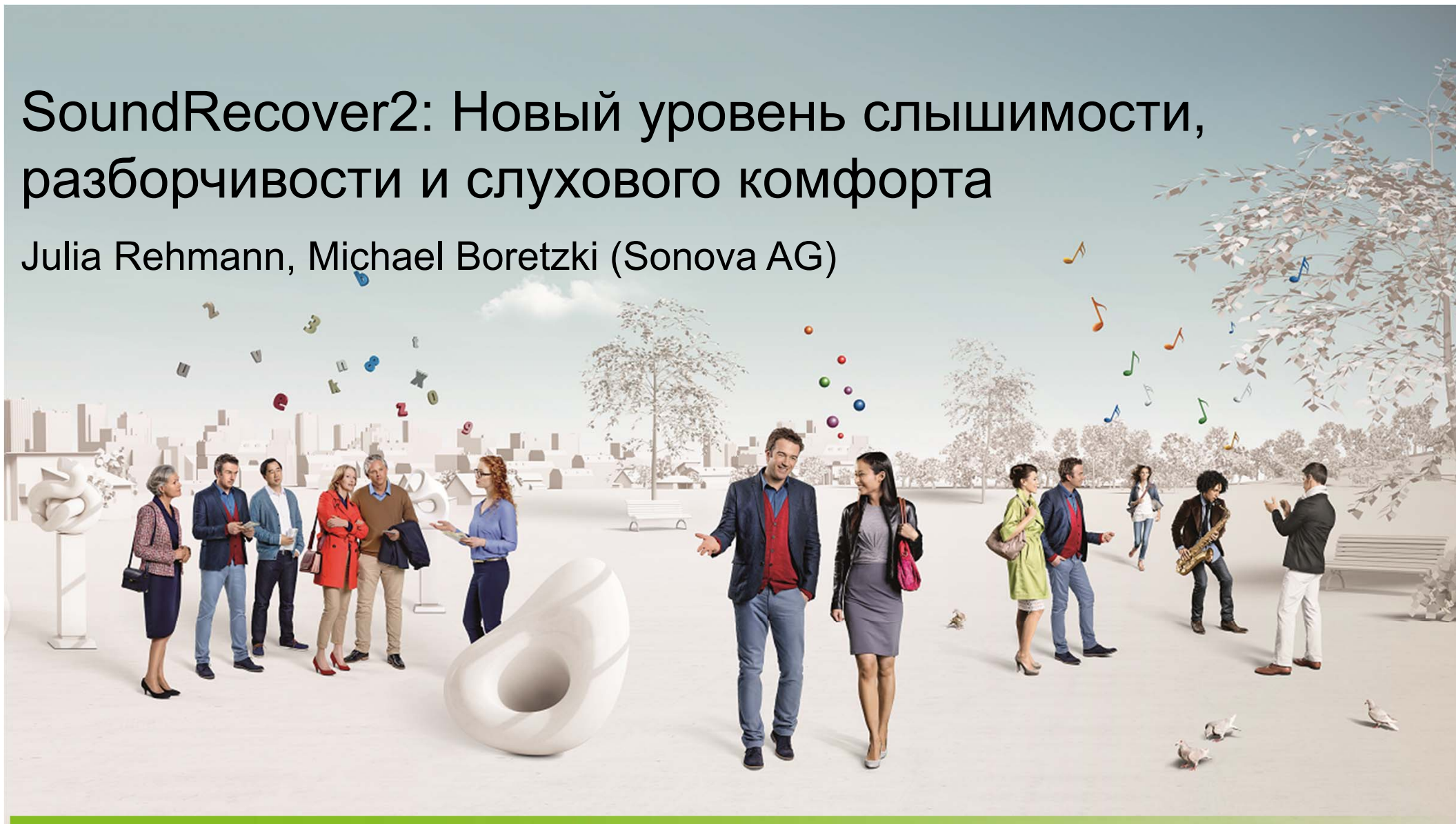


SoundRecover2: Новый уровень слышимости, разборчивости и слухового комфорта

Julia Rehmann, Michael Boretzki (Sonova AG)



5-я Европейская педиатрическая конференция "Современные достижения и направления развития детской аудиологии"
Берлин, июнь 2016 г.

PHONAK
life is on

Содержание

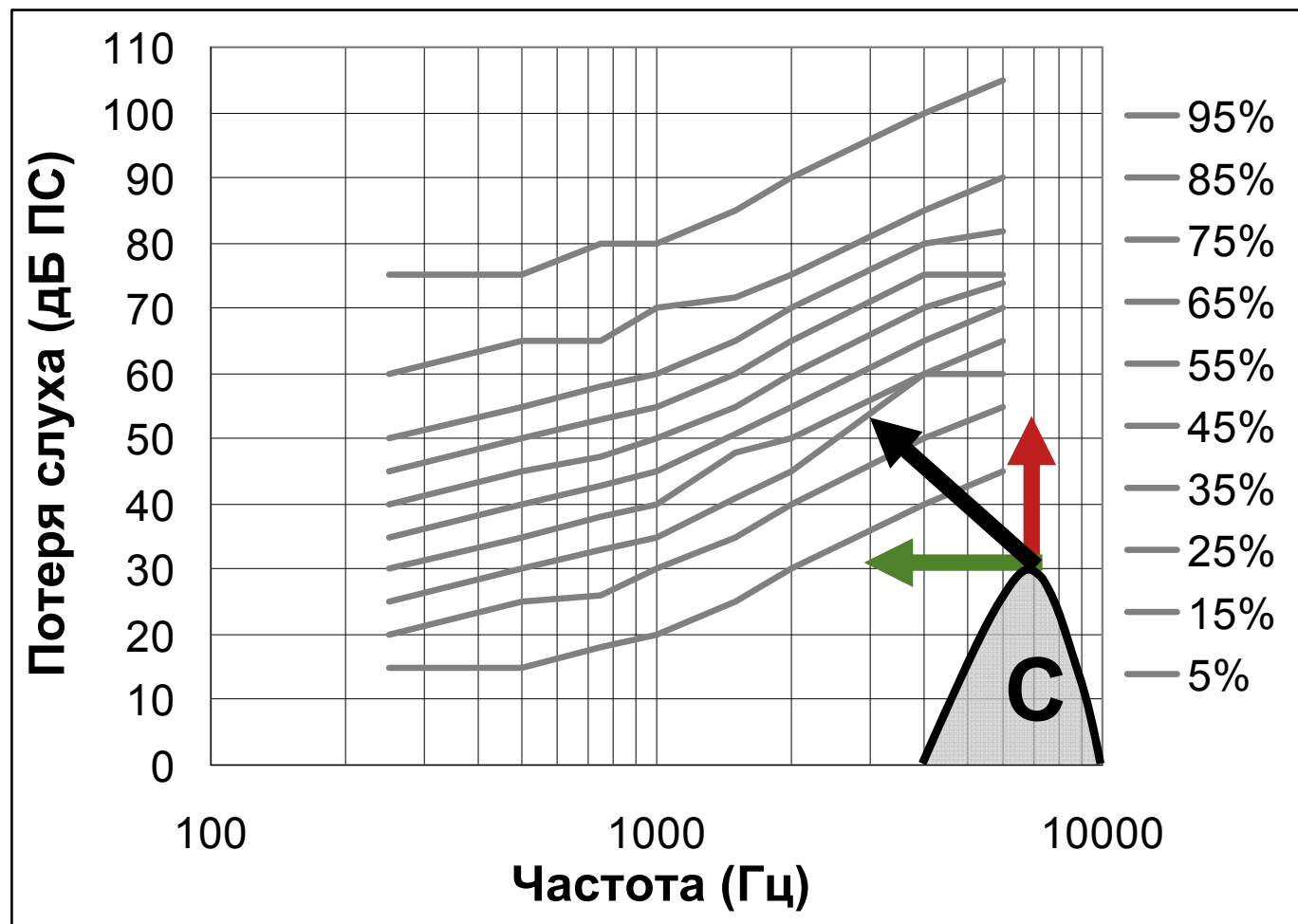
- SoundRecover
- SoundRecover2
 - Адаптивное функционирование
 - Перцептивные эффекты и преимущества
 - Настройка
 - Верификация



Большое спасибо за помощь Siddhartha Jha и Silvia Allegro,
Susan Scollie, Danielle Glista, Marianne Hawkins, Jace Wolfe, Andrea Bohnert,
Simone Ebbing

SoundRecover

Восстановление слышимости



Процентили
порогов
слышимости по
8249 аудиограммам

Усиление
**Частотная
компрессия**

Две стратегии восстановления слышимости

Меньший уровень усиления

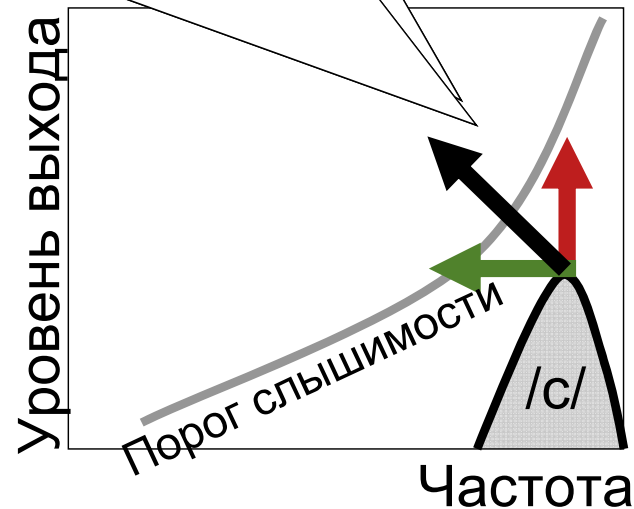
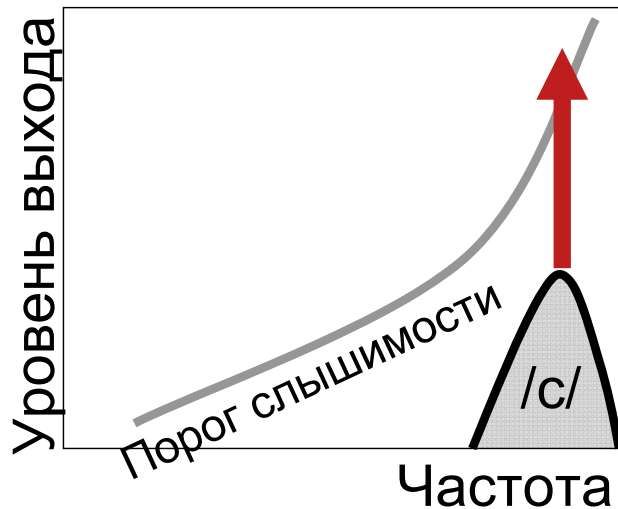
Большой динамический диапазон

Меньший риск искажения на выходе

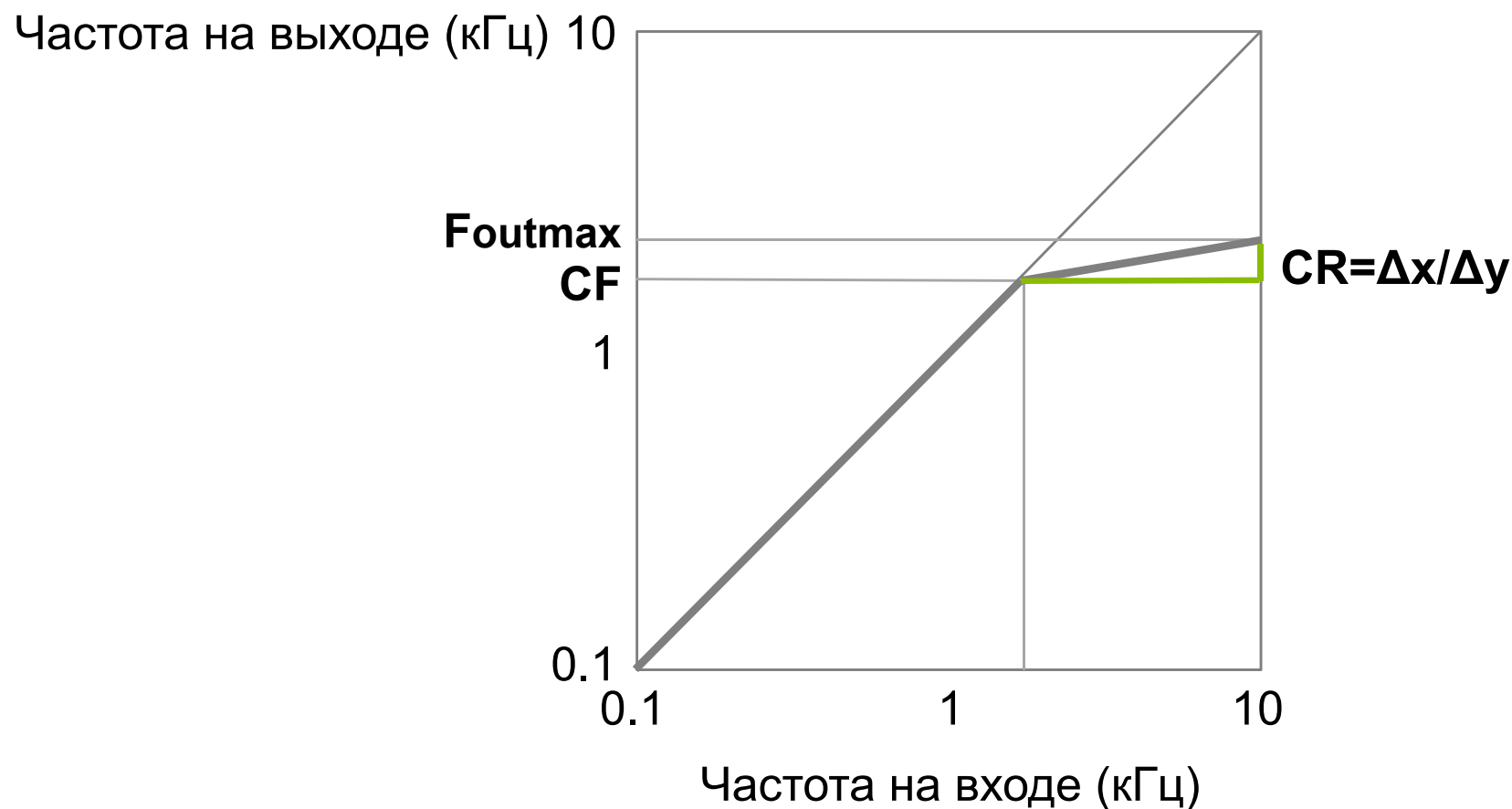
Большая акустическая стабильность
(меньше обратная связь)

Менее резкие высокочастотные звуки

Выше качество обработки звука ухом

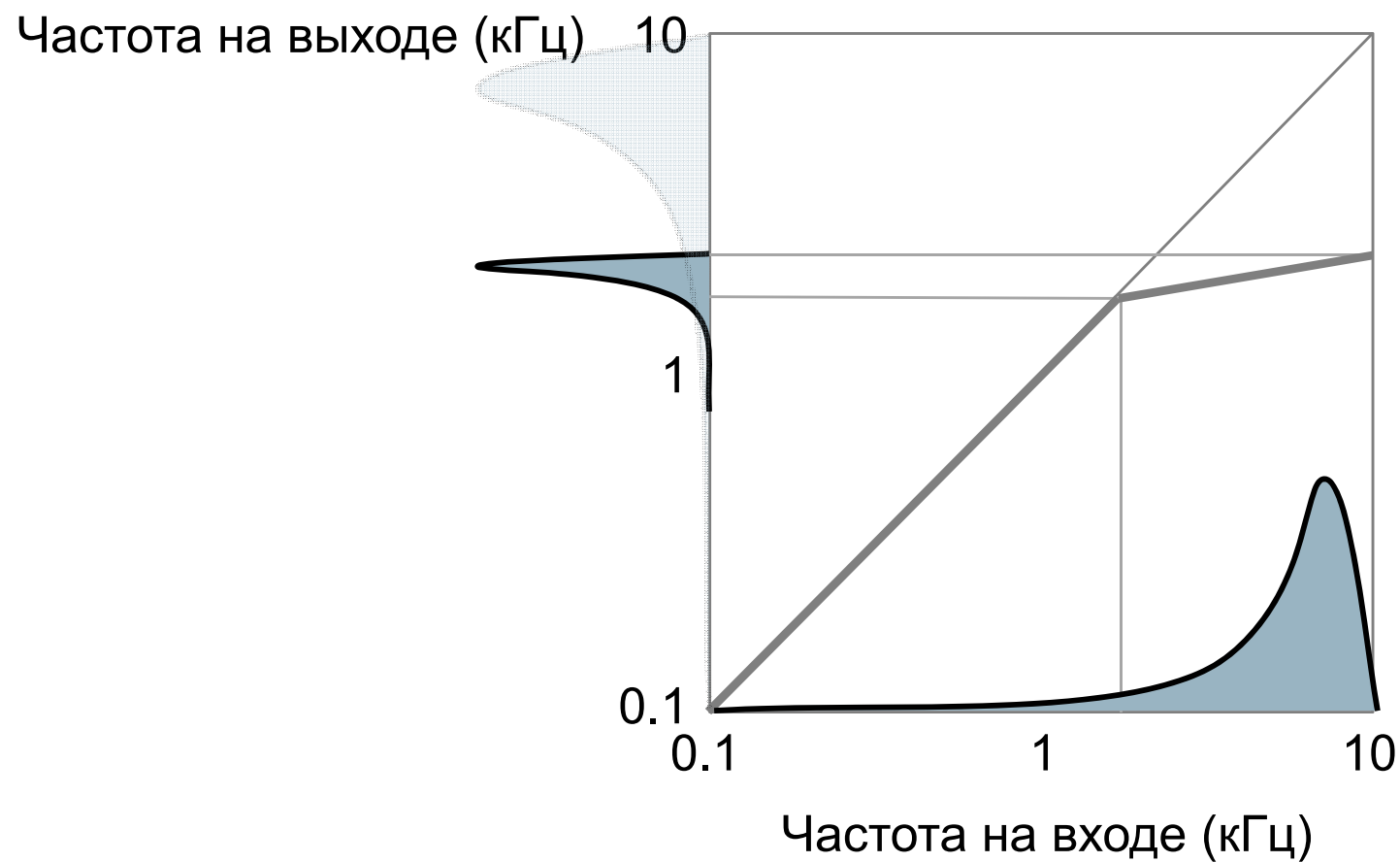


SoundRecover: Нелинейная частотная компрессия



CR = коэффициент компрессии; CF = граничная частота; Foutmax = макс. частота на выходе

SoundRecover: Нелинейная частотная компрессия



SoundRecover: Нелинейная частотная компрессия

- SoundRecover – статичная функция.
- В рамках одной программы ко всем звукам применяется одна и та же схема компрессии.

Тест восприятия фонем: Тесты и стимулы

Тест слышимости

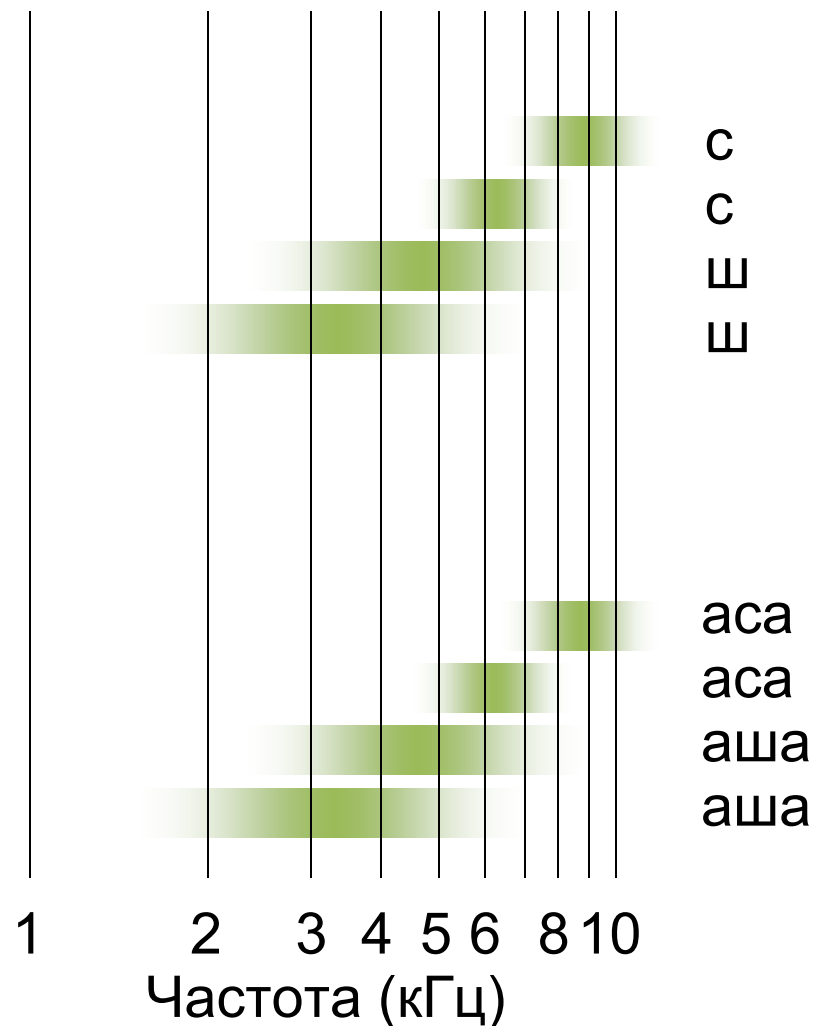
С какого уровня тестовые звуки становятся слышимыми?

Тест различения

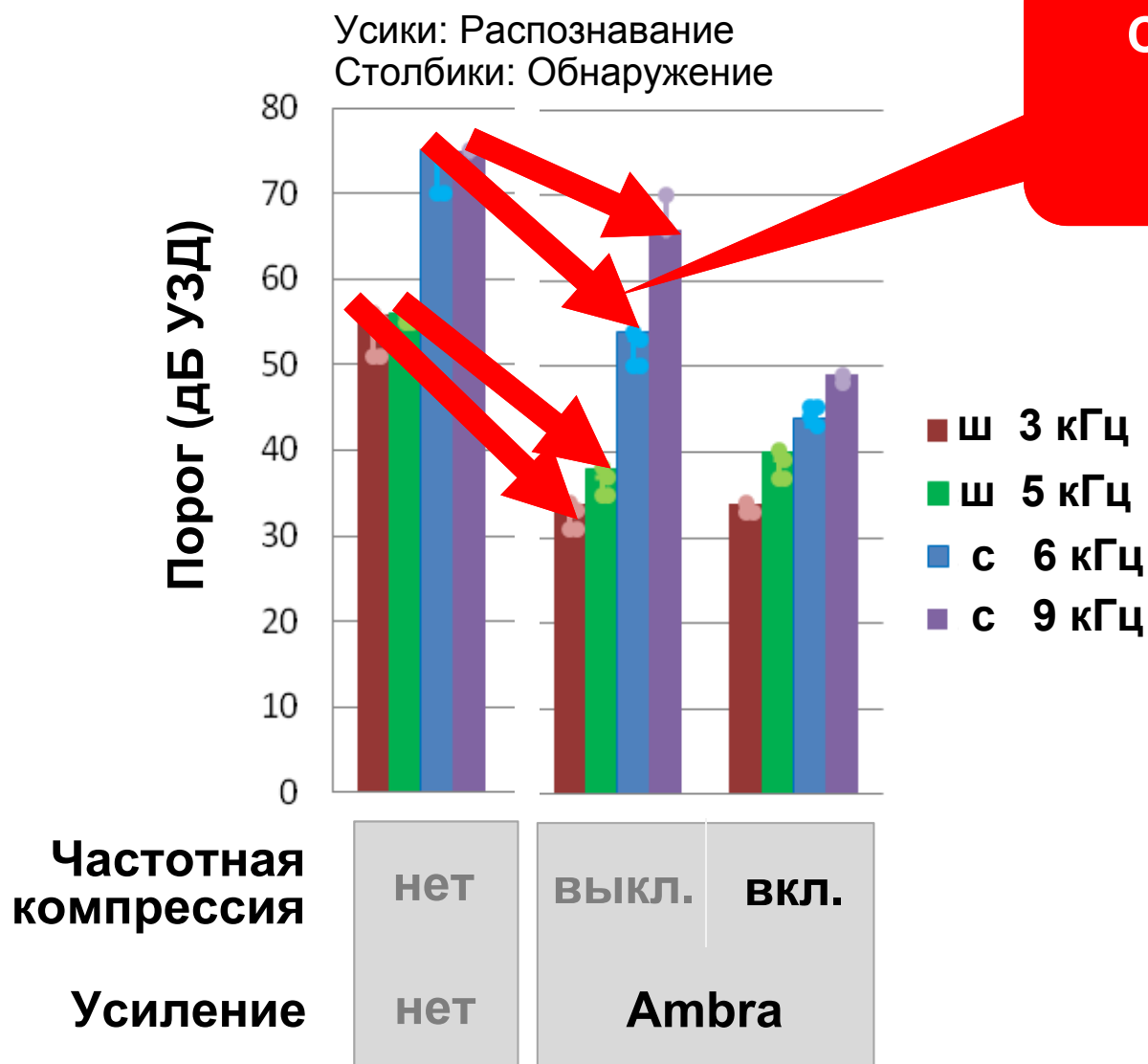
Насколько различимы слышимые тестовые звуки?

Тест распознавания

С какого уровня слышимые тестовые звуки становятся узнаваемыми?

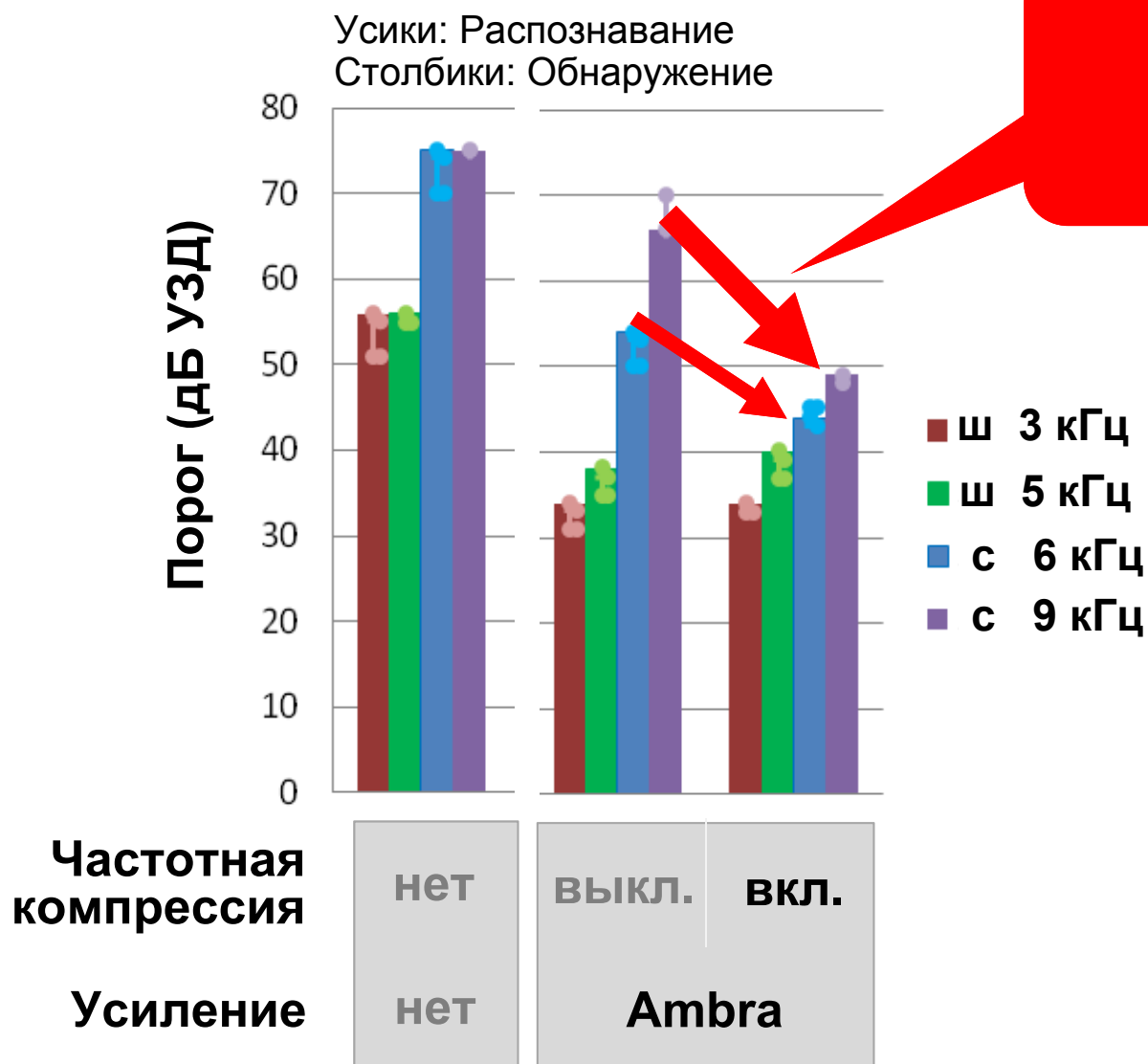


Haubold, Schmitt (2012): Эффект частотной компрессии



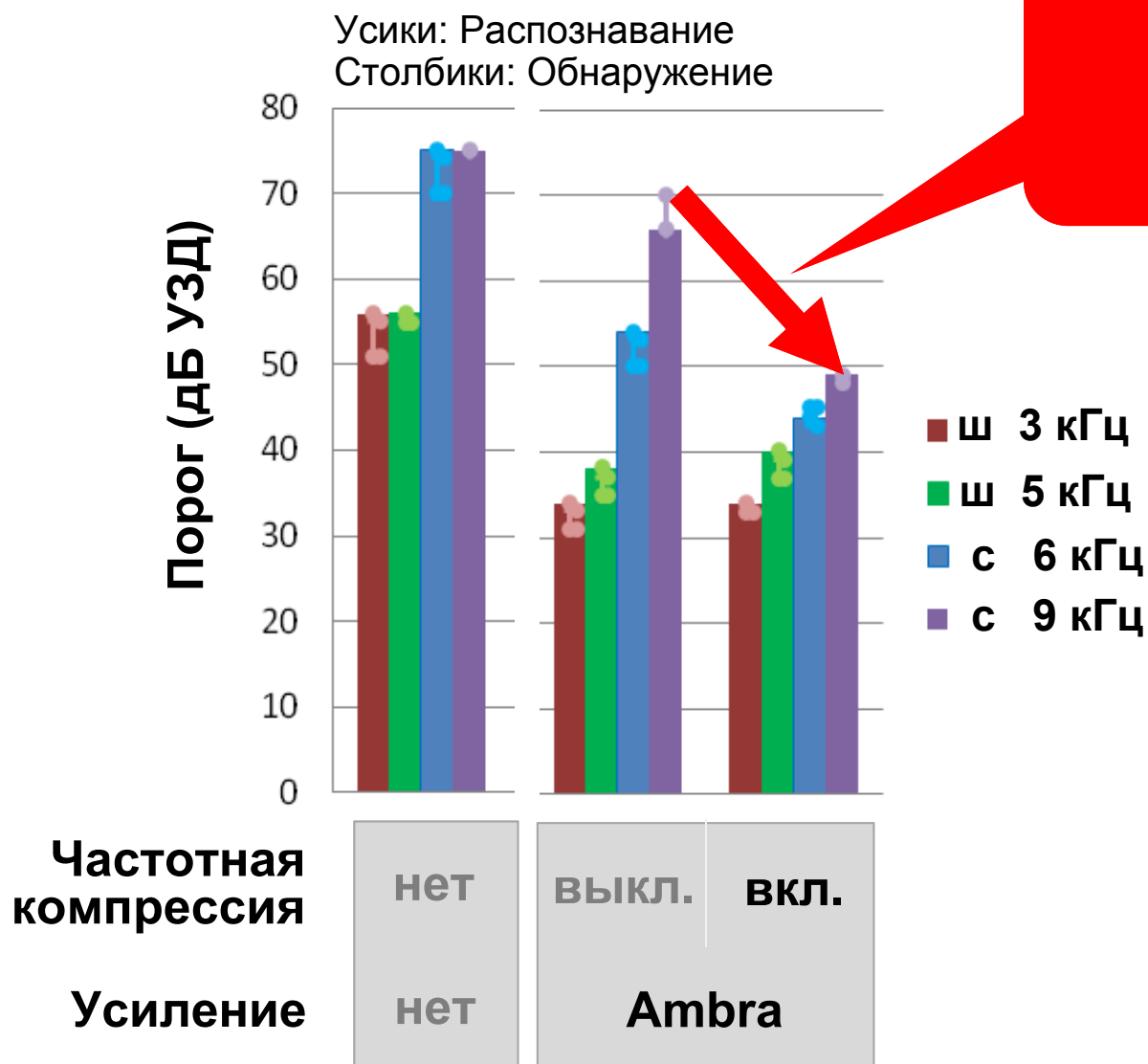
**С аппаратами и без аппаратов:
Значительное улучшение
слышимости**

Haubold, Schmitt (2012): Эффект частотной компрессии



**Частотная компрессия:
Значительное улучшение
слышимости /с/**

Haubold, Schmitt (2012): Эффект частотной компрессии



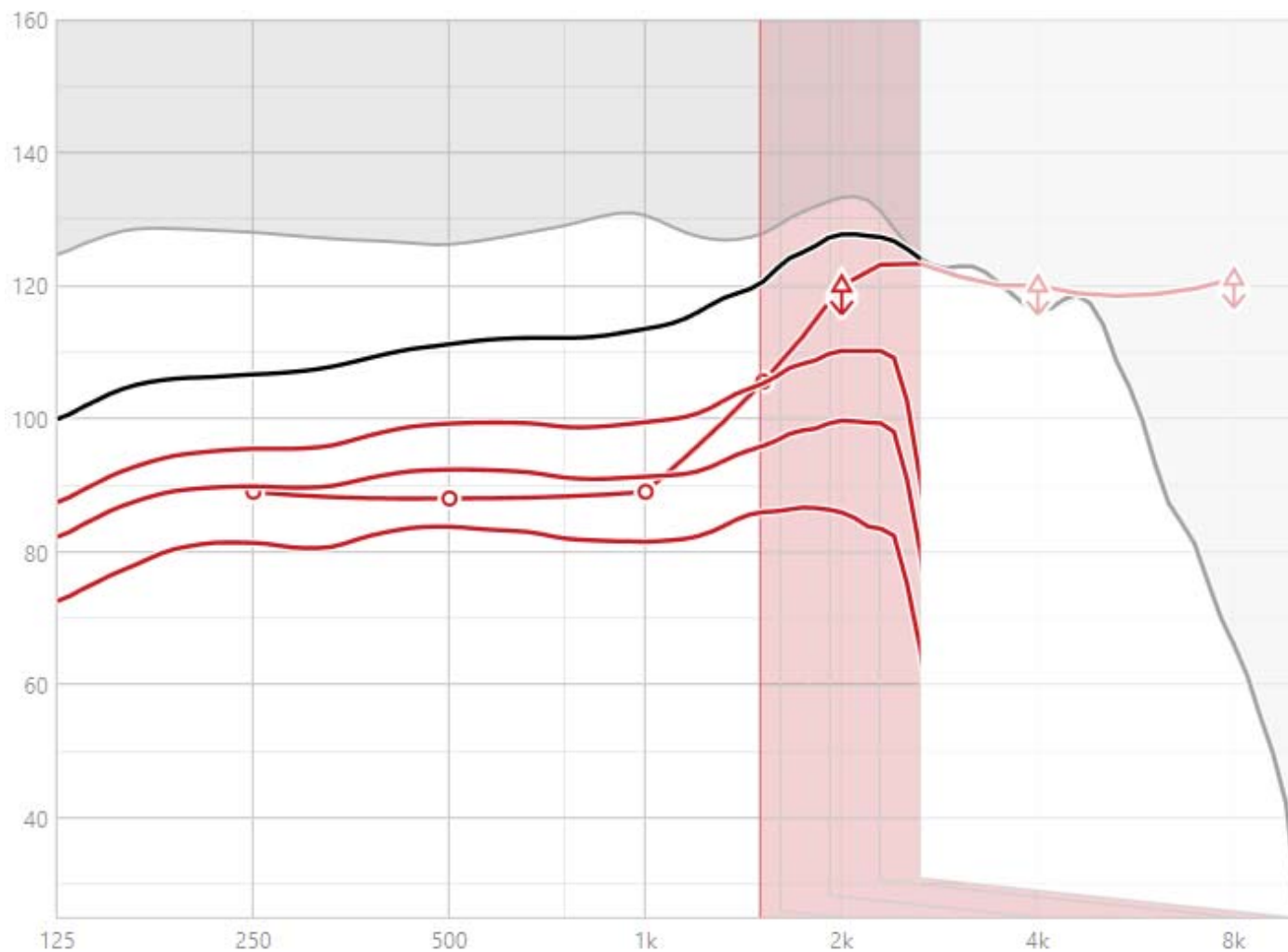
**Частотная компрессия:
Значительное улучшение
распознавания /с/**

Частотная компрессия: Перцептивный компромисс



Ограничения SoundRecover

- Тяжелая/глубокая тугоухость с отсутствием восприятия на частотах свыше 2 кГц
- Невозможность понижения частоты до слышимого частотного диапазона



Ограничения SoundRecover

- Граничные частоты ниже 1,5 кГц:
 - Непривычность звучания
 - Значительная доля гармоник (обертонов) с утратой соотношения гармоник
 - Значительное нарушение формантной структуры гласных
 - Непривычное звучание гласных, вероятность неправильного их распознавания
- Поэтому минимальная граничная частота первоначального варианта SoundRecover составляет 1.5 кГц

- Людям с глубокой тугоухостью необходимы более низкие граничные частоты
- **Одна из причин создания SoundRecover2!**

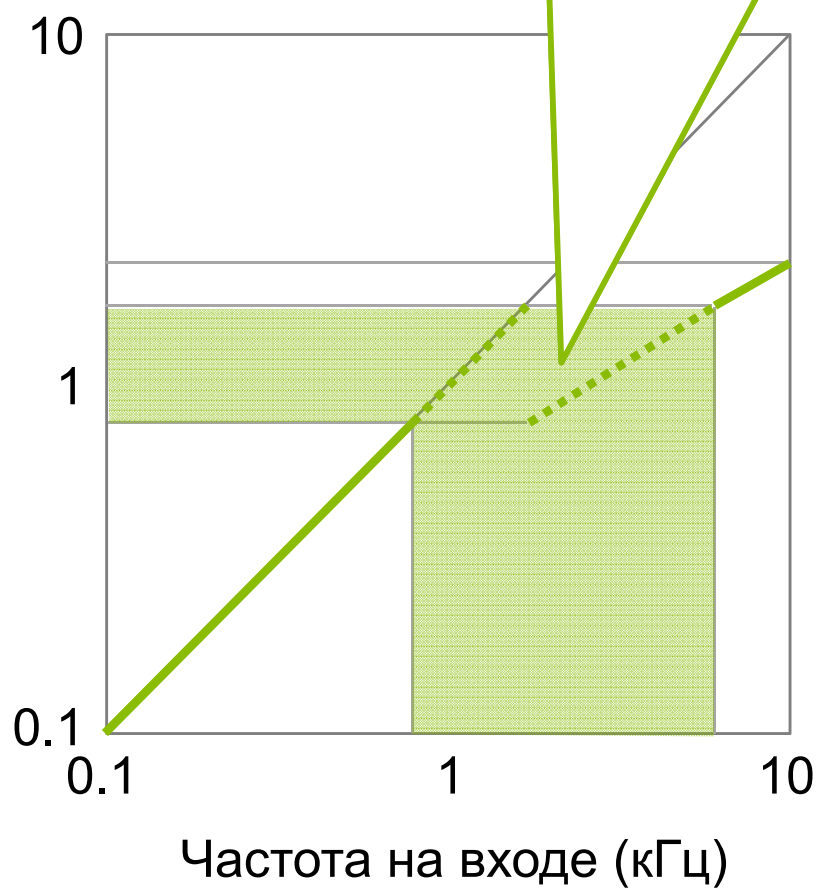
SoundRecover2

1 Адаптивное функционалирование

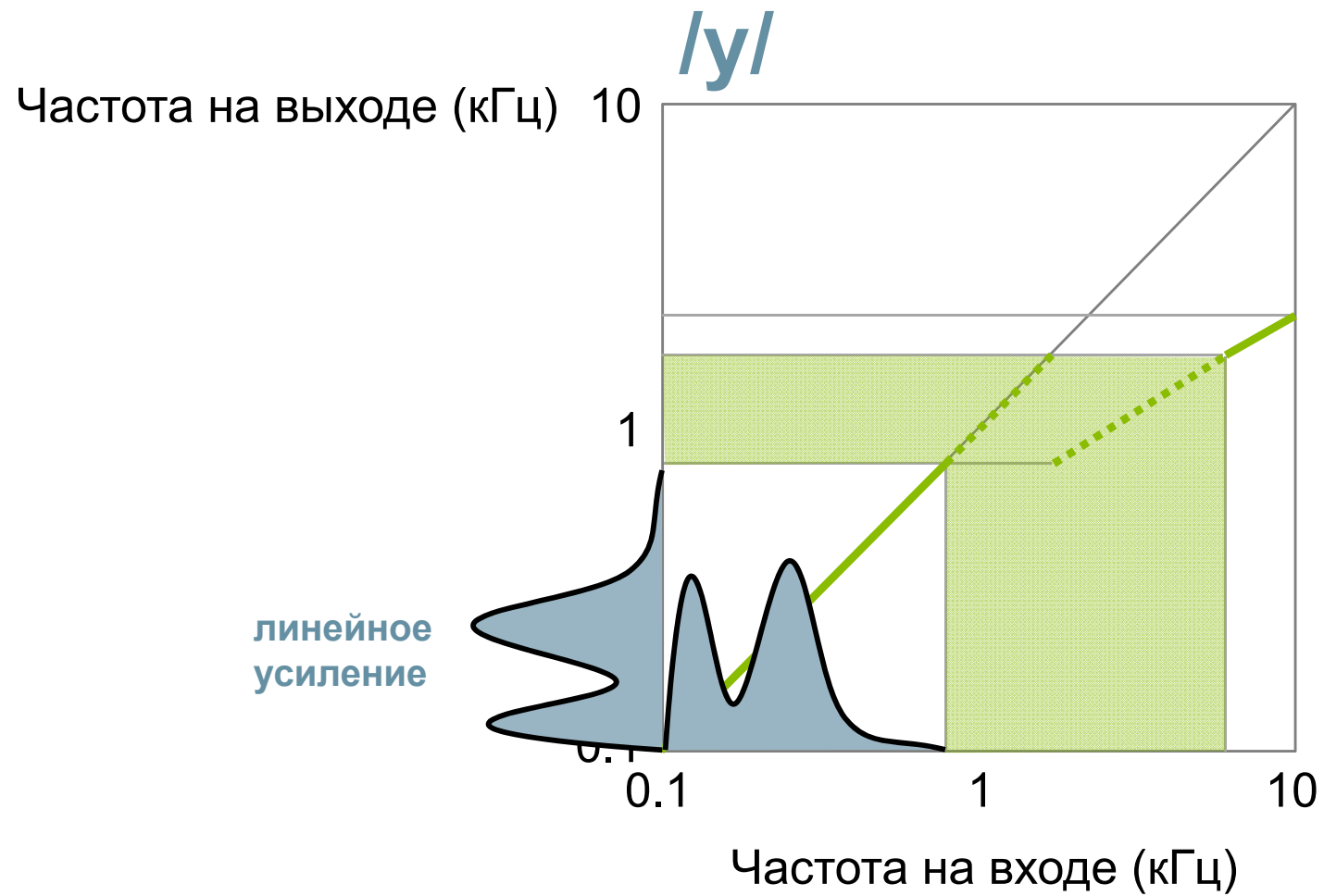
SoundRecover2

Компрессия включается только тогда, когда энергия в высокочастотном диапазоне выше, чем в низкочастотном диапазоне

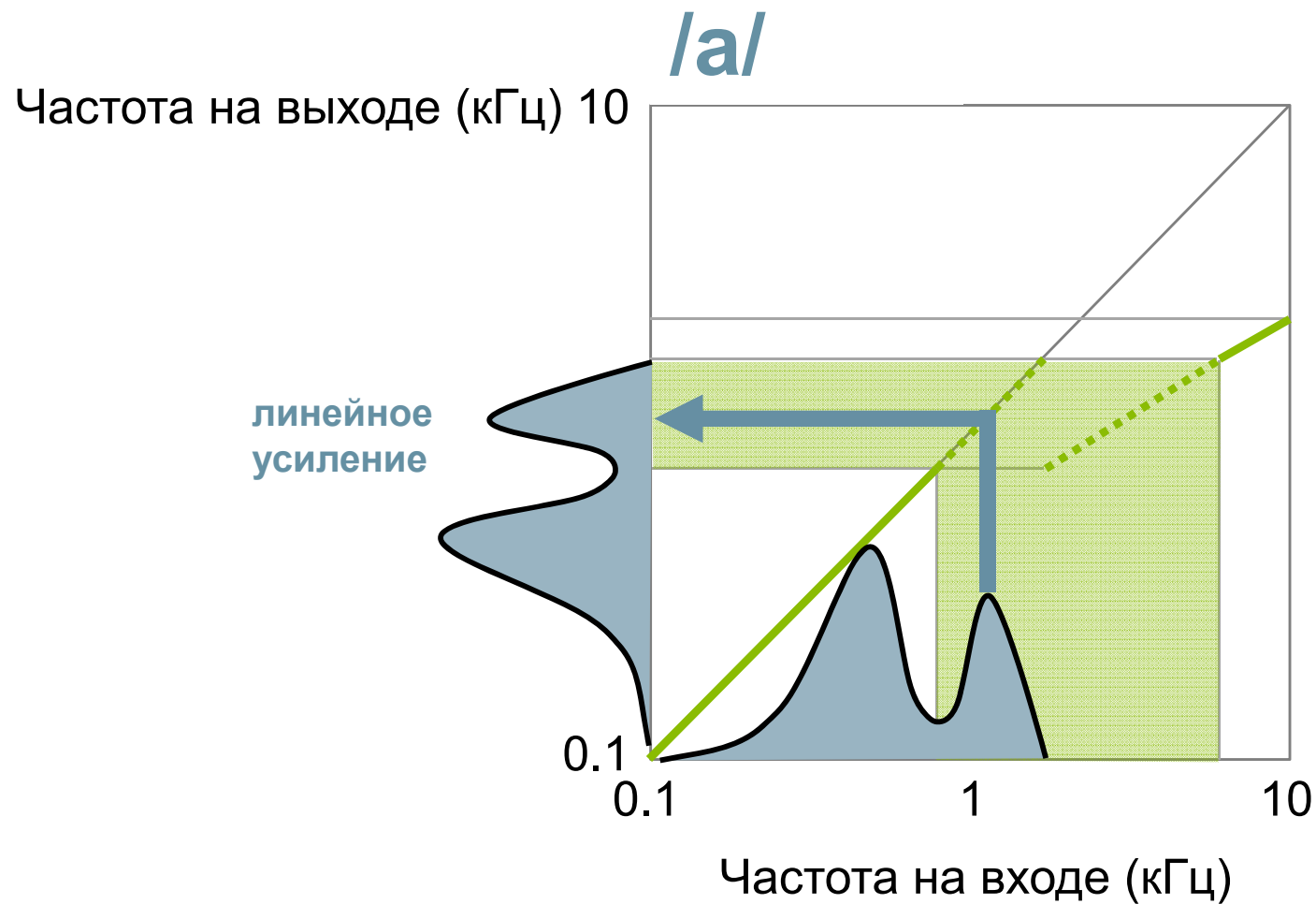
Частота на выходе (кГц)



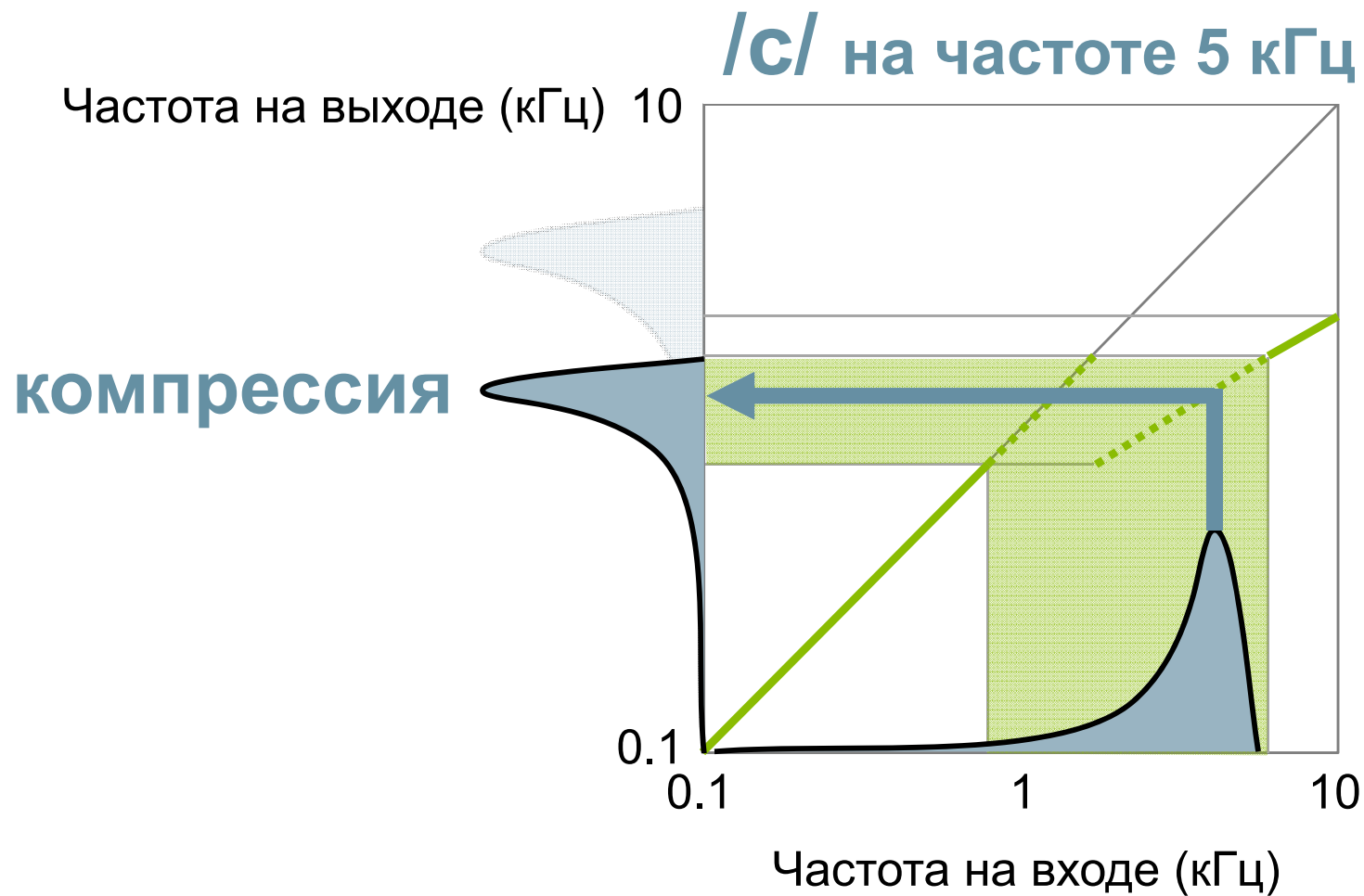
SoundRecover2



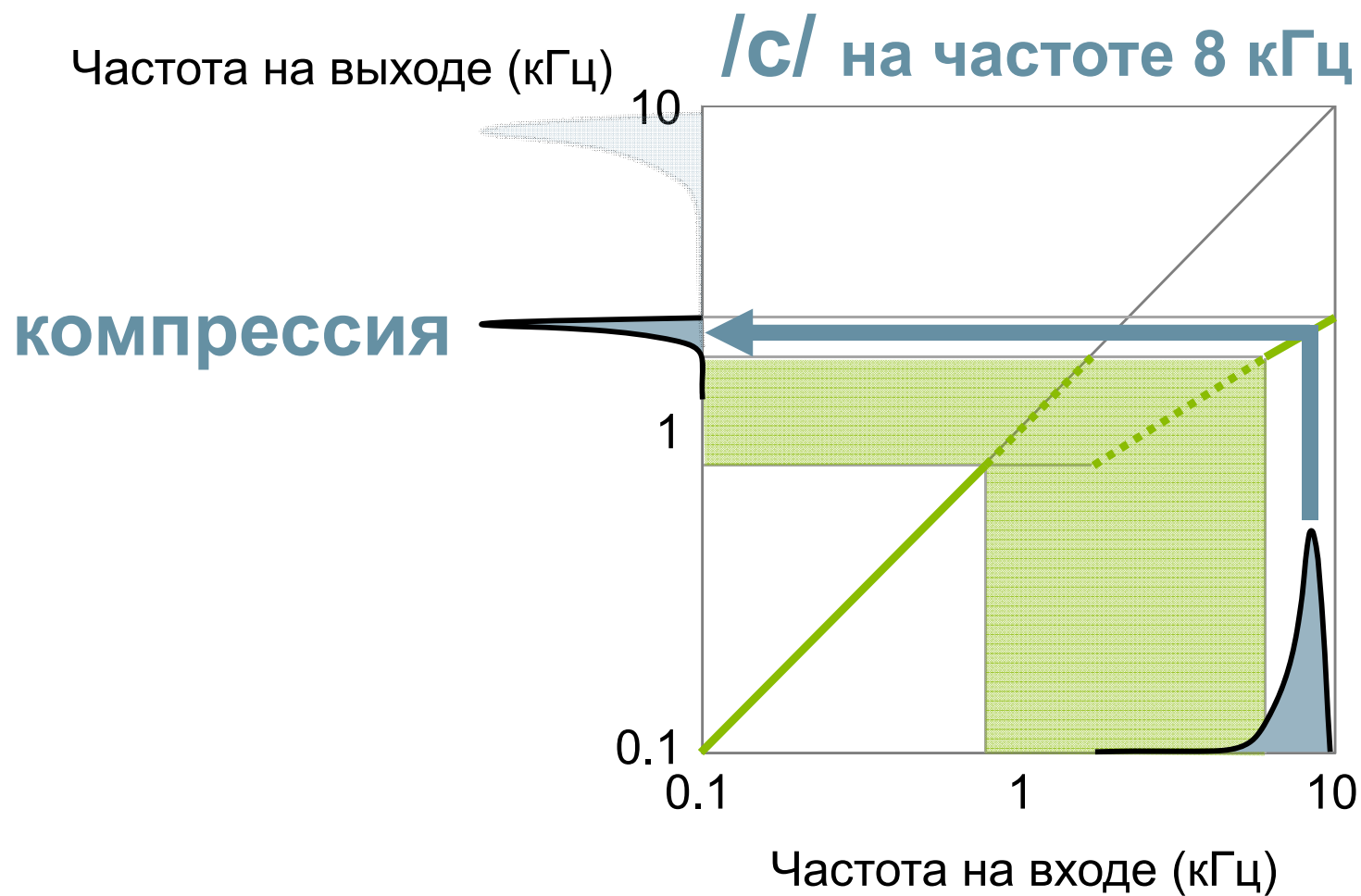
SoundRecover2



SoundRecover2

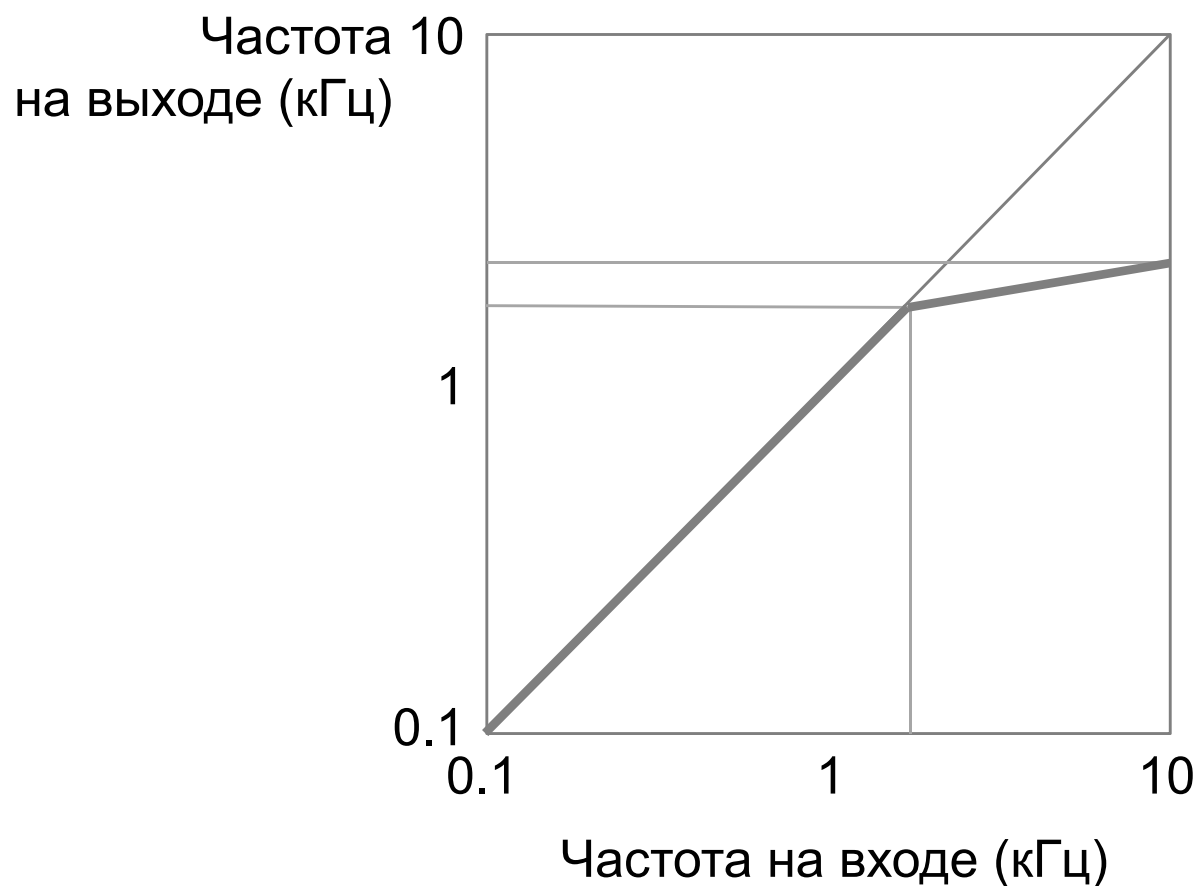


SoundRecover2

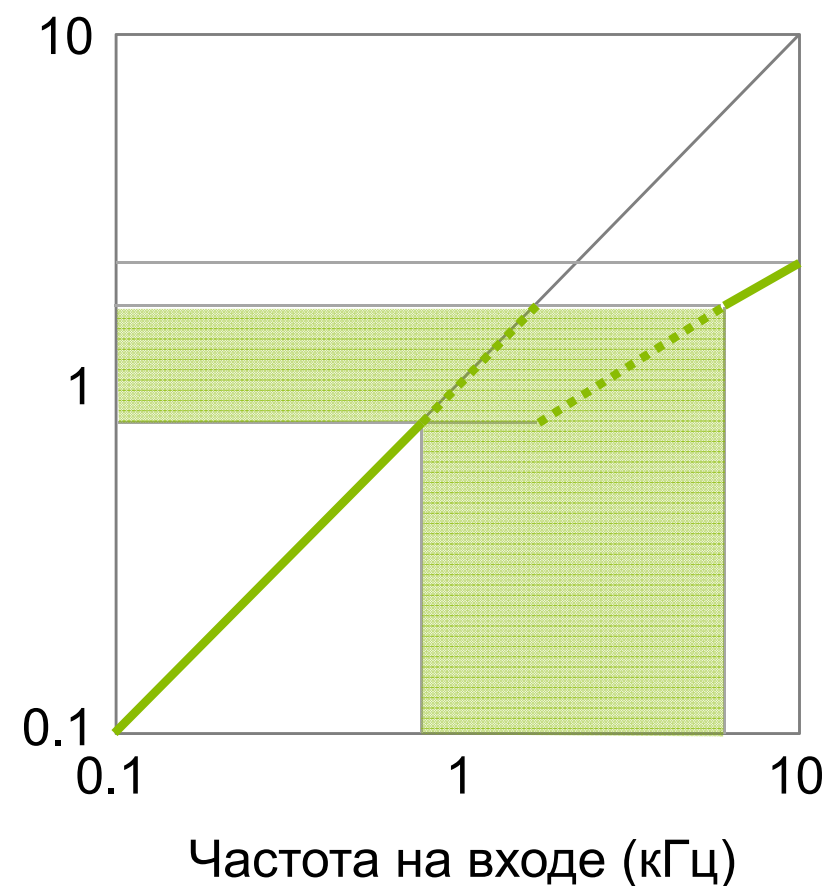


Сравнение двух вариантов частотной компрессии

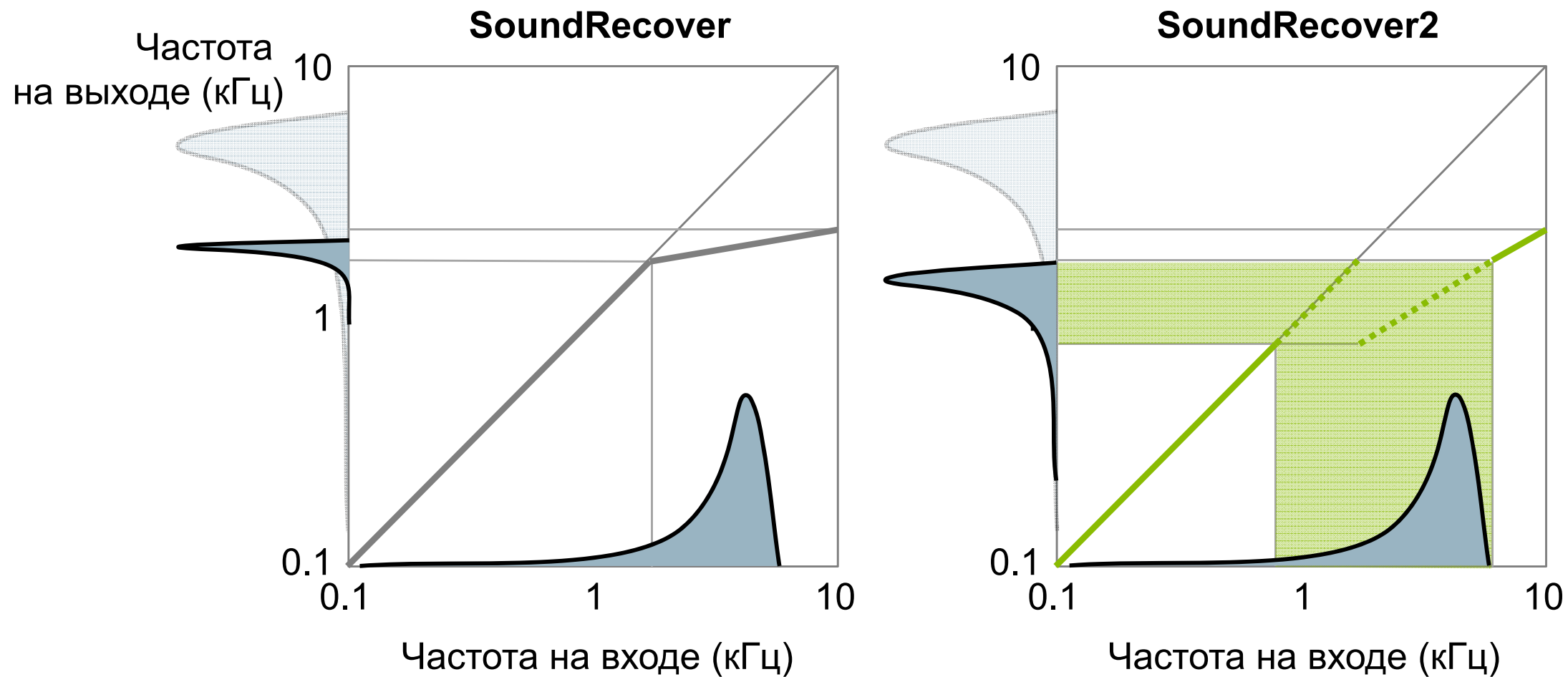
SoundRecover



SoundRecover2



Преимущество меньшей компрессии с SoundRecover2



SoundRecover2

2 Перцептивные эффекты и преимущества

Перцептивные эффекты SoundRecover2

SoundRecover2

- улучшение слышимости тихих высокочастотных звуков и компонентов звука
- следовательно, лучшее различение произнесенных звуков
- следовательно, способствование распознаванию произнесенных звуков
- непривычность звучания высокочастотных звуков, подвергшихся компрессии
- меньшая непривычность звучания среднечастотных звуков по сравнению с первоначальным вариантом SoundRecover

Частотная компрессия: Перцептивный компромисс



SoundRecover2: Значительное смягчение перцептивных компромиссов



Исследование Jase Wolfe и соавт. (2016)

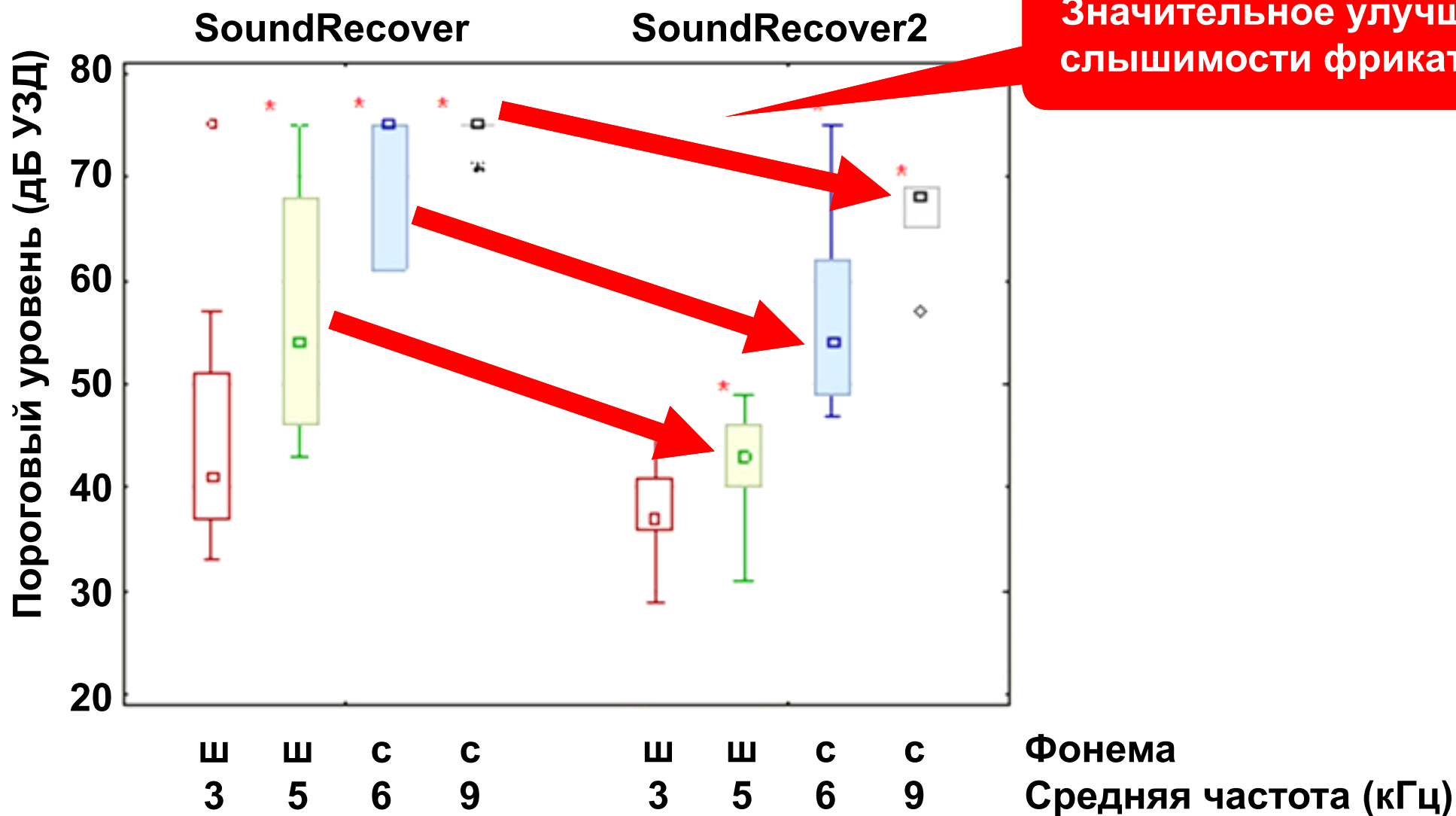
- 14 испытуемых
 - Дети - подростки
 - Тяжелая/глубокая высокочастотная сенсоневральная тугоухость
- Условия эксперимента
 - SoundRecover
 - Проработанный прототип SoundRecover2
- Показатели
 - Распознавание слов в тишине
 - Распознавание множественного числа (/с/)
- Результаты
 - Улучшение распознавания слов в тишине при использовании SoundRecover2
 - Улучшения распознавания множественного числа при использовании SoundRecover2

Wolfe, J., Duke, M., Schafer, E., Rehmann, J., Jha, S., John, A., Jones, C. (2016). Preliminary evaluation of a novel non-linear frequency compression scheme for use in children. Submitted to International Journal of Audiology.

Исследование, выполненное в головном офисе в Штефе

- 8 испытуемых
 - Средний возраст 56,8 года
 - Симметричная сенсоневральная или смешанная тугоухость
 - Средняя потеря слуха в частотном диапазоне от 0,25 до 8 кГц выше 90 дБ
- Условия эксперимента
 - SoundRecover
 - SoundRecover2
- Показатели
 - Тест восприятия фонем
 - Обнаружение стимулов /ш/ и /с/
 - Распознавание стимулов /ш/ и /с/
- Результаты
 - Улучшение обнаружения фрикативных стимулов при использовании SoundRecover2
 - Улучшение распознавания фрикативных стимулов при использовании SoundRecover2

Исследование, выполненное в головном офисе в Штефе



Значительное улучшение слышимости фрикативов

Преимущества SoundRecover2

SoundRecover2

- подходит пациентам с глубокой тугоухостью гораздо лучше, чем исходный вариант SoundRecover, по следующим параметрам
 - лучшая слышимость высокочастотных звуков благодаря более низким граничным частотам
 - лучшее различение высокочастотных звуков благодаря меньшим коэффициентам компрессии
 - более привычное звучание среднечастотных звуков благодаря адаптивной линейной или компрессионной обработке звука
- более широкий диапазон подбора
- больше соответствует потребностям людей с круто нисходящими или левоугольными аудиограммами

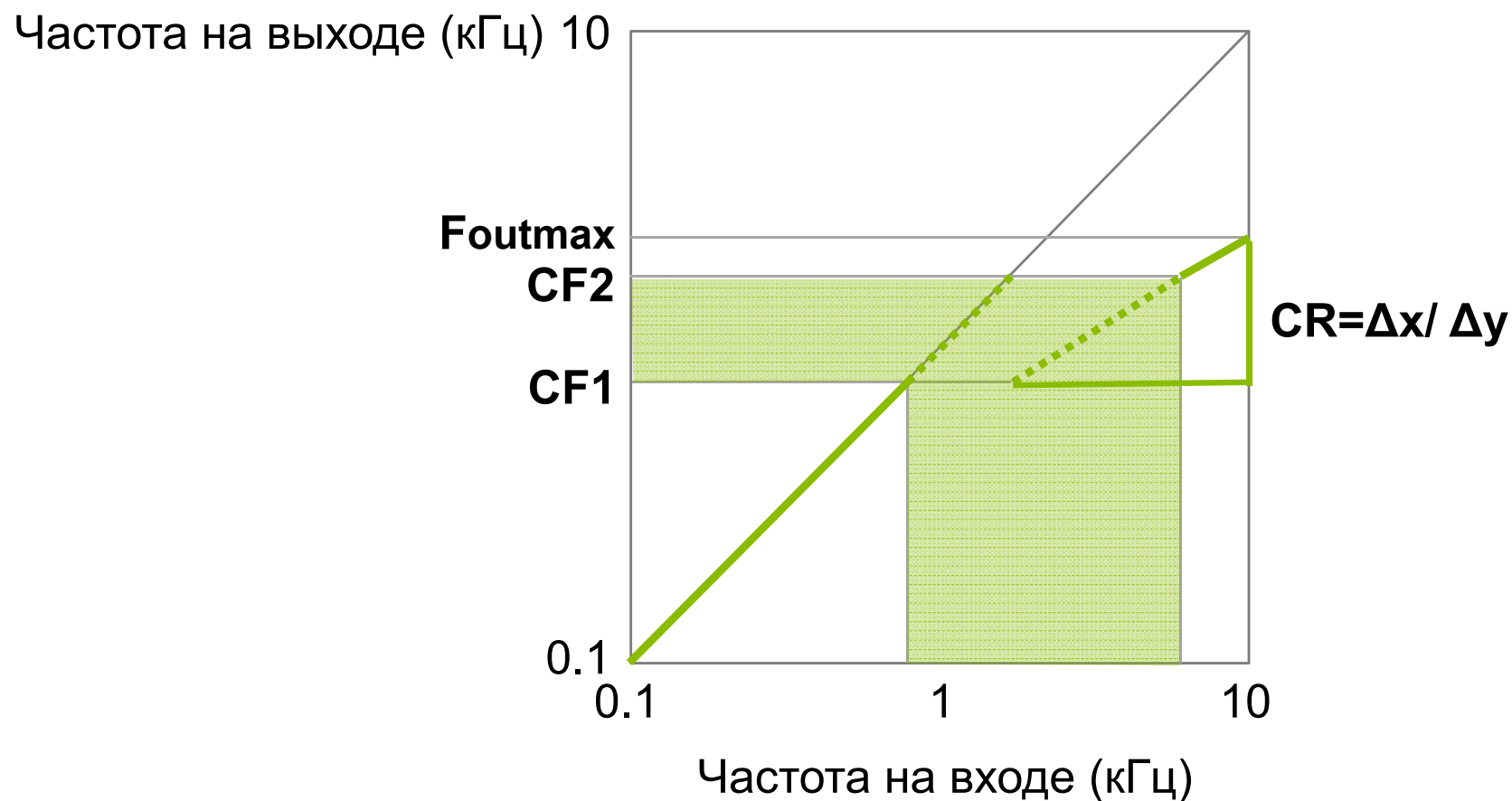
SoundRecover2

3 Настройка

SoundRecover2: Исходные параметры

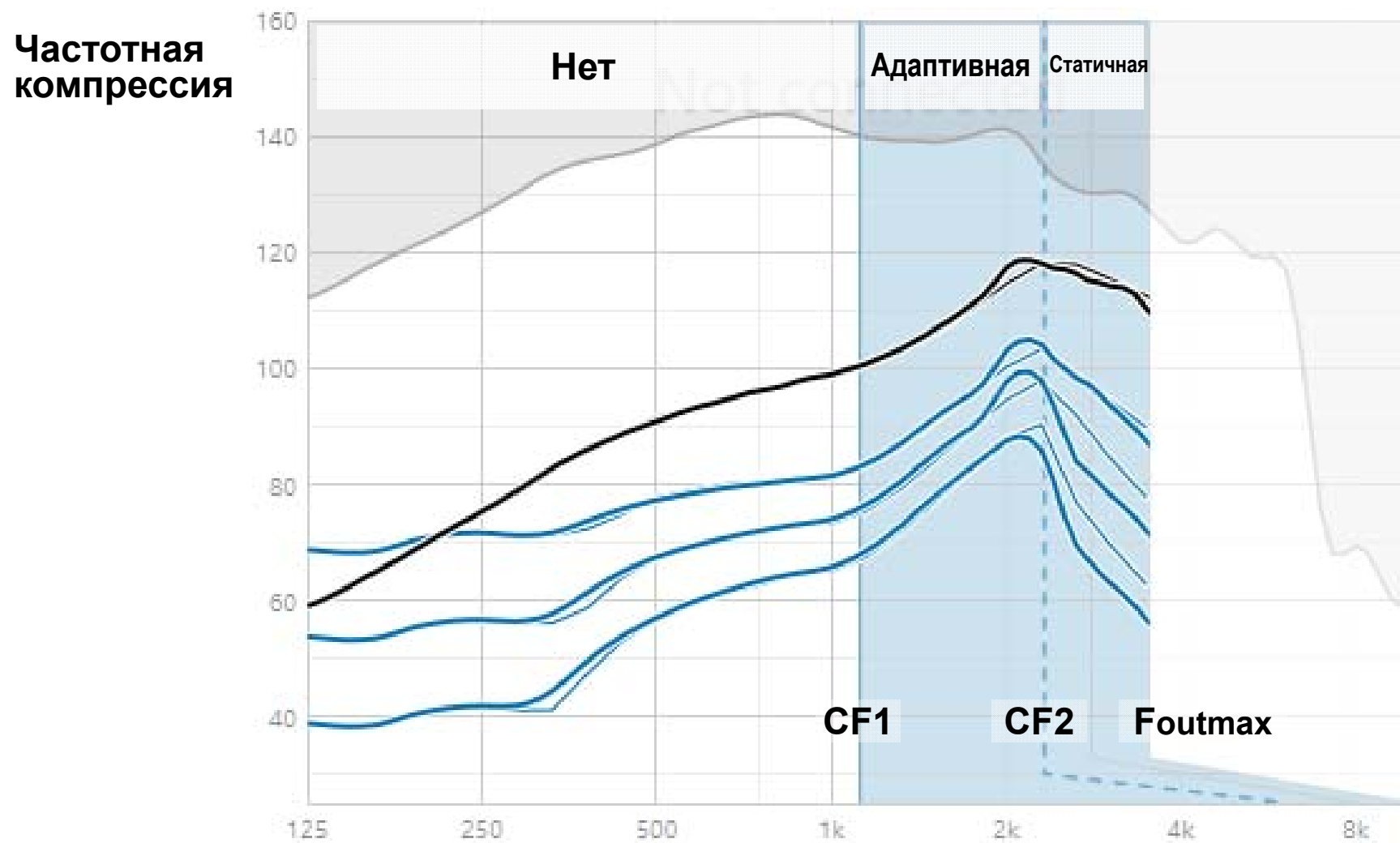
- Программа настройки TARGET предлагает параметры SoundRecover2, исходя из результатов исследования объективных и субъективных показателей, полученных при различных вариантах настройки SoundRecover2
- Исходные настройки SoundRecover2
 - предполагают **консервативное** использование остаточной слуховой чувствительности
 - сохраняют **естественность** звучания среднечастотных компонентов гармонических звуков, например, гласных и тонов
 - значительно **улучшают слышимость высокочастотных звуков**, в особенности у пользователей с тяжелой/глубокой тугоухостью

SoundRecover2: Технические параметры



CR = коэффициент компрессии; CF = граничная частота; Foutmax = макс. частота на выходе

SoundRecover2: Отображение в программе настройки TARGET



CF = граничная частота; Foutmax = макс. частота на выходе

SoundRecover2: Настройка

Слышимость

ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЗВУКОВ

Различимость

СЛЫШИМЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЗВУКОВ



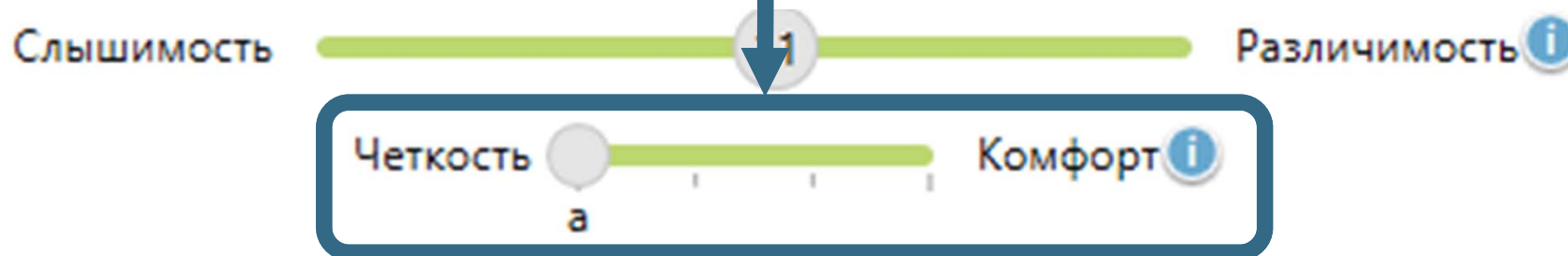
Слышимость Различимость ⓘ

Четкость Комфорт ⓘ

SoundRecover2: Точная настройка

Четкость:
Слышимость и различимость
высокочастотных звуков

Комфорт:
Привычность звучания
низко- и среднечастотных звуков



SoundRecover2

4 Верификация

Верификация SoundRecover2 у взрослых: Тест восприятия фонем

Тест слышимости

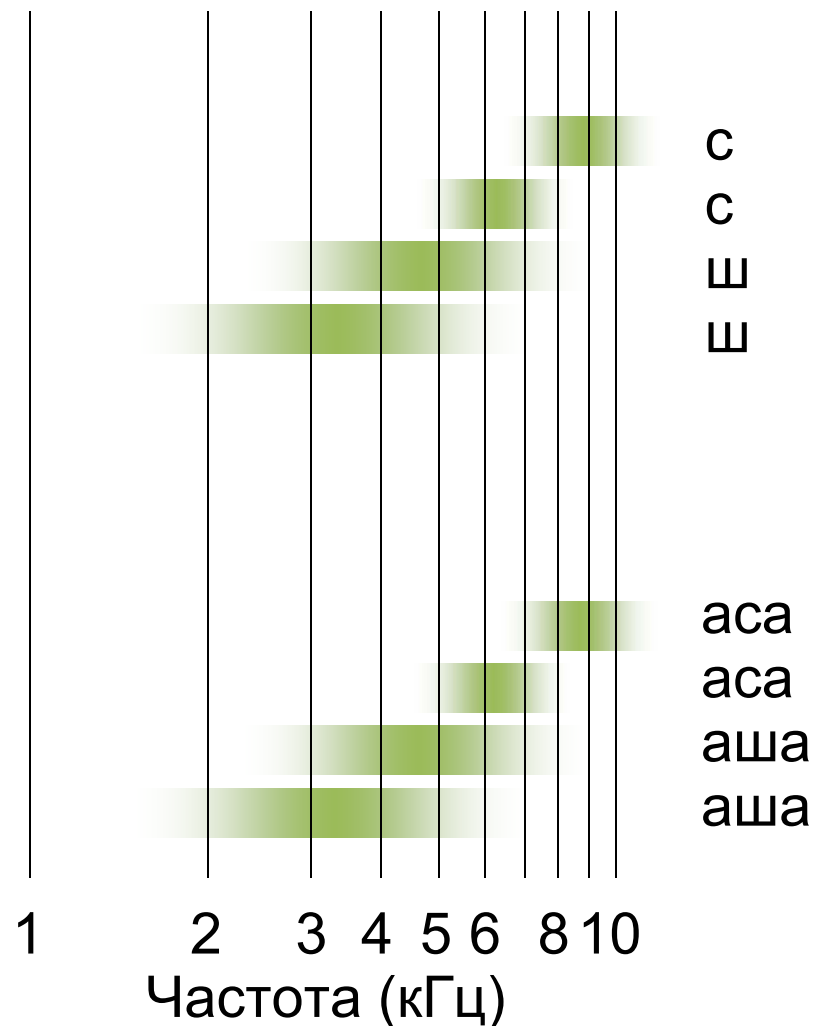
С какого уровня тестовые звуки становятся слышимыми?

Тест различения

Насколько различимы слышимые тестовые звуки?

Тест распознавания

С какого уровня слышимые тестовые звуки становятся узнаваемыми?



Верификация SoundRecover2 при подборе аппаратов детям

Glista, Hawkins, Scollie, Wolfe, Bohnert, Rehmann (2016)

1

Pediatric Verification Considerations for Instruments with SoundRecover2

Danielle Glista¹, Marianne Hawkins¹, Susan Scollie¹, Jace Wolfe², Andrea Bohnert³ and Julia Rehmann⁴

¹The University of Western Ontario, London, Canada

²Hearts for Hearing, Oklahoma, USA

³Mainz Medical School, Mainz, Germany

⁴Sonova AG, Stäfa, Switzerland

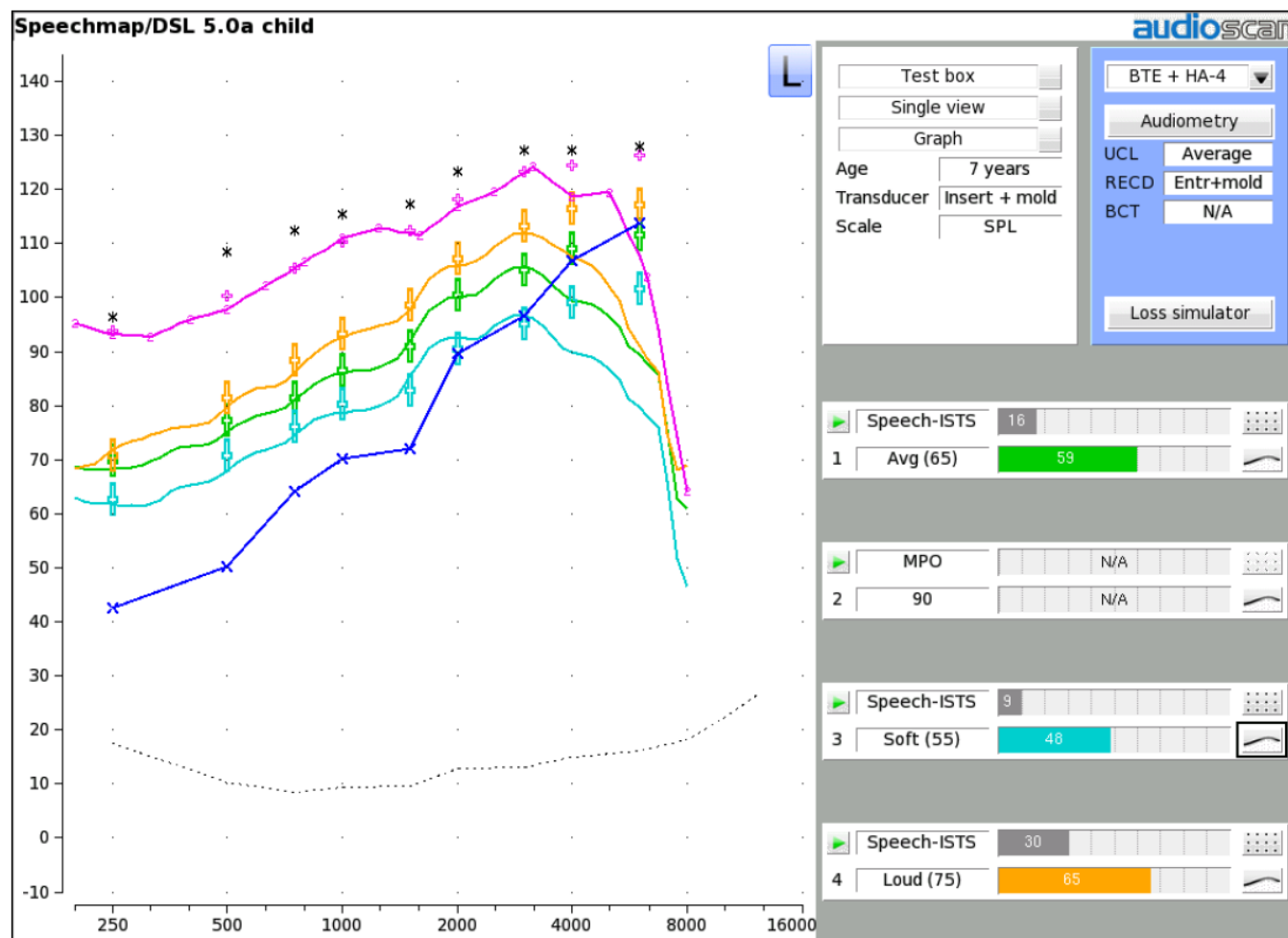
What is SoundRecover?

SoundRecover is a frequency lowering signal processing available in Phonak hearing instruments. The aim of SoundRecover is to lower high-frequency sounds into an audible range if these high-frequency sounds cannot be made audible via conventional hearing aid processing. SoundRecover was originally designed with two parameters: a cut-off frequency (CF) and a compression ratio (CR) (Figure 1). The CF is the starting point of the compressed region of the signal. Below the CF, the signal processed by the hearing aid is unaltered in frequency. Above the CF the signal is compressed in frequency using a constant CR.

Верификация SoundRecover2 при подборе аппаратов детям

Шаг 1: Целевая настройка и верификация при выключенном SoundRecover2

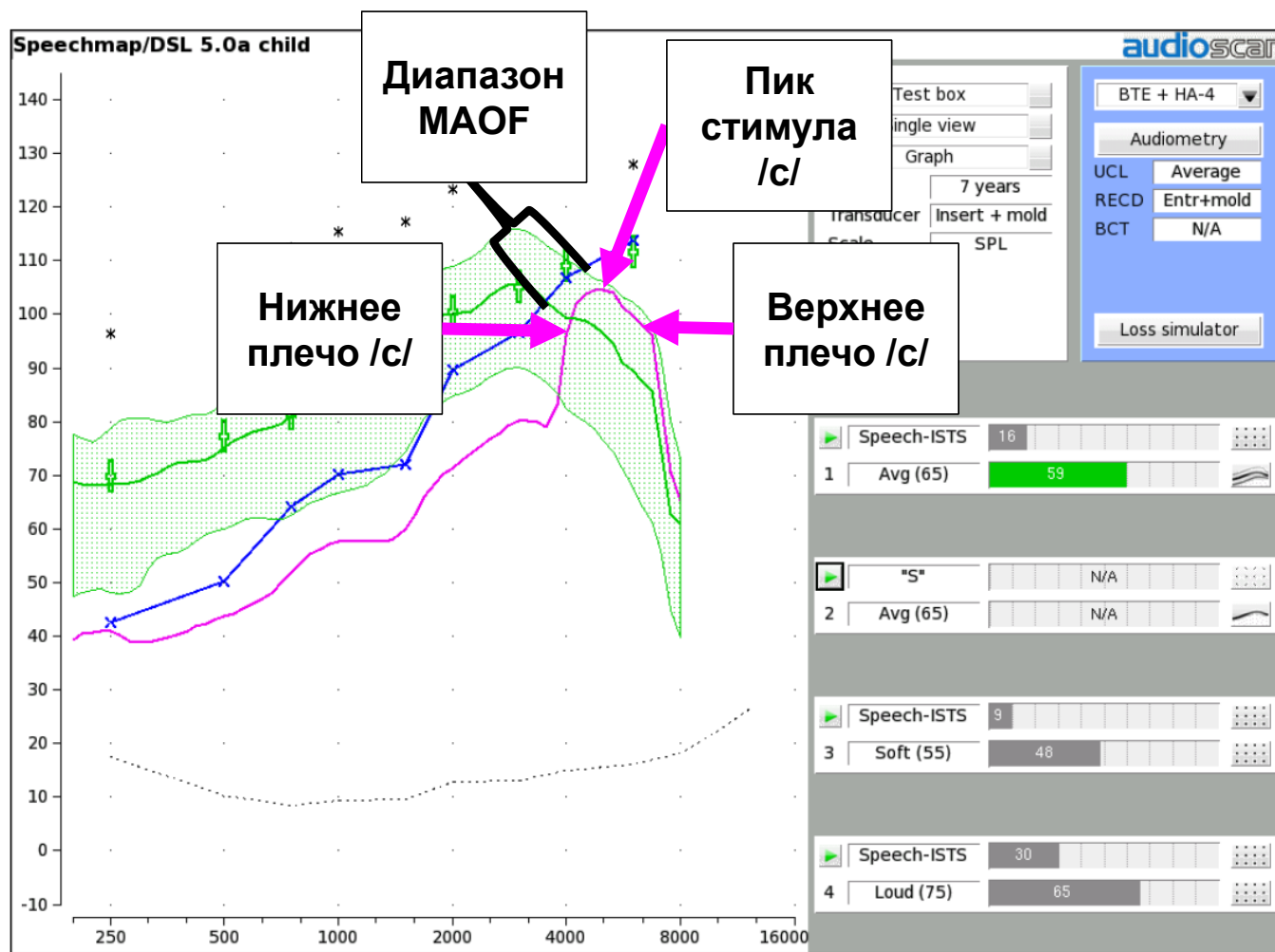
Проверьте форму амплитудно-частотной характеристики и усиление слухового аппарата при **ВЫКЛЮЧЕННОМ** SoundRecover2 и постарайтесь добиться их соответствия целевым кривым.



Верификация SoundRecover2 при подборе аппаратов детям

Шаг 2: Установите необходимость использования SoundRecover2

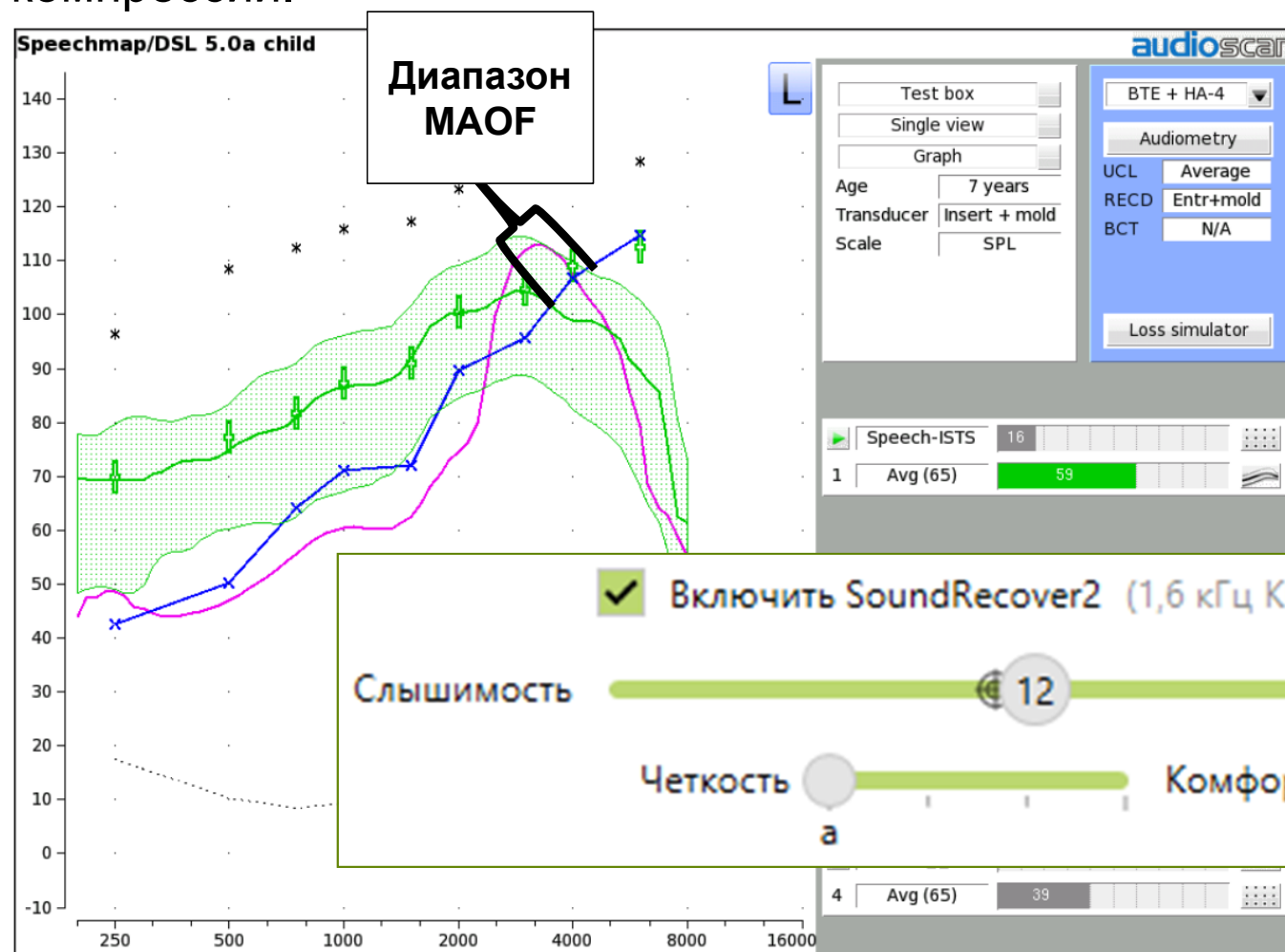
Измерьте спектр стимула /с/ с **ВЫКЛЮЧЕННЫМ** SoundRecover2, чтобы установить, попадает ли /с/, включая верхнее плечо, в диапазон MAOF (максимальная слышимая выходная частота) при использовании стандартного речевого сигнала уровнем 65 дБ УЗД. Если /с/ находится вне этого диапазона, переходите к Шагу 3.



Верификация SoundRecover2 при подборе аппаратов детям

Шаг 3: Точная настройка SoundRecover2

При включенном SoundRecover2 измерьте спектр /с/ в настройке по умолчанию. Если /с/ не попадает в диапазон MAOF, отрегулируйте ползунок Слышимость-Различимость так, чтобы добиться необходимой слышимости при минимально возможной компрессии.



Повторно измерьте спектр /с/, чтобы убедиться в том, что выбранная вами настройка обеспечивает слышимость /с/ в диапазоне MAOF. Желательно, чтобы верхнее плечо /с/ располагалось как можно ближе к верхней границе диапазона MAOF.

Заключение

Заключение

- SoundRecover – это нелинейная частотная компрессия. Ее эффект статичен.
- SoundRecover значительно улучшает слышимость и распознавание высокочастотных звуков.
- По мере усиления SoundRecover привычность звучания услышанных звуков уменьшается.
- SoundRecover недостаточно подходит людям с глубокой тугоухостью.
- SoundRecover2 адаптивен и позволяет использовать более низкие граничные частоты, чем SoundRecover.
- Параметры настройки SoundRecover2 позволяют сбалансировать две основные компромиссные характеристики частотной компрессии:
 - Слышимость ↔ различимость высокочастотных звуков
 - Слышимость/различимость ↔ привычность звучания низко- и среднечастотных звуков.
- SoundRecover2 превосходит SoundRecover при глубокой тугоухости.
- Для верификации SoundRecover2 у взрослых можно пользоваться Тестом восприятия фоном.
- В детской практике верификация должна выполняться согласно рекомендациям Glista и соавт.



Большое спасибо за внимание!