используемых в реальных условиях, результаты, конечно, будут другими. В типичном случае звук может беспрепятственно поступать в микрофоны заушного аппарата лишь с одной стороны. С другой стороны находится голова пользователя, создающая эффект тени (рис. 3). Чистый эффект дифракции, создаваемой тенью головы, менее выражен для низких частот и возрастает для высоких частот. В результате для низких частот направленность на практике выражена значительно хуже.



### Преимущества ZoomControl

Появление функции ZoomControl в слуховых аппаратах Phonak представляет собой новый этап развития многомикрофонных систем. Впервые пользователь слуховых аппаратов получил возможность выбора направления прослушивания. В ZoomControl применяются уже обсуждавшиеся выше принципы двухмикрофонных систем, но с возможностью фокусирования не только вперед, но и назад. При необходимости фокусирования вправо или влево следует изменить схему подключения микрофонов с последовательной на параллельную (рис. 4). Теоретически это возможно при бинауральном слухопротезировании, т.к. совместное использование переднего и заднего микрофонов обоих слуховых аппаратов позволяет добиться такой схемы подключения. Остается только связать микрофоны друг с другом беспроводным путем, например с помощью NIBAN (персональной беспроводной сети слуховых аппаратов). Если требуется фокусировка вправо, передний правый микрофон может взять на себя роль переднего микрофона, а левый микрофон будет играть роль заднего микрофона. На практике всё обстоит гораздо сложнее, потому что эффект тени головы может привести к отсутствию нужного для дифференциации сигнала с противоположной стороны. Поэтому в ZoomControl использован несколько иной подход к фокусировке вбок.

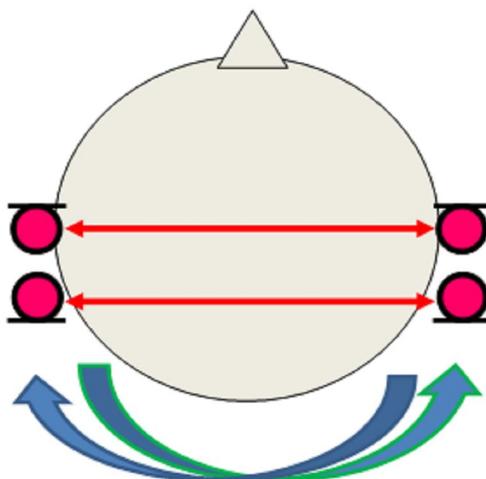


Рис. 4. Параллельное расположение микрофонов.

Если пользователь выбирает фокусировку вправо с помощью ZoomControl, одновременно происходит несколько событий. Чувствительность левого

микрофона снижается так, что он более не воспринимает сигналы слева, тогда как настройка правого слухового аппарата меняется в соответствии с оптимальным приемом сигналов с правой стороны. Сигналы с правого слухового аппарата передаются в реальном времени беспроводным путем в левый слуховой аппарат, где они усиливаются согласно схеме усиления левого аппарата. В результате пользователь слышит обоими ушами поступающие справа сигналы, усиленные в соответствии с потерей слуха в каждом из ушей. Получается весьма впечатляющий эффект направленности, аналогичный тому, который можно было бы получить с помощью традиционной системы направленности, но развернутой в выбранную пользователем сторону.

ZoomControl – это независимая программа, активируемая переключателем программ слухового аппарата или пультом дистанционного управления. До настоящего времени пользователь должен был самостоятельно выбрать сторону фокусировки и вручную поменять ее при изменении ситуации. В аппаратах поколения Spice эта уникальная технология Phonak получила дальнейшее развитие. Теперь, если пользователь хочет сфокусироваться на каком-либо направлении, ему достаточно включить программу auto ZoomControl. После этого слуховые аппараты будут самостоятельно выбирать направление преобладающего речевого сигнала и автоматически изменять направление фокусировки при перемещении источника сигнала.

### Комплексные системы микрофонов

На практике широко пользуются сложными системами, объединяющими несколько микрофонов. В сочетании с современными компьютерными технологиями такие комплексные системы микрофонов способны с высокой точностью обнаруживать и отслеживать практически любые движущиеся источники звуков. Хотя системы такого типа невозможно использовать в слуховых аппаратах, они привлекают интерес аудиологов и специалистов по техническим разработкам. На рис. 5 представлена относительно простая система, с помощью которой пользователь может акустически "смотреть" в любую сторону. Соответствующее подключение микрофонов M1—M4 позволяет "смотреть" в направлениях Z1—Z4. Если микрофоны M2—M4 объединены в "виртуальный" микрофон M5, появляется дополнительное направление Z5. Легко заметить, что такая система микрофонов позволяет фокусироваться в любом направлении. К сожалению, ограниченность размеров не позволяет использовать ее в слуховых аппаратах.

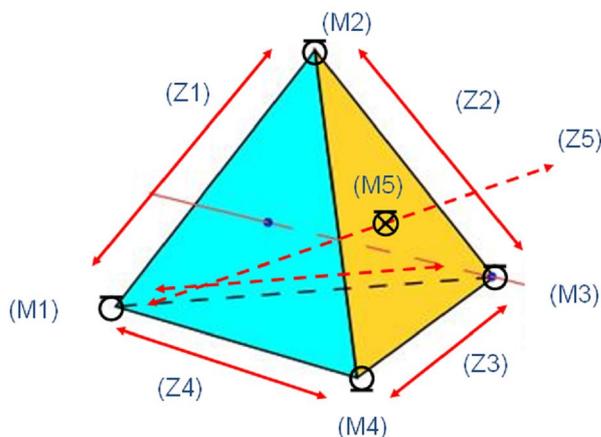
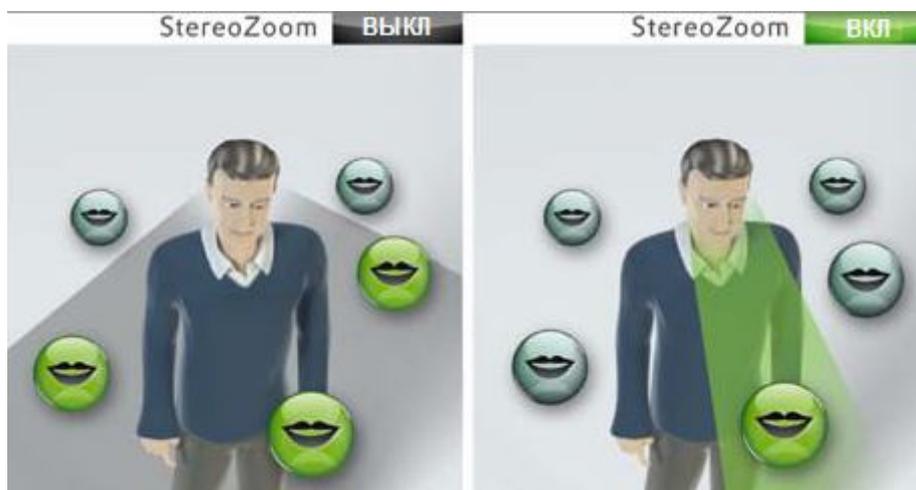


Рис. 5. Теоретическая система микрофонов (M), позволяющая фокусироваться в любом направлении (Z).

Тем не менее, взяв эту идею за основу и приняв во внимание, что два слуховых аппарата снабжены в сумме четырьмя микрофонами, можно попробовать усовершенствовать существующие системы направленности.

### **StereoZoom — инновационная система микрофонов, основанная на беспроводной связи**

В слуховых аппаратах необязательно использовать трехмерное расположение микрофонов, потому что наиболее важные звуковые события происходят в одной плоскости вокруг пользователя. Поэтому можно ограничиться традиционным для слуховых аппаратов расположением микрофонов. Основной идеей, воплощенной в системе StereoZoom, был новый подход к формированию луча направленности. Микрофоны обоих слуховых аппаратов связаны беспроводным путем. Иными словами двухмикрофонная система одного из аппаратов объединена с двухмикрофонной системой второго аппарата. На практике это позволяет создать новую, более "острую", диаграмму направленности и повысить ОСШ за счет смещения референтной точки луча направленности вперед. Увеличение расстояния между микрофонами решает задачу направленности на низких частотах. На рис. 6 показано, как работает такая система направленности в ситуации "речь на фоне шума". Обычная система направленности в равной степени усилит всех трех собеседников, находящихся перед пользователем. Но если он хочет слышать только одного из них, остальные двое станут источником помех. С помощью StereoZoom стало возможным сузить луч направленности до одного собеседника, что позволяет пользователю полностью сосредоточиться на разговоре с ним.



*Рис. 6. Монауральные направленные микрофоны образуют широкоугольную направленность (серый сектор). StereoZoom формирует узкий луч направленности (зеленый сектор), позволяющий выделить одного собеседника в группе разговаривающих людей.*

### **Включение режима StereoZoom**

Более, чем 5-летние клинические испытания, проводившиеся в ходе разработки StereoZoom, показали, что нет смысла использовать его в автоматическом режиме работы слухового аппарата. Создаваемый системой StereoZoom очень узкий луч направленности может пригодиться в достаточно ограниченном числе случаев, когда пользователю нужно сконцентрироваться на единственном собеседнике. В результате StereoZoom стал доступен в качестве независимой программы, активируемой при необходимости пользователем с помощью

переключателя программ или пульта дистанционного управления. Программа предназначена для использования в сложной акустической обстановке, когда обычная система направленных микрофонов не дает ожидаемого результата.

### **Новая технологическая платформа**

Реализация алгоритма бинауральной направленности StereoZoom стала доступной только благодаря использованию сложной технологии обработки сигнала и возможности передачи полноценного аудиосигнала от аппарата к аппарату в реальном времени. Все эти функции обеспечиваются новейшим цифровым процессором, используемым в беспроводных слуховых аппаратах Phonak поколения Spice.

### **Заключение**

Phonak продолжает лидировать в области разработки и применения технологии направленных микрофонов. StereoZoom стал очередным крупным достижением, намного превосходящим традиционные технологии направленности, используемые в большинстве слуховых аппаратов. Реализована задача создания системы, не ограничивающейся независимой работой двух микрофонов каждого слухового аппарата, но объединяющей их в единую сеть. Стало возможным использование новых, более узких, диаграмм направленности, предназначенных для сложной акустической обстановки. Благодаря беспроводной связи и обмену аудиоданными между аппаратами было реализовано фокусирование на одном собеседнике с одновременным подавлением шума, поступающего не только сзади и сбоку, но и спереди. Инновационное бинауральное формирование направленности стало возможным благодаря удивительной производительности нового микропроцессора Spice, намного превосходящего все существующие аналоги. StereoZoom – независимая программа, при необходимости активируемая пользователем с помощью переключателя программ или пульта дистанционного управления. Она позволяет общаться в наиболее сложной акустической обстановке, прежде создававшей непреодолимые препятствия для общения.

# [www.sluhcentr.ru](http://www.sluhcentr.ru)

**слуховые аппараты, решения для слуха**

**о нас каталог форум контакты**

**Ростовский Центр Коррекции Слуха**

**г. Ростов на Дону; ул. Суворова 19**

**(863)264-31-56; (863)263-02-76**

**обзоры, характеристики, инструкции слуховых аппаратов**

**новости слухопротезирования события центра**

**видеотека полезная информация о слуховых аппаратах**

## **медтехника для дома**

**ингаляторы массажные накидки**

**глюкометры массажеры**

**тонометры миостимуляторы**

**соляные лампы алкометры**

**физиотерапевтические аппараты**