

# Теоретические основы

Февраль 2018



## Технология Roger™ MultiBeam – новый уровень решений для общения в группе

Общение в группе может стать проблемой для человека с нарушенным слухом, особенно в сложной обстановке, такой как многолюдный ресторан или конференц-зал с реверберацией (Pisou с соавт., 2016, Thibodeau, 2014). MultiBeam<sup>1</sup> от Phonak – технология беспроводных микрофонов нового поколения. Использование массива современных автоматических микрофонов позволяет фокусироваться на единственном говорящем и плавно переключаться на другого говорящего при смене ораторов. Микрофоны, работающие в шести направлениях, рассчитывают и сравнивают речевые сигналы, поступающие из любой точки пространства (360°). Автоматически выбирается направление, соответствующее максимальному отношению сигнал-шум. Технология MultiBeam теперь доступна в новых устройствах Roger Select и Roger Table Mic II. Она стала новой парадигмой общения в группе.

### Технология MultiBeam

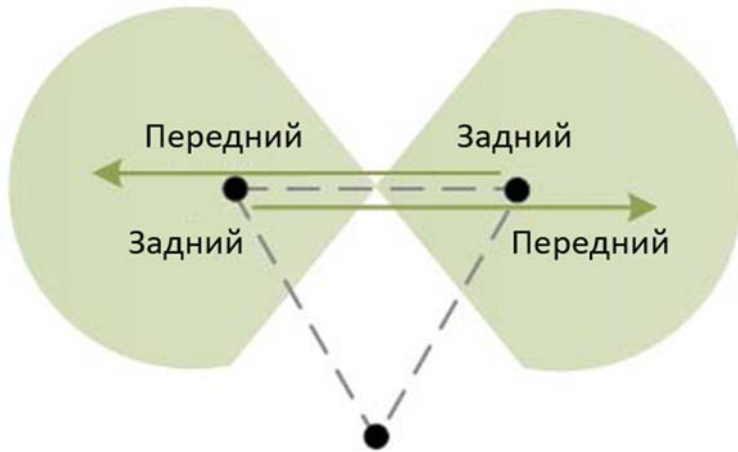
Типичный направленный микрофон состоит из двух всенаправленных микрофонов, разнесенных на расстояние, определяемое особенностями конкретного устройства, например, ВТЕ, ITE или портативный микрофон. Поступающий спереди звук попадает на передний микрофон раньше, чем на задний (Dillon, 2012, с. 25). Эта временная задержка позволяет идентифицировать звук, поступающий спереди. Затем можно аттенюировать звук, поступающий сзади, относительно звука, поступающего спереди. Выходы обоих микрофонов можно комбинировать по-разному: активировать только передний или только задний микрофон, задерживать и вычитать выход заднего микрофона и т.д. Можно адаптивно комбинировать выходы, создавая лучи, чувствительные в определенном направлении и в пределах заданного радиуса. (За более подробной информацией о направленных микрофонах обратитесь к Dillon, 2012, глава 7).

Технология MultiBeam использует массив трех всенаправленных микрофонов, образующих равносторонний треугольник. Каждый из микрофонов массива может выступать в качестве переднего или заднего микрофона относительно двух других микрофонов. Такая элегантная конструкция позволяет использовать несколько конфигураций. Во-первых, комбинация любых двух всенаправленных микрофонов может создавать направленность в двух противоположных направлениях. В результате образуются два луча, отстоящие друг от друга на 180° (рис. 1)

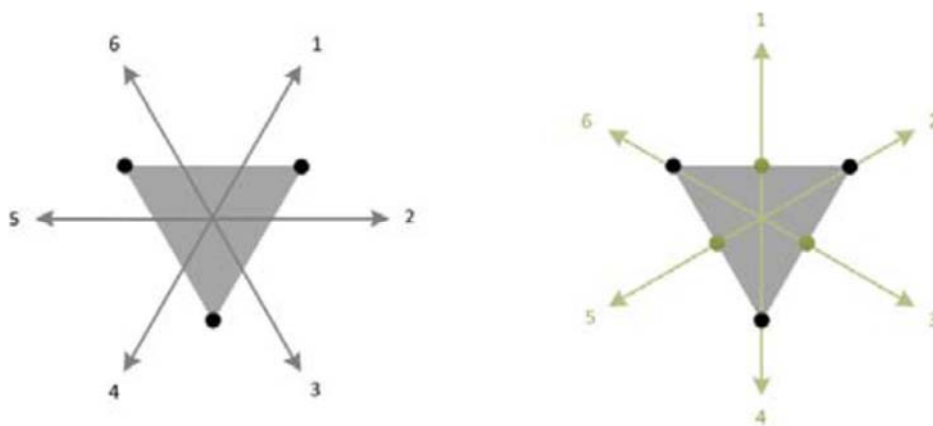
Во-вторых, интерполируя данные двух соседних всенаправленных микрофонов, можно создать "виртуальный" микрофон, расположенный между ними. Треугольное расположение микрофонов означает возможность создания массива из шести микрофонов – трех физических и трех виртуальных (рис. 2).

---

<sup>1</sup> Многолучевая (англ.)



**Рис. 1:** Диаграмма, изображающая массив трех всенаправленных микрофонов, расположенных в виде треугольника и отмеченных черными точками. Пары микрофонов образуют лучи направленности, обозначенные зеленым затенением.



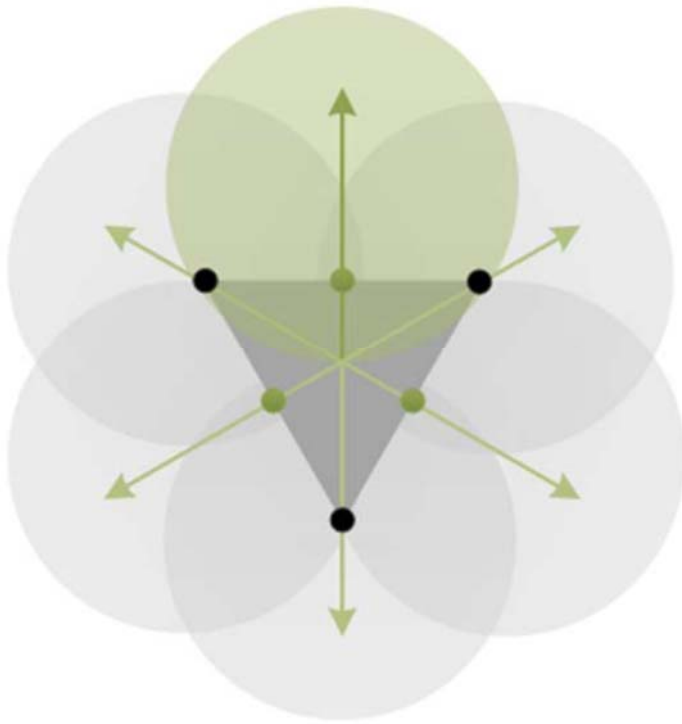
**Рис. 2:** Диаграмма, изображающая массив трех всенаправленных микрофонов, расположенных в виде треугольника (черные точки) и позволяющих сформировать три виртуальных микрофона (зеленые точки). Комбинируя пары микрофонов, можно создать 12 лучей направленности.

Все возможности такой конструкции становятся доступны при объединении обоих вариантов. В этом случае происходит наложение/перекрывание шести основных и 6 "виртуальных" лучей или любых их сочетаний. В результате можно создавать непрерывные или пространственно разделенные дуги чувствительности.

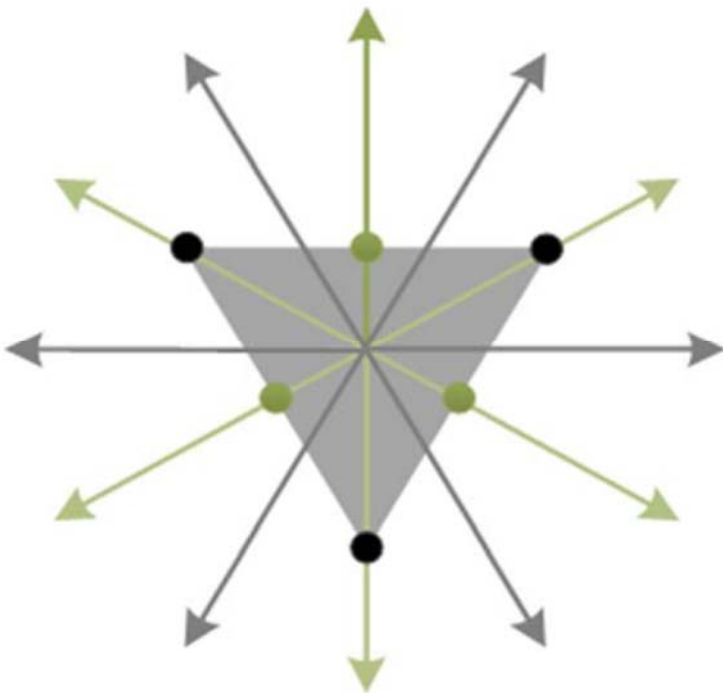
Варианты применения технологии MultiBeam показаны на рис. 3а и 3б. Это – 6 перекрывающихся лучей, отстоящих друг от друга на 60°, если устройство лежит на столе, и 12 лучей, отстоящих друг от друга на 30°, если устройство носят на шнуре или прикрепляют к одежде. (Ниже вы найдете подробное описание настольного и нашейного режимов).

## Радиус действия микрофонов

Технология MultiBeam позволяет изменять радиус действия микрофонов. Под радиусом действия подразумевается расстояние, в пределах которого микрофон сохраняет свою чувствительность. Меняя положение колена кривой усиления микрофона Roger можно настроить минимальный уровень речи, доступный слушателю. Поскольку уровень звукового давления (УЗД) снижается обратно пропорционально квадрату расстояния до источника звука, можно предположить, что воспринимаемый радиус действия микрофонов также будет меняться. В технологии MultiBeam применяются два различных колена компрессии, отстоящие друг от друга на 6 дБ, что теоретически соответствует удвоению расстояния. Поэтому можно говорить об удвоении радиуса действия.

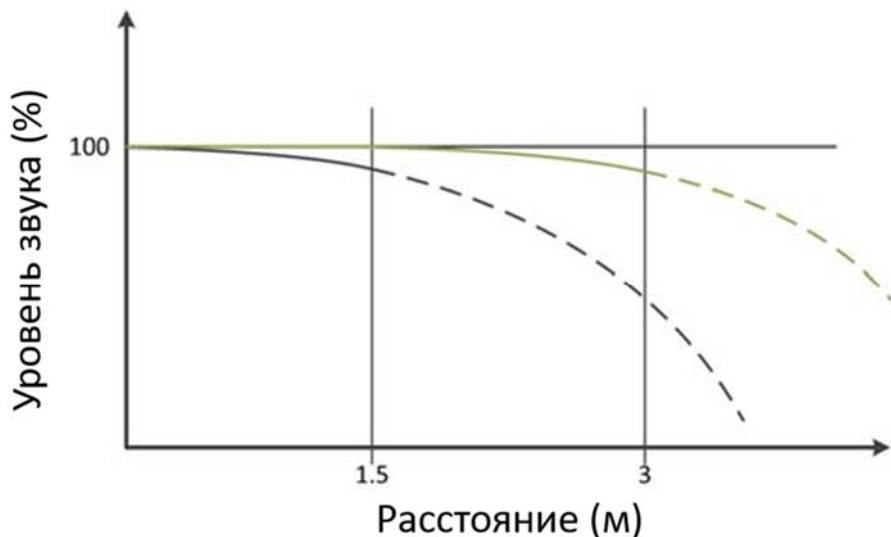


**Рис. 3а:** Диаграмма, иллюстрирующая лучи микрофонов, разнесенные на  $60^\circ$ . Технология MultiBeam: 3 всенаправленных микрофона, расположенные в виде треугольника (черные точки) и 3 виртуальных микрофона (зеленые точки).



**Рис. 3б:** Схема возможных вариантов сочетания микрофонов. Возможно формирование 12 лучей направленности.

В тихом помещении без реверберации, как правило, применяется верхнее колено компрессии, в результате чего уровень сигнала в пределах одного луча направленности существенно не снижается вплоть до расстояния 1,5 м. Это – малый, или более сфокусированный, радиус действия. Если применяется нижнее колено компрессии, радиус действия удваивается. Он может достигать 3 м, после чего уровень сигнала падает (рис. 4).



**Рис. 4:** График, иллюстрирующий расстояние, в пределах которого сохраняется уровень воспринимаемого микрофоном сигнала (сплошная линия), до наступления выраженной аттенюации (пунктир). Зеленая линия соответствует широкому варианту, обеспечивающему радиус действия до 3 м, а серая линия – сфокусированному, с радиусом действия 1,5 м.

Переменный радиус действия позволяет повысить качество прослушивания. При высоких уровнях фонового шума можно выбрать верхнее колено компрессии, что приведет к уменьшению радиуса действия и снижению уровня шума. Это повышает комфорт слушающего. При низких уровнях фонового шума можно воспользоваться нижним коленом компрессии, что позволит слушателю воспринимать тихие звуки и слышать говорящего на большем расстоянии.

На практике радиус действия выбирается автоматически в соответствии с уровнем фонового шума при использовании одного передатчика Roger Table Mic II, однако при одновременном использовании нескольких Roger Table Mic II пользователь может выбрать предпочтительный режим вручную.

## Выбор и активация лучей направленности

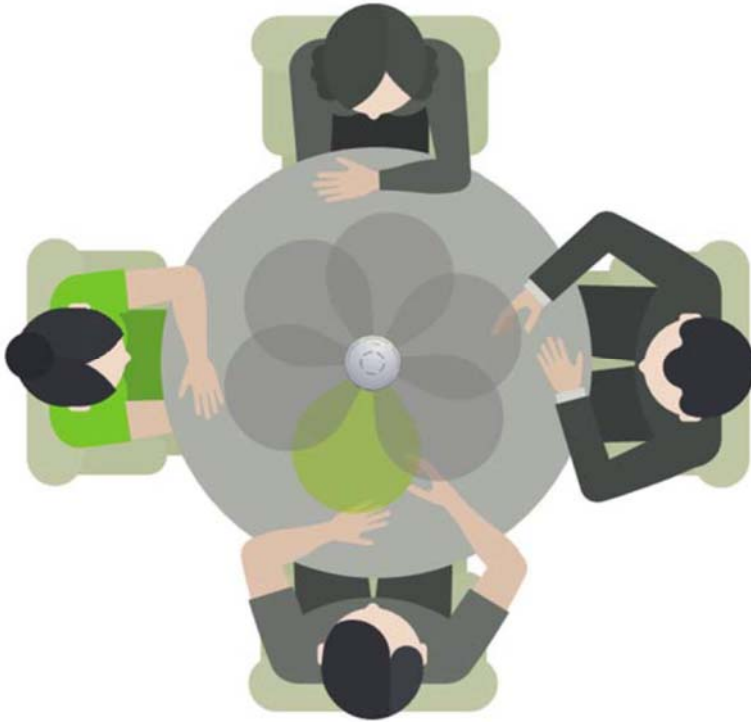
Выбор и активация оптимального в данной ситуации луча происходит автоматически. Устройство, использующее технологию MultiBeam, несколько сот раз в секунду анализирует отношение сигнал-шум (ОСШ) в каждом из лучей направленности. На основании этого анализа акцентируется луч, которому соответствует самое высокое ОСШ; предполагается, что голос, уровень которого больше всего превышает фоновый шум, представляет наибольший интерес для группы слушателей.

Решение о переключении с одного луча на другой основано на усредненном во времени ОСШ. Это приводит к менее частому переключению и большей стабильности звука, чем при использовании мгновенных значений ОСШ. Переключения луча не происходит также при появлении кратковременных импульсных звуков; в результате направленный микрофон остается сфокусированным на говорящем даже при возникновении коротких громких звуков. Эта характеристика технологии MultiBeam особенно важна в ресторане или аналогичной обстановке – луч не сфокусируется на звоне посуды и столовых приборов во время разговора.

Благодаря интеллектуальному механизму переключения лучей переход от одного говорящего к другому происходит плавно и комфортно: даже если новый собеседник внезапно перебил говорящего, вы не пропустите конец произнесенной им фразы. Технология MultiBeam обеспечивает непрерывность групповой беседы.

## Конфигурации, применяемые в различной обстановке

Технология MultiBeam применяется в устройствах Roger Select и Table Mic II для различных ситуаций. Если устройство лежит горизонтально в центре группы сидящих людей, MultiBeam формирует 6 лучей, отстоящих друг от друга на 60° (рис. 5).



**Рис. 5:** Схема, иллюстрирующая горизонтальное размещение Roger Select в центре стола. Технология Multibeam автоматически выбирает и активирует единственный луч с самым высоким ОСШ (выделен зеленым цветом). Слушатель также отмечен зеленым цветом.

Комбинированная полярная диаграмма такой конфигурации MultiBeam чувствительна на 360° настолько, что при перемещении активного говорящего вокруг стола разница в громкости его голоса при переходе из зоны действия одного луча в зону действия другого не превышает 1 дБ. В то же время такая конфигурация обеспечивает высокое отношение сигнал-шум направленных микрофонов. Главным преимуществом технологии MultiBeam над обычным направленным микрофоном является отсутствие необходимости вручную направлять микрофон в сторону нужного говорящего.

Table Mic II можно объединять с другими передатчиками с формированием многопользовательской сети. В такой сети переключение между отдельными передатчиками происходит быстро и автоматически, по принципу "первым пришел – первым обслужен". Иными словами, переключение между отдельными передатчиками управляется голосовой активностью. Автоматически включается тот Table Mic II, который находится ближе к говорящему в данный момент человеку, но лишь после того, как закончил говорить предыдущий оратор (рис. 6). Такой вариант использования технологии Multibeam подразумевает вероятность большого расстояния между Table Mic II и говорящим. Поэтому по умолчанию активирован большой радиус действия микрофонов. При необходимости можно вручную активировать более сфокусированный меньший радиус действия.

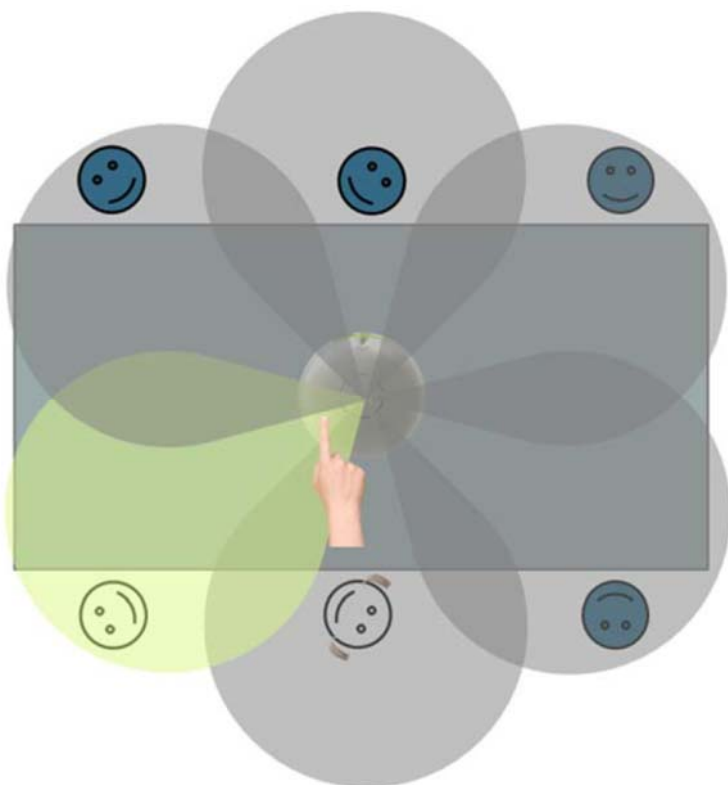
Иногда в таких ситуациях, как общая беседа в ресторане, человек с самым высоким ОСШ (т.е. тот, чей голос больше всего перекрывает окружающий шум) не обязательно является собеседником, интересующим в данный момент слушателя. Такое происходит, например, при параллельной беседе за столом. В этом случае технология MultiBeam в устройстве Roger Select позволяет слушателю вручную сфокусировать луч направленности на выбранном собеседнике.

Пример параллельной беседы, возникшей за общим столом, приведен на рис. 7. Слушатель вручную выбирает луч, направленный вбок. Голоса людей, сидящих по другую сторону стола, аттенюируются.

Предполагается, что в ресторане люди сидят достаточно тесной группой, поэтому вполне достаточно одного Roger Select, по умолчанию работающего в более сфокусированном ближнем радиусе действия (см. рис. 4).



**Рис. 6:** Схема, иллюстрирующая большое совещание с двумя передатчиками Table Mic II, размещенными по концам стола. Технология MultiBeam выбирает и активирует единственный луч направленности с максимальным ОСШ (показан синим цветом). Слушатель отмечен зеленым цветом.



**Рис. 7:** Схема, показывающая Roger Select в центре небольшой группы людей, находящихся в шумной обстановке. Слушатель (на рисунке отмечен слуховыми аппаратами) вручную выбирает и активирует луч, направленный на интересующего его собеседника.

В устройстве Roger Select технология MultiBeam используется и в том случае, если микрофон прикреплен к одежде или висит на шнурке на шее. Встроенный акселерометр автоматически распознает вертикальную ориентацию и активирует нужную конфигурацию MultiBeam. В этом случае создаются 12 лучей направленности, отстоящих друг от друга на  $30^\circ$ . Это необходимо, чтобы точно направить луч в сторону рта говорящего. Акселерометр выбирает и активирует два наиболее вертикально ориентированных луча, после чего акцентирует тот из них, которому соответствует наибольшее ОСШ, предполагая, что именно он направлен в сторону рта говорящего. Преимущество такого подхода заключается в отсутствии необходимости точной ориентации микрофонов в сторону источника звука (рта). При ношении на шнурке технология MultiBeam мгновенно реагирует на изменения положения устройства, связанные с движениями

пользователя. Как только Roger Select окажется в горизонтальном положении, конфигурация направленности вернется в настольный режим.

## Заключение

Новая технология MultiBeam автоматически выбирает направление с наилучшим отношением сигнал-шум, обеспечивая оптимальное прослушивание в наиболее проблемных ситуациях, возникающих на рабочем месте или в процессе общения.

Технология MultiBeam в устройстве Table Mic II предназначена для оптимальной производительности на работе и во время деловых встреч. Объединяя несколько устройств в единую сеть, можно автоматически определять нужного оратора. Регулировка радиуса действия микрофона позволяет пользователю чувствовать себя комфортно в различной обстановке.

Технология MultiBeam в устройстве Roger Select нацелена на потребности, связанные с общением в относительно небольших группах. Пользователь может вручную выбрать интересующего его собеседника, активировав один или несколько лучей направленности. Кроме того, Roger Select легко и быстро переключается в режим ношения на шнурке или на зажиме. При этом микрофон точно локализует источник речи.

Технология MultiBeam – это новейший прорыв в адаптивных цифровых беспроводных микрофонных системах от Phonak. Она предназначена для использования в группе, когда следить за разговором сложно из-за динамичности диалога. Технология MultiBeam фокусирует направленные микрофоны непосредственно на главном ораторе. Больше не придется вручную направлять микрофон на говорящего. Технология MultiBeam в устройствах Roger Select и Roger Table Mic II представляет собой новую парадигму группового общения, позволяющую пользователям оставаться активными в самой сложной обстановке.

## Литература

Dillon, H. (2012). Hearing Aids (Second Ed.). Thieme USA.

Picou, E.M., Gordon, J., & Ricketts, T.A. (2016). The effects of noise and reverberation on listening effort for adults with normal hearing. *Ear and Hearing*, 37(1), 1-13.

Thibodeau, L. (2014). Comparison of speech recognition with adaptive digital and FM wireless technology by listeners who use hearing aids. *American Journal of Audiology*, 23(2), 201 – 210.

## Авторы

Xavier Gigandet (Гзавье Жиганде)



В 2005 г. Гзавье Жиганде окончил Швейцарский федеральный технологический институт (EPFL, Лозанна) со степенью Магистра электротехники и электроники, а в 2009 г. получил степень доктора философии по обработке сигналов в Центре биомедицинской визуализации (СІВМ, Швейцария). В 2010 г. приступил к работе в отделе цифровой обработки сигналов головного офиса Phonak, а в настоящее время является старшим инженером по цифровой обработке сигналов в Phonak Communications.

## Bernadette Fulton (Бернадетт Фултон)



Бернадетт Фултон получила степень бакалавра лингвистики в Университете Монаша (Австралия), а затем обучалась по специальности "клиническая аудиология" в Мельбурнском Университете (Австралия). Обладает большим опытом работы в частных и государственных клиниках, включая слуховую реабилитацию, подбор и настройку слуховых аппаратов и аудиологическую диагностику. С 2015 г. работает менеджером аудиологии в рабочей группе по реабилитации взрослых с тяжелым/глубоким нарушением слуха в Phonak Communications (Муртен).

## Chase Smith (Чейз Смит)



Чейз Смит получил степень доктора аудиологии в Северо-Западном Университете в 2016 г. В том же году он начал работать в компании Sonova в рамках программы однолетней стажировки. В течение этого периода Чейз работал в подразделениях Advanced Bionics, Connect Hearing и Phonak.