



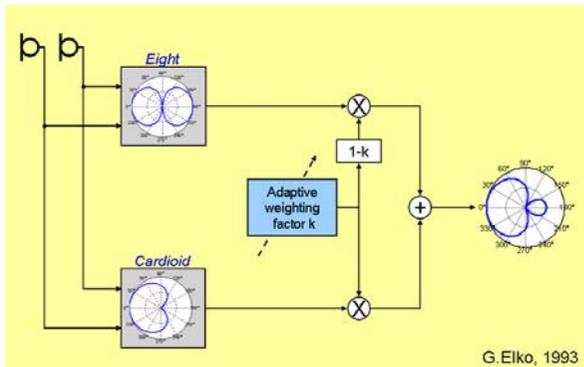
# Использование технологии слуховых аппаратов в кохлеарных имплантах

Volkmar Hamacher

Advanced Bionics

# Как можно использовать технологии СА в КИ?

1. Шумоподавление, автоматическое функционирование



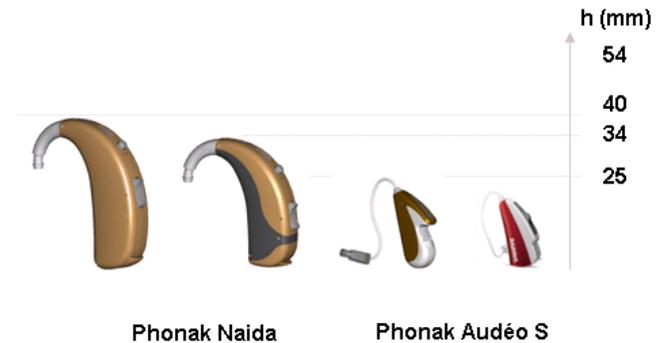
2. Методы настройки



3. Беспроводная связь, бинауральные алгоритмы



4. Миниатюрность, комфорт



# Разборчивость речи в шуме с КИ

- Большинство пользователей КИ хорошо понимают речь в тишине
- Разборчивость речи в шуме очень затруднена → Значительные ограничения в повседневном общении
- Контрмеры:
  - Разработка надежных стратегий стимуляции
  - Использование методик шумоподавления в КИ, например направленных микрофонов (Spriet и соавт., 2007; Hersbach и соавт., 2012) или других алгоритмов (Vuechner и соавт., 2010)
- В сфере КИ пока уделялось мало внимания технологическим достижениям, используемым в слуховых аппаратах для борьбы с той же проблемой (например, Chung и соавт., 2006, 2009; Vuechner и соавт., 2011)

# Снижение уровня шума в современных слуховых аппаратах



Постоянно расширяющийся набор специализированных средств борьбы с различными шумами в повседневной жизни

# Сравнение функций КИ и СА

Функция	Платформа Phonak Quest	Cochlear CP 810	MED-EL Opus 2	AB Harmony
Адаптивная направленность	UltraZoom	Beam Zoom	-	(T-Mic)
Стационарное шумоподавление	NoiseBlock	(ASC)	-	ClearVoice
Импульсное шумоподавление	SoundRelax	-	-	-
Подавление шума ветра	WindBlock	-	-	-
Подавление реверберации	EchoBlock	-	-	-
Бинауральная управляемая направленность	ZoomControl	-	-	-
Двусторонний аудиостриминг	DuoPhone/iCom	-	-	-
Бинауральная направленность	StereoZoom	-	-	-

# Сравнение функций КИ и СА

- Применяемые в СА технологии обладают большим потенциалом, практически не используемым в КИ
- Почти все алгоритмы СА могут быть также полезны для КИ
- Клинические исследования в сотрудничестве с клиниками, занимающимися КИ

# Исследуемые технологии СА



## UltraZoom

Монауральная адаптивная направленность



## StereoZoom

Бинауральная направленность (4-микрофонный массив)



## ZoomControl и CROS

Методика для лучшего понимания собеседника, находящегося сбоку



## SoundRelax

Алгоритм подавления импульсного шума

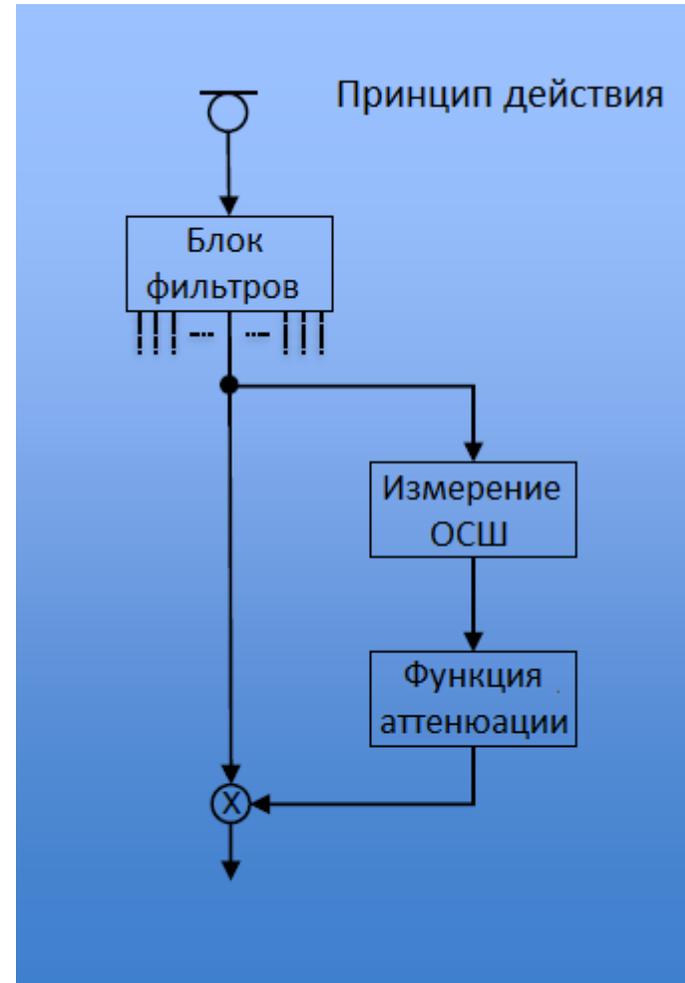


## ClearVoice™ (Advanced Bionics)

Алгоритм подавления стационарного шума

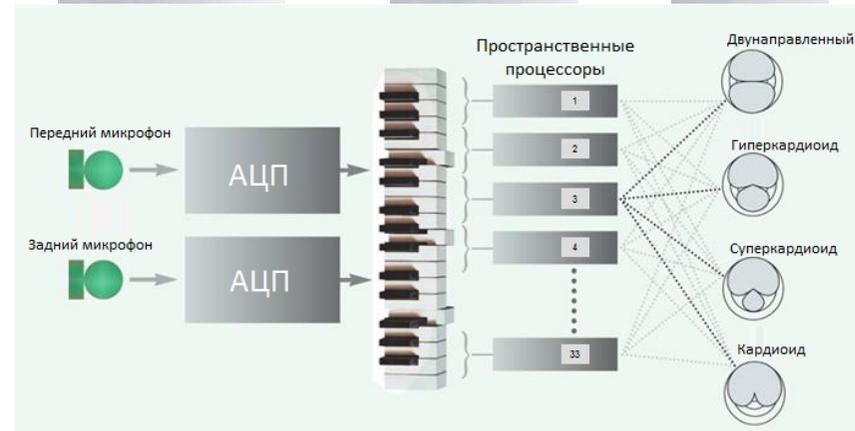
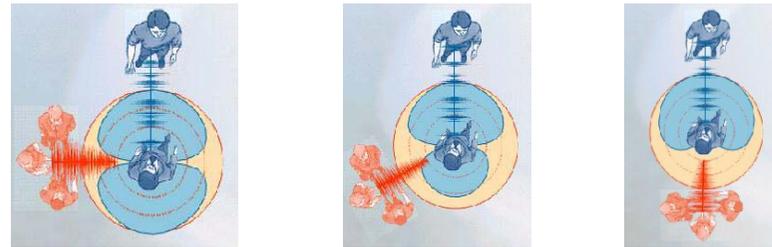
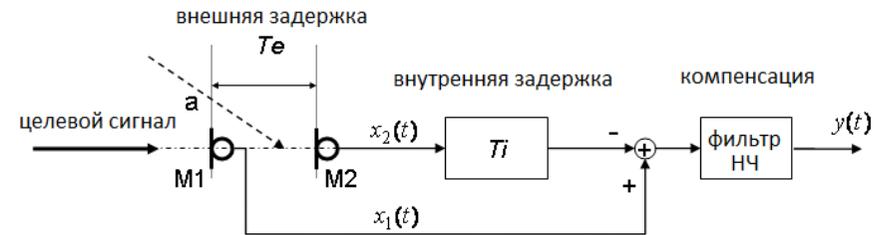
# ClearVoice™

- Алгоритм улучшения разборчивости речи в шуме с КИ
- Анализ модуляции в частотных полосах
- Оценка ОСШ
- Снижение уровней усиления в отдельных полосах в зависимости от ОСШ → повышение общего ОСШ
- Многоцентровое исследование в США (2012):
  - повышение разборчивости в шуме примерно на 10% (AzBio)
  - разборчивость речи в тишине не ухудшается



# UltraZoom (Phonak)

- Адаптивная направленность
- Непрерывная адаптация характеристики направленности соответствующего звукового поля (относительно доминирующего источника)
- Независимые фильтры направленности в 33 частотных диапазонах
- Чем больше спектральное различие источников полезного сигнала и шума, тем выше эффективность
- Чем ниже ОСШ, тем лучше адаптация

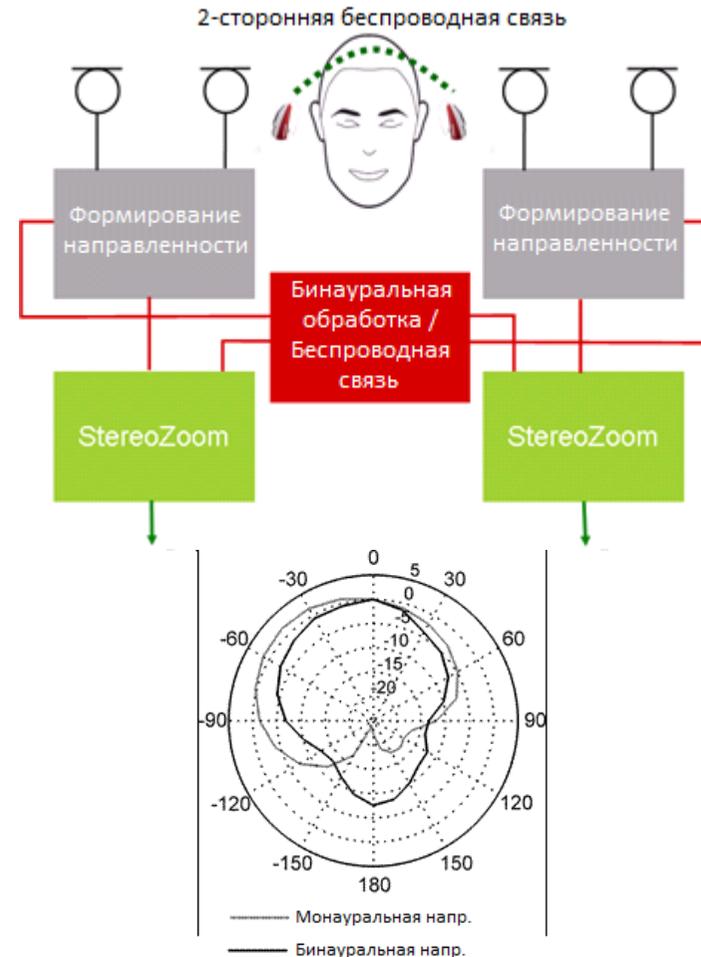


# StereoZoom (Phonak)

- Бинауральная 4-микрофонная система
- Коэффициент направленности на 2-3 дБ выше по сравнению с обычной системой из двух микрофонов
- Лепесток направленности расположен ближе



- Применение: один собеседник строго спереди

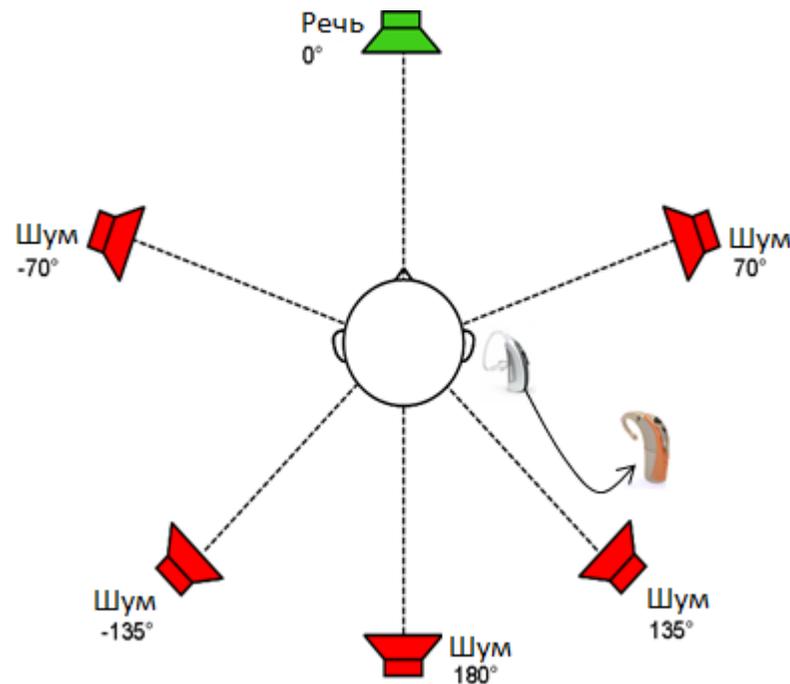


# Исследование с участием пользователей КИ - I

- 10 пользователей КИ,  
1-сторонняя имплантация АВ  
HR90K, речевой процессор  
Harmony
- Модифицированный заушный  
СА Phonak Ambra;  
электрический выходной сигнал  
СА подается на дополнительный  
вход Harmony
- Время реверберации  $T_{R60} = 0,6$  с
- Тест OLSA: речь  $0^\circ$ , шум из 5  
динамиков, 65 дБ,  
некоррелированный
- Измерение порога восприятия  
речи (SRT), т.е. ОСШ,  
необходимого для 50%  
разборчивости речи

*В сотрудничестве с медицинским  
университетом Ганновера\*,  
Buechner и соавт., 2013*

## *Размещение 5 динамиков*

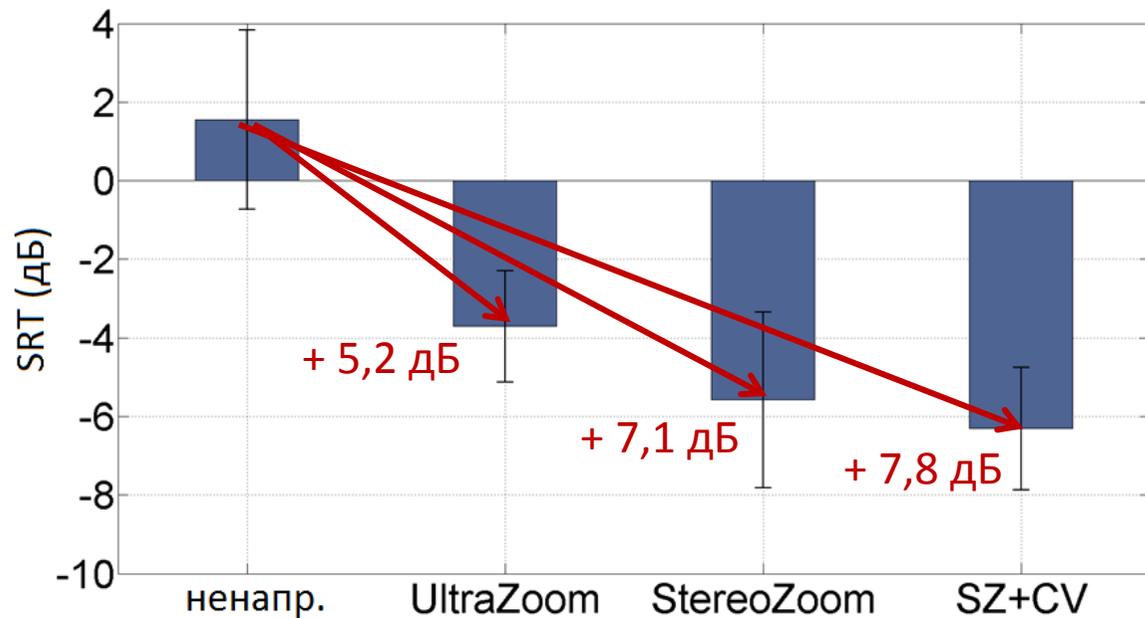
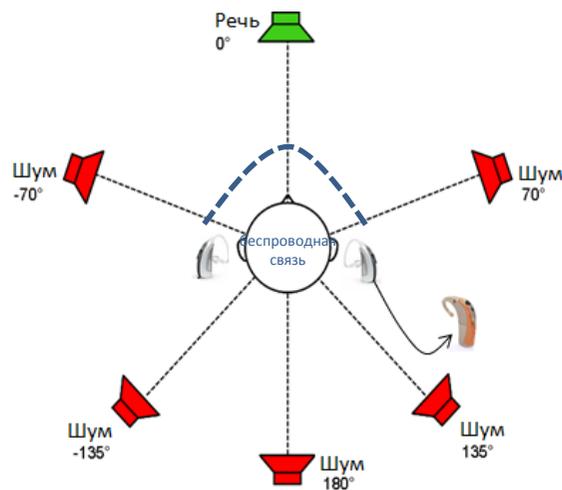


*\*Buechner, Dyballa, Hehrmann, Fredelake und Lenarz, "Advanced Beamformers for Cochlear Implant users in challenging listening conditions", submitted 2013*

*\*Hehrmann, Fredelake, Hamacher, Dyballa und Buechner, "Improved Speech Intelligibility With Cochlear Implants Using State-of-the-Art Noise Reduction Algorithms", ITG-Fachbericht 236: Sprachkommunikation · 26.-28.09.2012 Braunschweig © VDE VERLAG GMBH Berlin Offenbach*

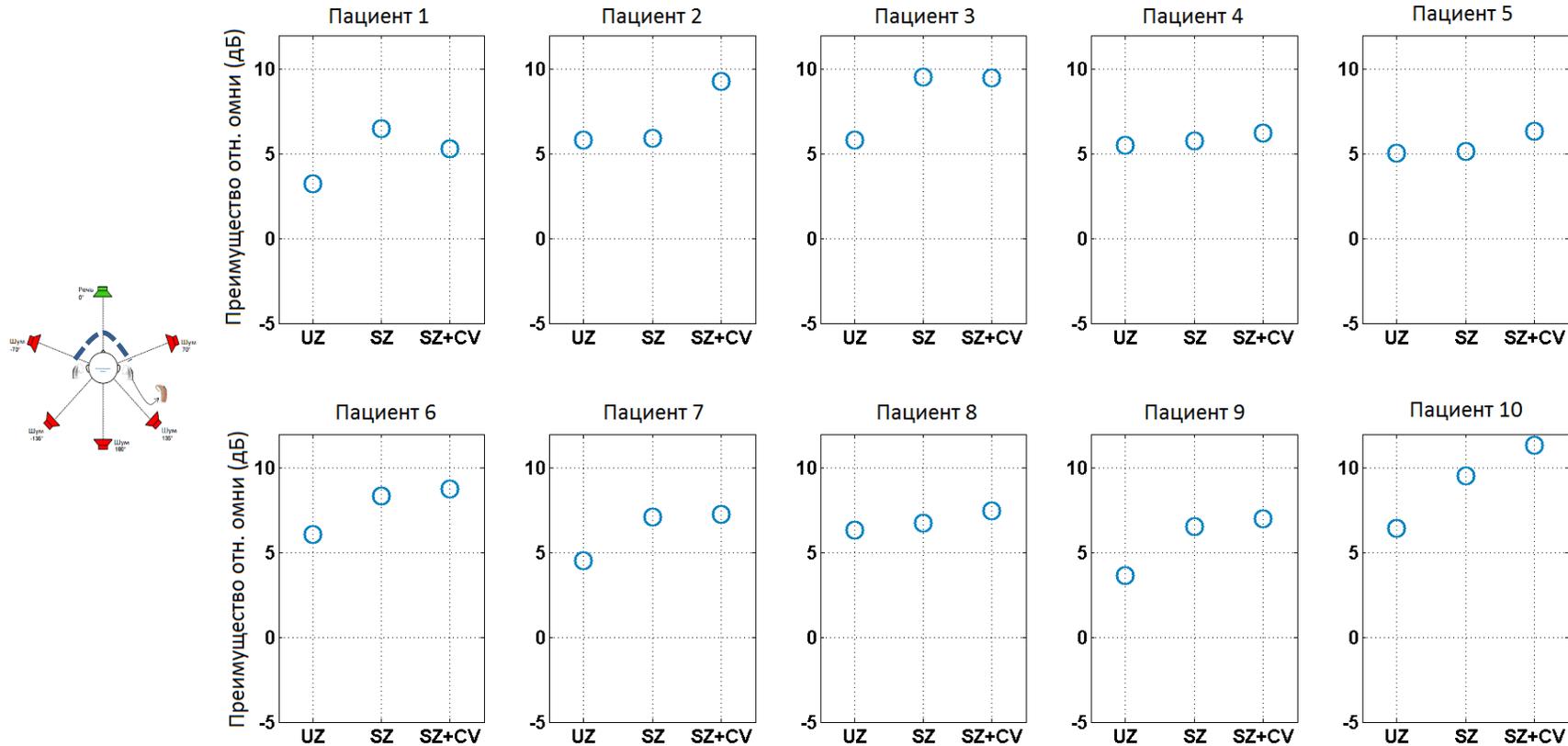
# UltraZoom/StereoZoom: Результаты I

*В сотрудничестве с медицинским университетом Ганновера, Viessner и соавт., 2013*



- Значительное улучшение разборчивости речи с КИ (на 5,2 дБ и 7,1 дБ) при использовании направленных микрофонов СА
- Сочетание Clear Voice (CV) и StereoZoom (SZ) ведет к улучшению разборчивости речи на 7,8 дБ

# Индивидуальные результаты пациентов – Исследование I



Для каждого отдельного пациента:

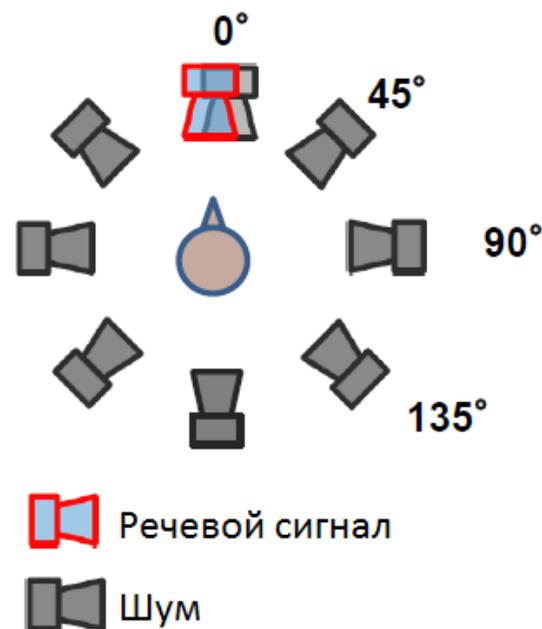
- Улучшение разборчивости речи с направленными микрофонами и Clear Voice

# Исследование с участием пользователей КИ - II

- 11 пользователей КИ,  
2-сторонняя имплантация АВ  
HR90K, речевой процессор  
Harmony
- Модифицированный заушный  
СА Phonak Ambra;  
электрический выходной сигнал  
СА подается на дополнительный  
вход Harmony
- Время реверберации  $T_{R60} = 0,6$  с
- Тест OLSA: речь  $0^\circ$ , шум из 8  
динамиков, 65 дБ,  
некоррелированный
- Измерение порога восприятия  
речи (SRT), т.е. ОСШ,  
необходимого для 50%  
разборчивости речи

*В сотрудничестве с медицинским  
университетом Ганновера\*,  
Geissler и соавт., 2013*

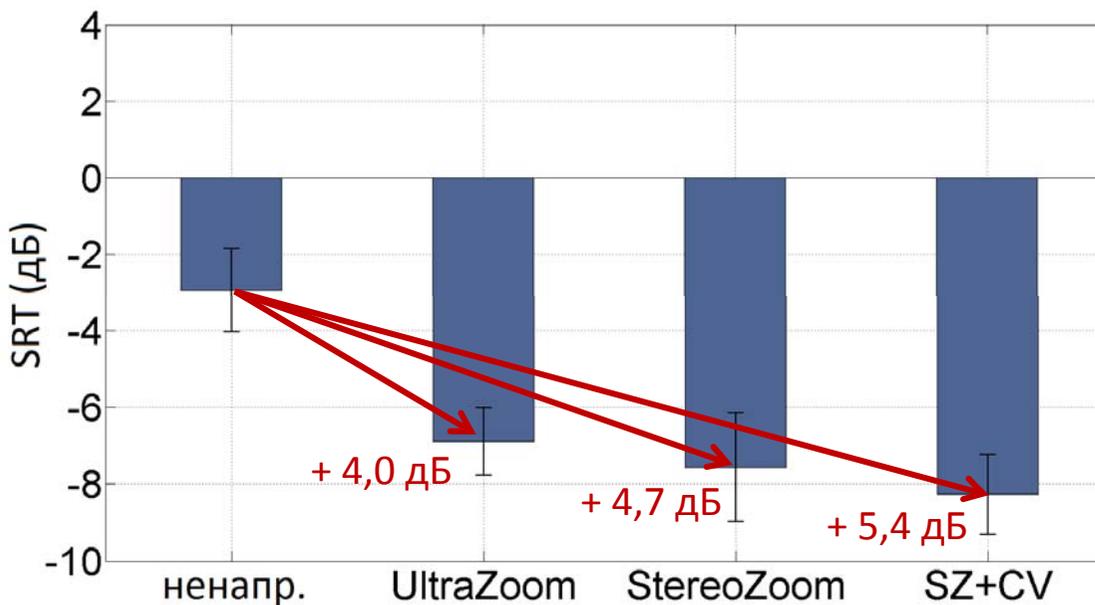
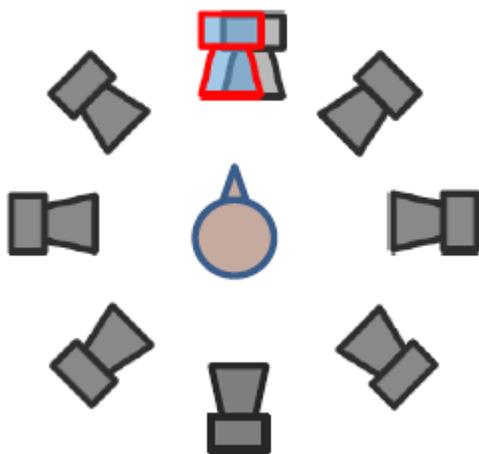
*Размещение 8 динамиков*



\*Geissler, Arweiler, Dyballa, Fredelake, Hamacher, Hehrmann und Buechner, „Vorteil drahtloser Mikrofontechnik für das Sprachverstehen im Stoergeraesch von bilateralen Cochlea-Implantat-Traegern“, DGA 2013, Rostock

# UltraZoom/StereoZoom: Результаты II

*В сотрудничестве с медицинским университетом Ганновера, Vieschner и соавт., 2013*



- Несмотря на очень сложную акустическую ситуацию, использование направленных микрофонов СА привело к повышению разборчивости речи с КИ на 4-4,7 дБ.
- Добавление Clear Voice (CV) в сочетании с StereoZoom (SZ) довело прирост разборчивости речи до 5,4 дБ

# Сравнение с исследованиями СА

- Пользователи КИ:
  - улучшение SRT примерно на 4-7 дБ при использовании современных направленных микрофонов в ситуациях с несколькими источниками шума и умеренной реверберацией
- Пользователи СА:
  - улучшение SRT примерно на 3-5 дБ при использовании современных направленных микрофонов в ситуациях с несколькими источниками шума и умеренной реверберацией (напр., Dillon, 2012; Bentler, 2005; Ricketts, 2005)
- Как и ожидалось, у пользователей СИ эффект несколько выше, поскольку...
  - в наших исследованиях применялись новейшие технологии (напр., StereoZoom)
  - отсутствует отрицательное воздействие необработанного сигнала, поступающего в слуховой проход через открытые вкладыши и большие венты
  - при использовании несинхронизированных направленных микрофонов у пользователей СА могут отмечаться междушумные различия времени обработки сигнала (Keidser и соавт., 2006), что маловероятно у пользователей КИ

# Преимущество направленных микрофонов в повседневной жизни

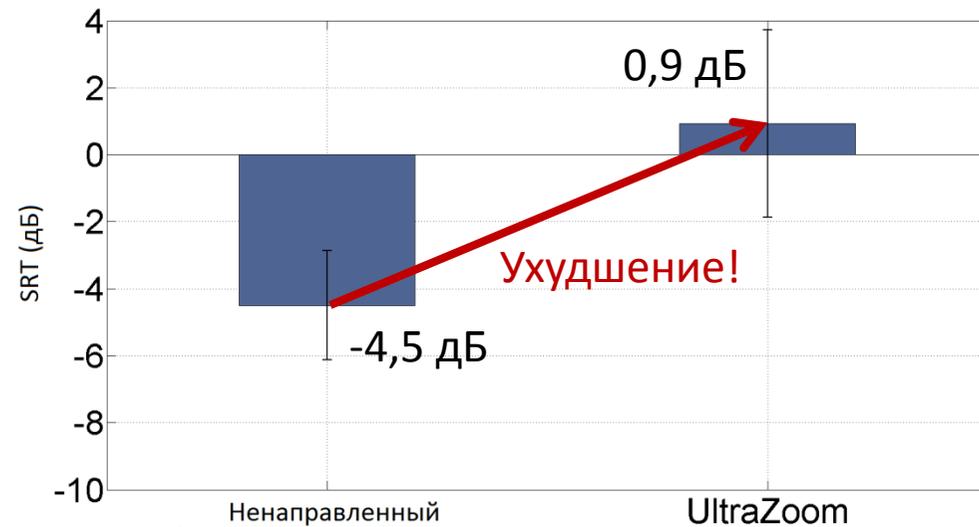
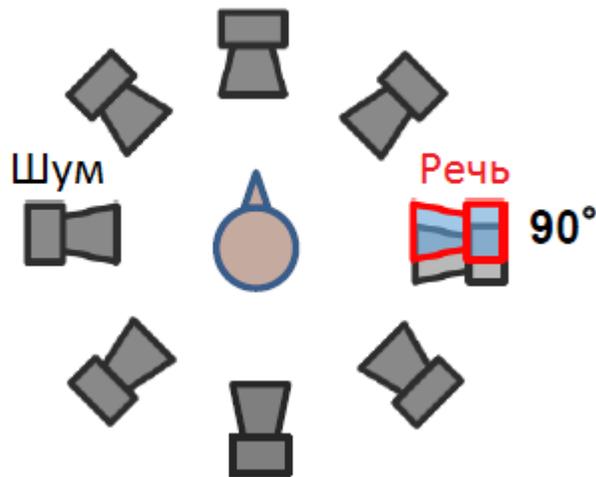
- Многочисленные исследования показали, что в повседневной жизни эффективность направленности у пользователей слуховых аппаратов гораздо ниже, чем можно было бы ожидать на основании результатов клинических и лабораторных исследований (например, Dillon, 2012; Bentler, 2005; Walden и соавт., 2004; Cord и соавт., 2002; Surr и соавт., 2002)
- Возможные причины:
  - Большое расстояние до говорящего
  - Говорящий находится не перед слушающим
  - Источники речи и шума пространственно не разделены
  - Реверберация (Ricketts и соавт., 2003)
  - Нет желания/возможности переключать программы
- Исследования повседневного применения направленных микрофонов пользователями КИ находятся на начальной стадии...

50-75% всех повседневных ситуаций с фоновым шумом (Dillon, 2012)

# UltraZoom – исследование III

Что происходит при расположении источника речи сбоку, как в автомобиле?

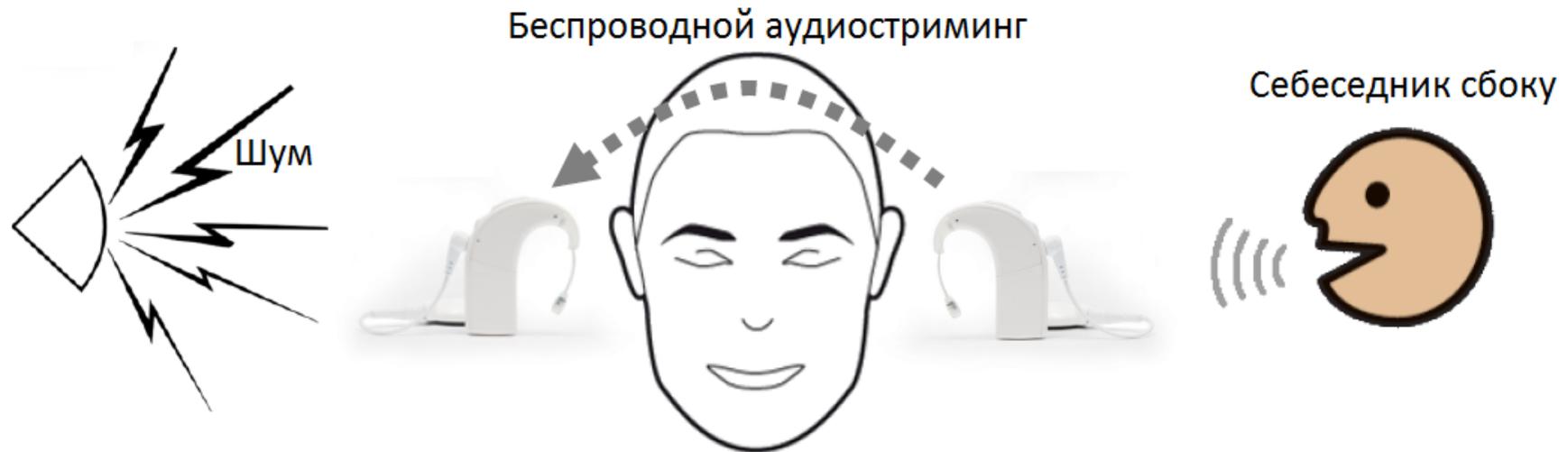
*В сотрудничестве с медицинским университетом Ганновера\*,  
Geissler и соавт., 2013*



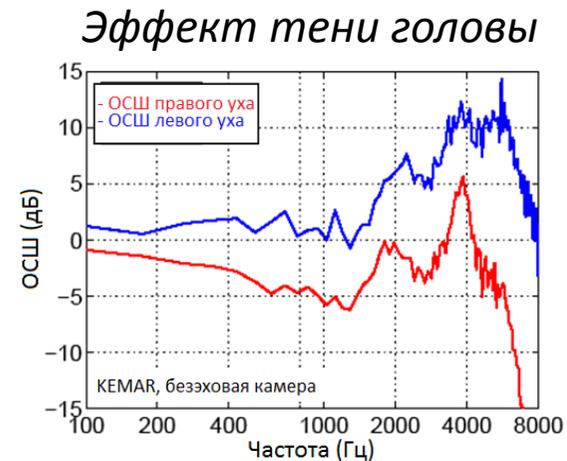
Важно рассказывать пользователю о правильном использовании направленных микрофонов и связанных с ними ограничениях!

*\*Geissler, Arweiler, Dyballa, Fredelake, Hamacher, Hehrmann und Buechner, „Vorteil drahtloser Mikrofonteknik für das Sprachverstehen im Stoergeraesch von bilateralen Cochlea-Implantat-Traegern“, DGA 2013, Rostock*

# ZoomControl (Phonak): Функционирование

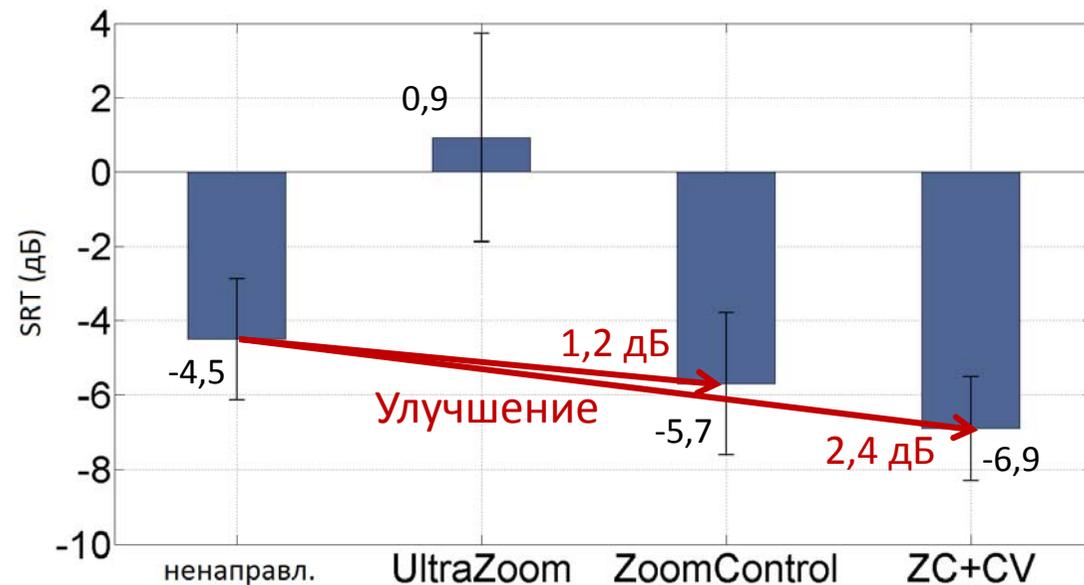


- Беспроводная передача речевого сигнала с "хорошей стороны" в "плохую сторону", находящуюся в тени головы (потеря ~ 6 дБ ОСШ)
  - Приглушение "плохой стороны"
- ➔ Оба уха получают доступ к "хорошему сигналу", что особенно важно при асимметричном слухе



# Исследование ZoomControl

В сотрудничестве с медицинским университетом Ганновера\*, Geissler и соавт., 2013



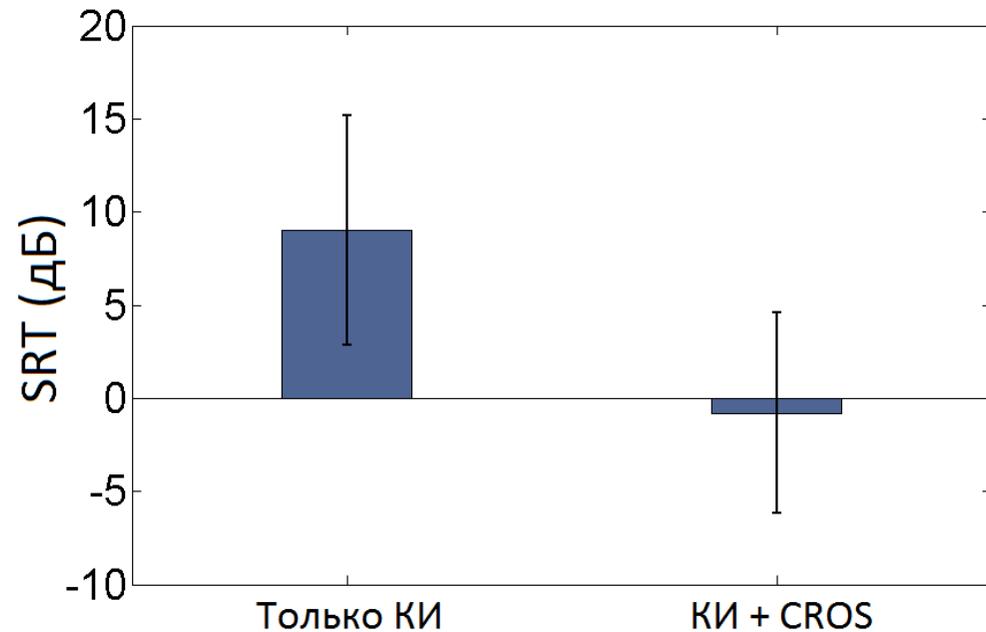
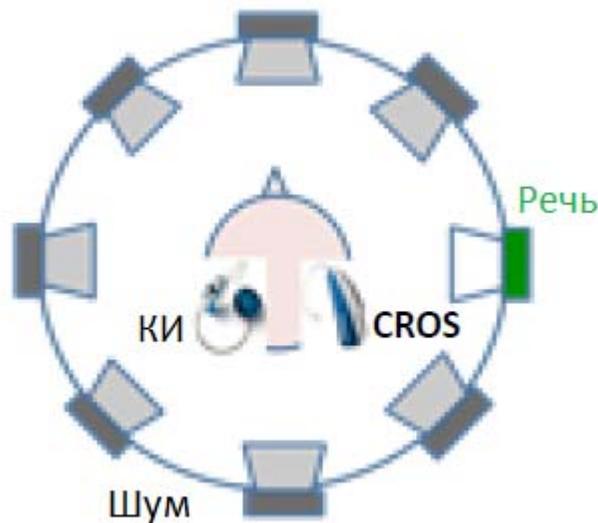
- ZoomControl является перспективным методом прослушивания при расположении собеседника сбоку, особенно при асимметричном слухе
- Дополнительный эффект Clear Voice

\*Geissler, Arweiler, Dyballa, Fredelake, Hamacher, Hehrmann und Buechner, „Vorteil drahtloser Mikrofontechnik für das Sprachverstehen im Stoergeraesch von bilateralen Cochlea-Implantat-Traegern“, DGA 2013, Rostock

# Исследование КИ/CROS

Улучшается ли слух в случае односторонней имплантации при использовании CROS?

*В сотрудничестве с медицинским центром университета Лейдена, Taal и соавт., 2013*

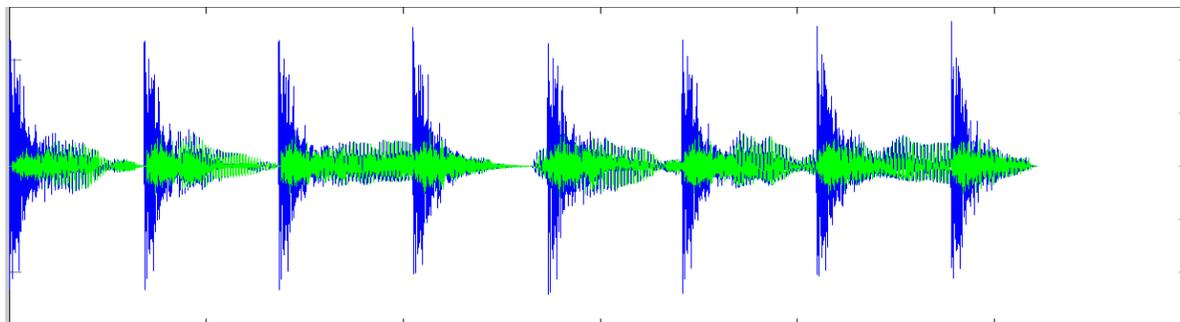


Улучшение слуха примерно на 9 дБ при использовании CROS в условиях "зашумления" со стороны расположения КИ

# SoundRelax (Phonak)



Обнаружение и подавление импульсных помех



Пример:

Речь на фоне стука молотка

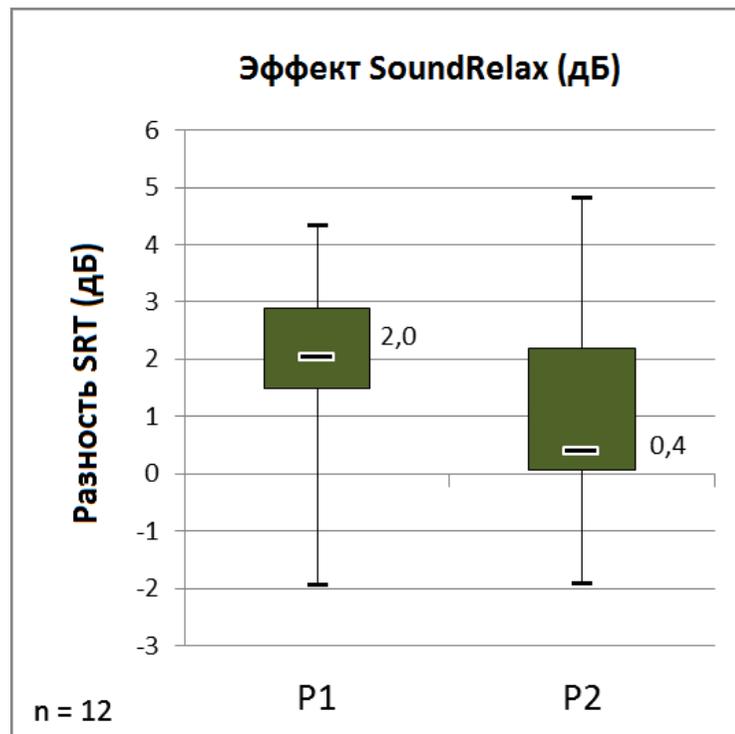
Исходный сигнал

Обработанный сигнал

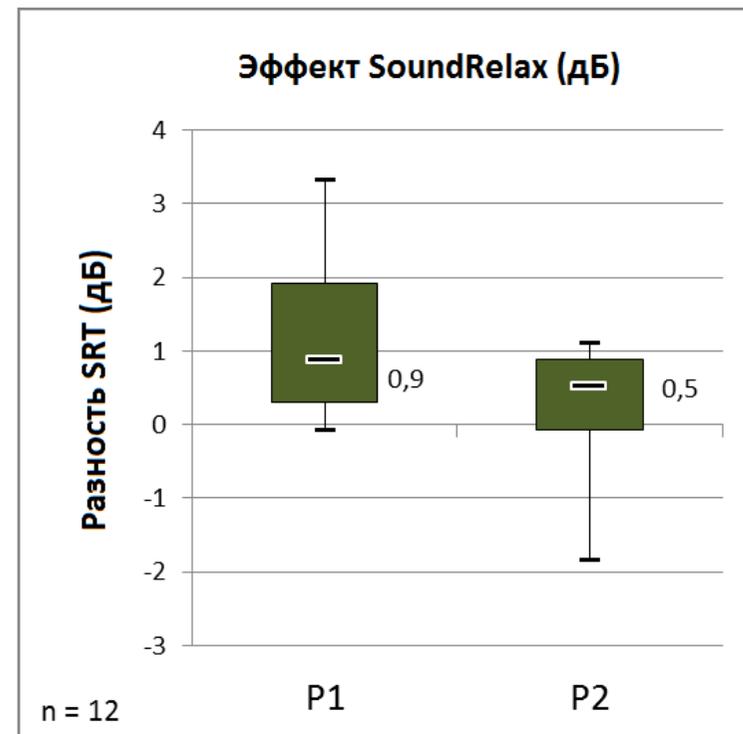
# Пилотное исследование с пользователями КИ

*В сотрудничестве с медицинским университетом Ганновера\*, Dyballa и соавт., 2013*

Речь на фоне "стука молока"



Речь на фоне "звона посуды"



P1 = "Сильная" настройка SoundRelax

P2 = "Умеренная" настройка SoundRelax

*\*Dyballa, Hehrmann, Hamacher, Buechner und Lenarz, „Sprachverstehen und Komfort bei Cochlea-Impantat-Trägern in impulshaftern Stoergeraueschen unter Anwendung eines Transientenreduktionsverfahrens“, DGA 2013, Rostock*

# Резюме

- Разборчивость речи в шуме является проблематичной для многих пользователей КИ
- Направленные микрофоны слуховых аппаратов могут значительно улучшить разборчивость речи у пользователей КИ в сложных акустических условиях, с большим количеством пространственно разнесенных источников шума:
  - Улучшение SRT до 5,2 дБ при использовании **адаптивных направленных микрофонов (UltraZoom)**
  - Улучшение SRT до 7,1 дБ при использовании **бинауральных направленных микрофонов (StereoZoom)**, до 7,8 дБ – в сочетании с Clear Voice
  - Clear Voice обеспечивает дополнительное улучшение до 1 дБ

# Резюме (продолжение)

- При двусторонней имплантации **ZoomControl** может передавать "лучший сигнал" на противоположную сторону для повышения разборчивости речи:
  - Улучшение SRT на 1,2 дБ, в сочетании с **Clear Voice** – на 2,4 дБ
  - **Устройство CROS** может значительно улучшить слышимость при односторонней имплантации в ситуациях с "тенью головы"
- **SoundRelax** подавляет импульсный шум
  - В пилотном исследовании с участием пользователей КИ улучшение SRT составило 1-2 дБ
- **Пользователи КИ могут извлечь большую пользу из технологических достижений в области слуховых аппаратов, особенно при использовании методик, улучшающих понимание речи в шуме**

# Благодарность

- **Медицинский университет Ганновера**
  - Karl-Heinz Dyballa
  - Gunnar Geissler
  - Andreas Buechner
  - Thomas Lenarz
- **Медицинский центр университета Лейдена**
  - Wim Soede
  - Cees Taal
  - Jeroen Briaire
  - Johan Frijns
- **Advanced Bionics**
  - Phillipp Hehrmann
  - Iris Arweiler
  - Stefan Fredelake
  - Carolin Frohne-Buechner
  - Martina Brendel
  - Paddy Boyle
- **Phonak**
  - Volker Kuehnel
  - Stefan Launer

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**