

Оценка протокола настройки слуховых аппаратов, оптимизированного для активных музыкантов

Кристоф Лесимпл (Christophe Lesimple), Барбара Симон (Barbara Simon),
Жюли Танто (Julie Tantau)

Bernafon AG, Швейцария



Программа "музыка" в слуховых аппаратах

- Акустические различия между музыкой и речью
- Программа "музыка" предлагается во всех слуховых аппаратах
- Валидация основана, главным образом, на слуховых тестах
- Могут ли эти результаты распространяться на музыкантов?

Расширенный входной динамический диапазон



Отключение некоторых функций на основании ОСШ



Сбалансированная амплитудно-частотная характеристика усиления

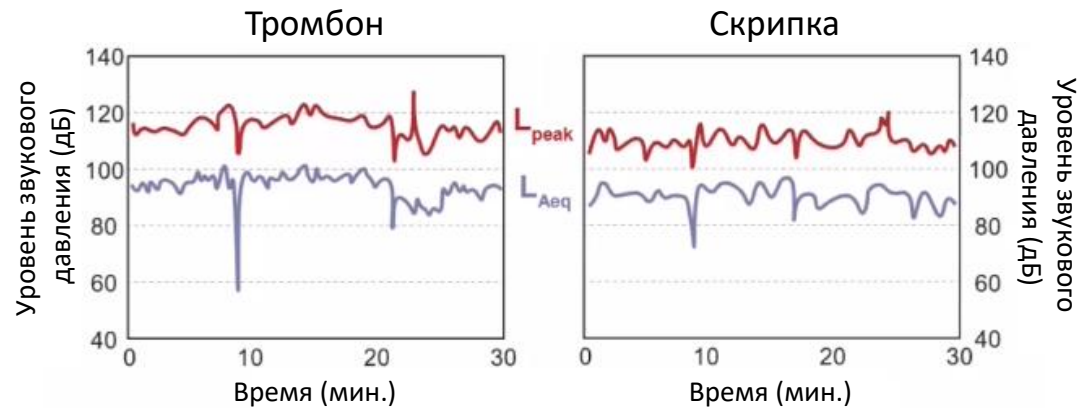
Слушать музыку и играть музыку – не одно и то же

- Иерархия источников звука: приоритет у собственного инструмента
- Игра на музыкальном инструменте – это взаимодействие моторики и слуха
- При игре на музыкальном инструменте нет регулировки громкости



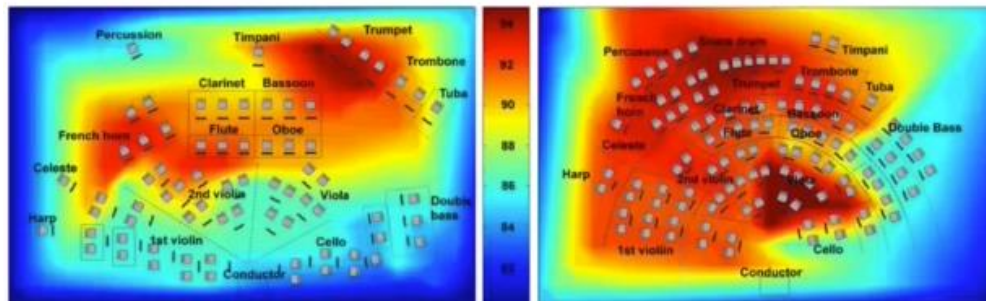
Zatorre с соавт., 2007

Характеристики уровня звука в зависимости от ситуации



- Музыкальные инструменты созданы для того, чтобы слушать их в больших концертных залах

- Расстояние между инструментом и ухом музыканта очень маленькое



- Перед концертом музыканты многократно исполняют свои партии во время репетиций

- Влияние репертуара и места музыканта в оркестре

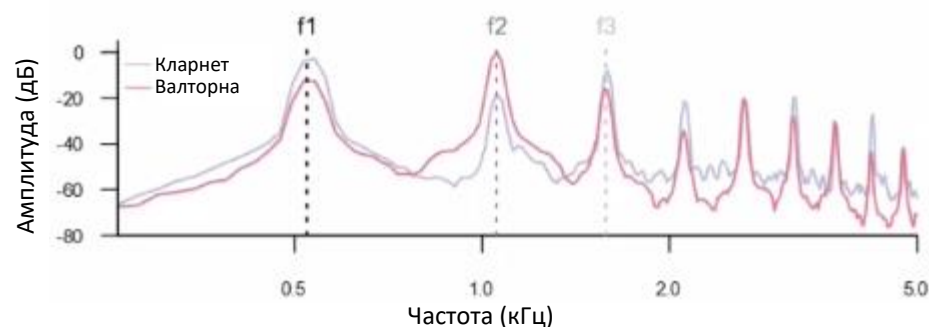
Schmidt с соавт., 2011

Частотные характеристики различных инструментов

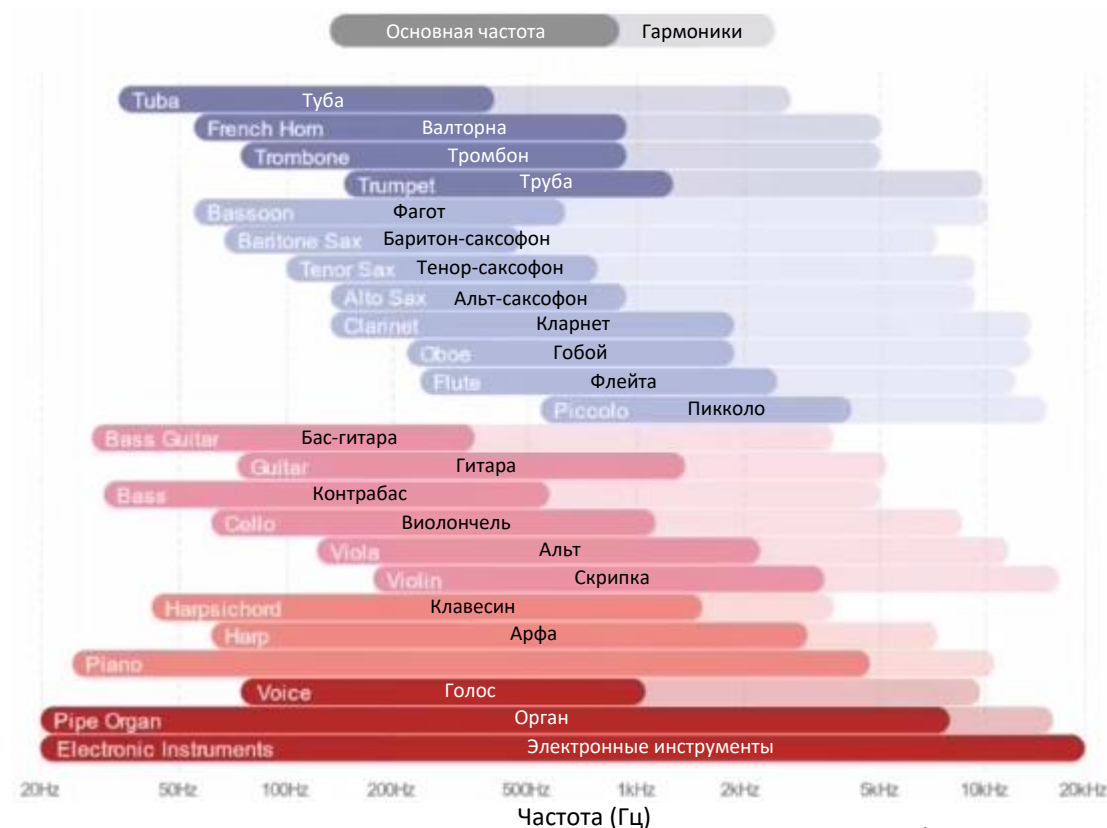
Основная частота
Высота звука



Обертоны
Тембр



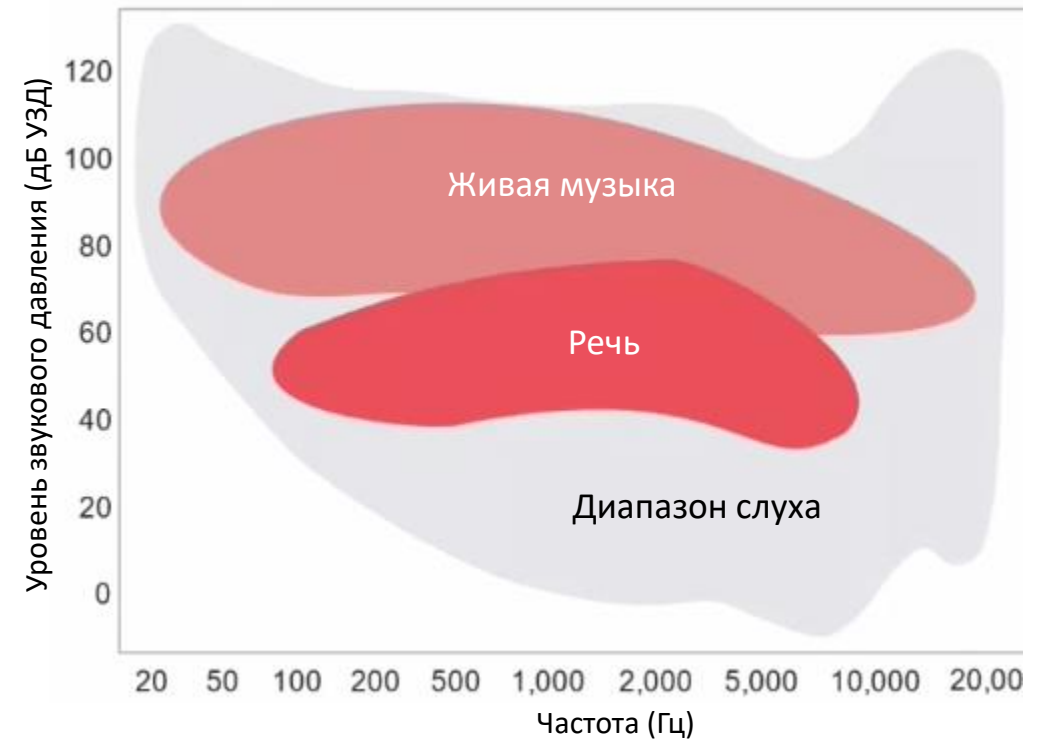
Одна и та же нота в исполнении кларнета и валторны



Howard & Angus, 2017

Требования к слуховым аппаратам для музыкантов

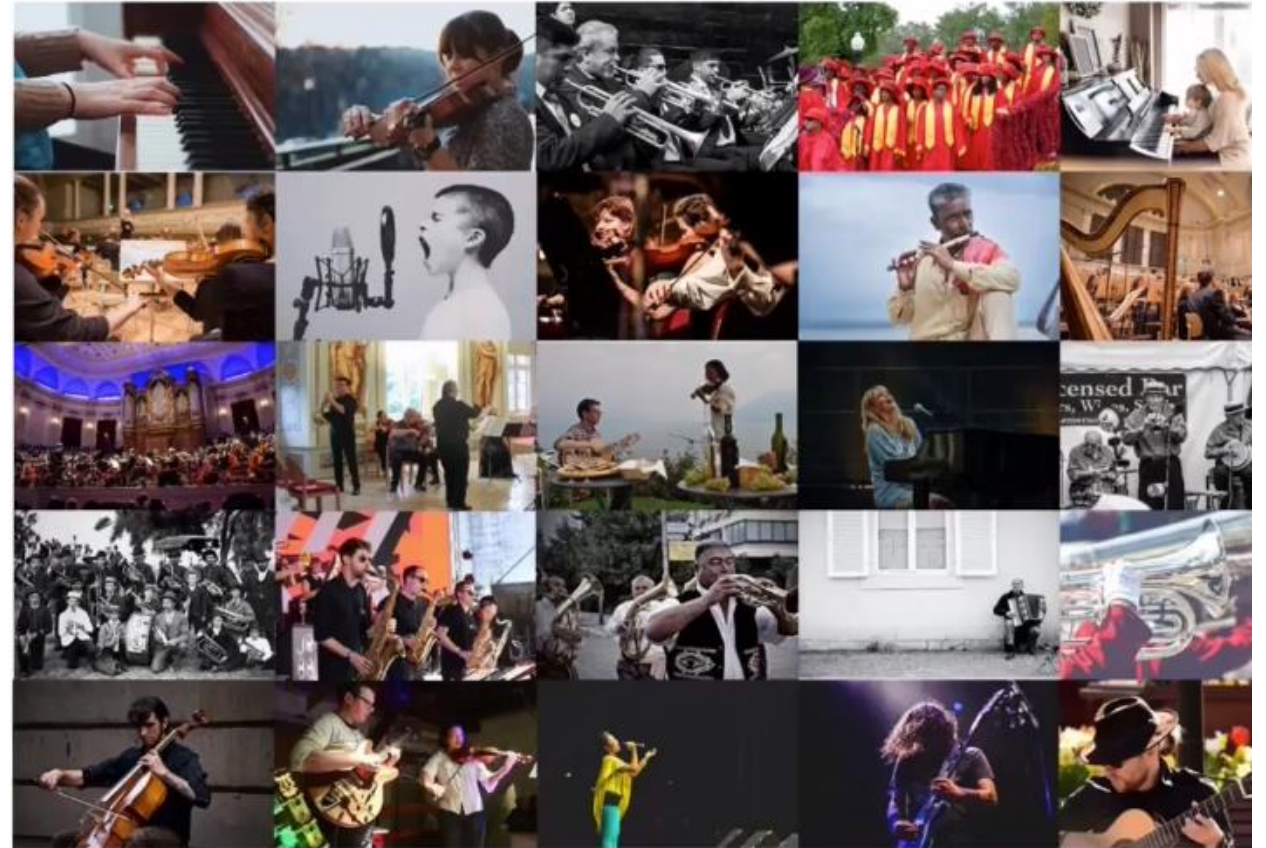
- Как правило, слышимость – не главный вопрос
- Чтобы слышать детали звучания и находить ошибки, нужна точность передачи звука
- Сбалансированная частотная характеристика очень важна для предотвращения нежелательного резонанса на определенные ноты и отслеживания изменений тембра



Vaisberg с соавт., 2019

Что такое музыка?

- Музыка разнообразна
- Бесконечное множество возможных сочетаний инструментов, ситуаций, акустики помещения, музыкальных стилей
- Универсальной акустической модели не существует



Подбор слуховых аппаратов музыкантам

- Гипотеза: Универсального решения нет. Нужна индивидуальная программа прослушивания "Живая музыка"
- Необходим формализованный эмпирический подход и активное участие слабослышащих музыкантов



Протокол оптимизации настройки для музыкантов

Инструктирование



Игра
на инструменте



Идентификация
проблем



Пробная
настройка



Валидация



Развернутое исследование

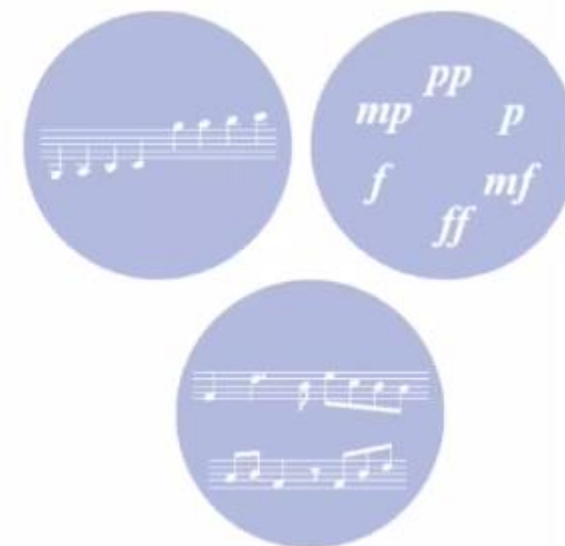


Таблица преобразования нот в частоту



f (Hz)	65	73	82	87	98	110	123	131	147	165	175	196	220	247	262	294
f1	130	146	164	174	196	220	246	262	294	330	350	392	440	494	524	588
f2	260	291	328	348	392	440	592	524	588	660	700	784	880	988	1048	1176



f (Hz)	330	349	392	440	494	523	587	659	698	784	880	988	1047	1175	1319	1397
f1	660	698	784	880	988	1046	1176	1319	1396	1568	1660	1976	2094	2350	2638	2794
f2	1320	1396	1568	1660	1976	2092	2352	2638	2794	3136	3320	3952	4188	4700	5276	5588

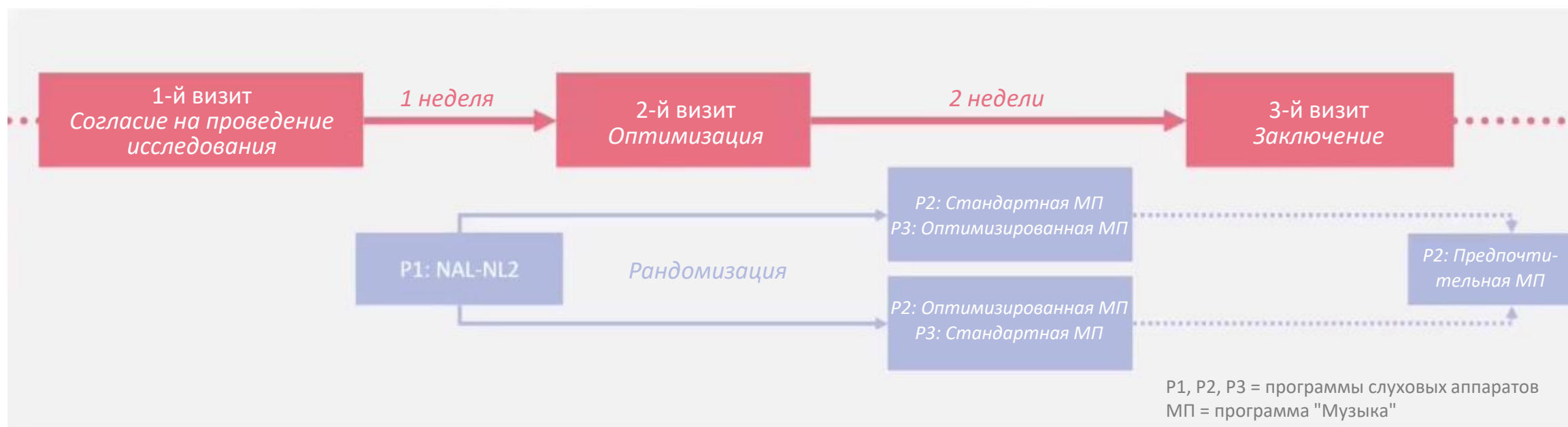
Валидация протокола оптимизации настройки

От настройки...

... до повседневных ситуаций



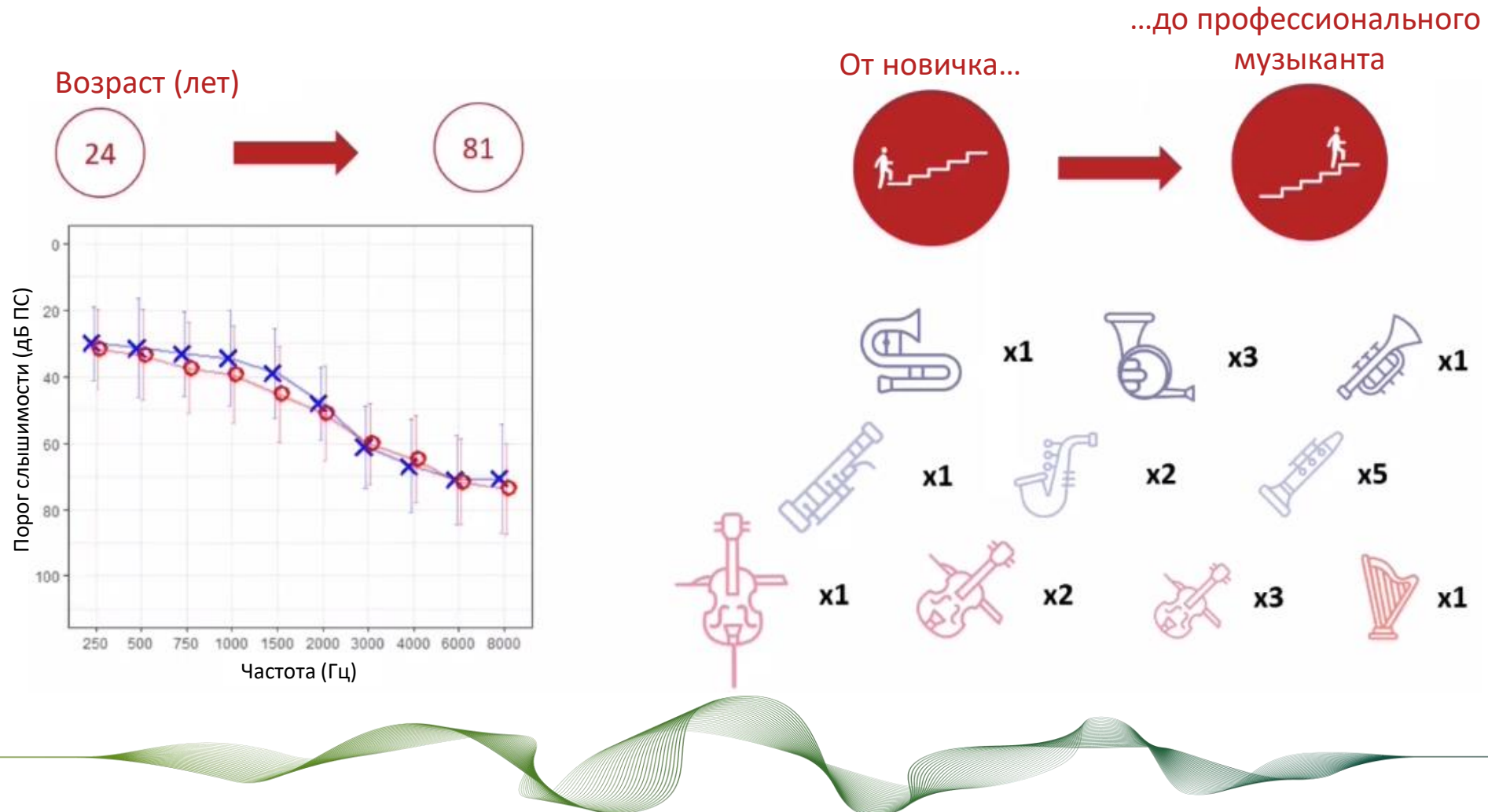
Краткий обзор клинического исследования



"Полевые" испытания: Анкета по предпочтительному восприятию музыки в одной из двух программ "Музыка"

Лабораторные испытания: Тест адаптивного восприятия музыки для определения порогов различения длительности, высоты, уровня и тембра звука.

Участники клинического исследования (N = 20, CA Bernafon BTE)



Тенденции, намечающиеся в протоколе оптимизации



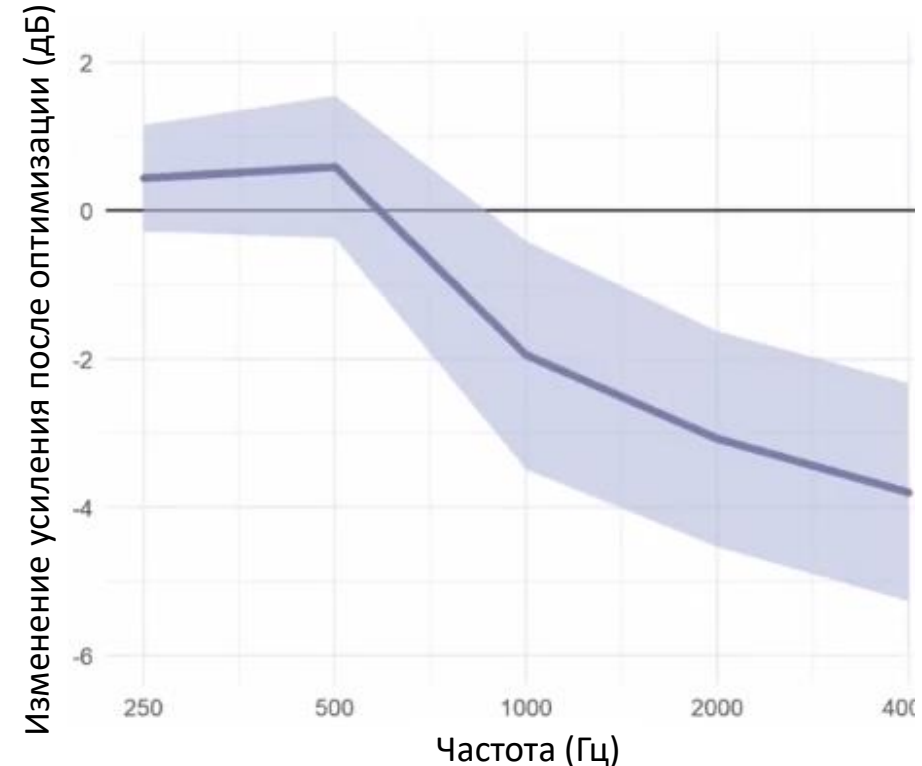
- Усиление низких частот – не меняем
Усиление высоких частот – снижаем
ВУЗД – *доводим до максимума (после измерения порогов дискомфорта)*



- Акустические параметры – рекомендуемые программой или более закрытый вариант
...от открытого до полностью закрытого вкладыша
...вент на размер меньше, чем предлагает программа

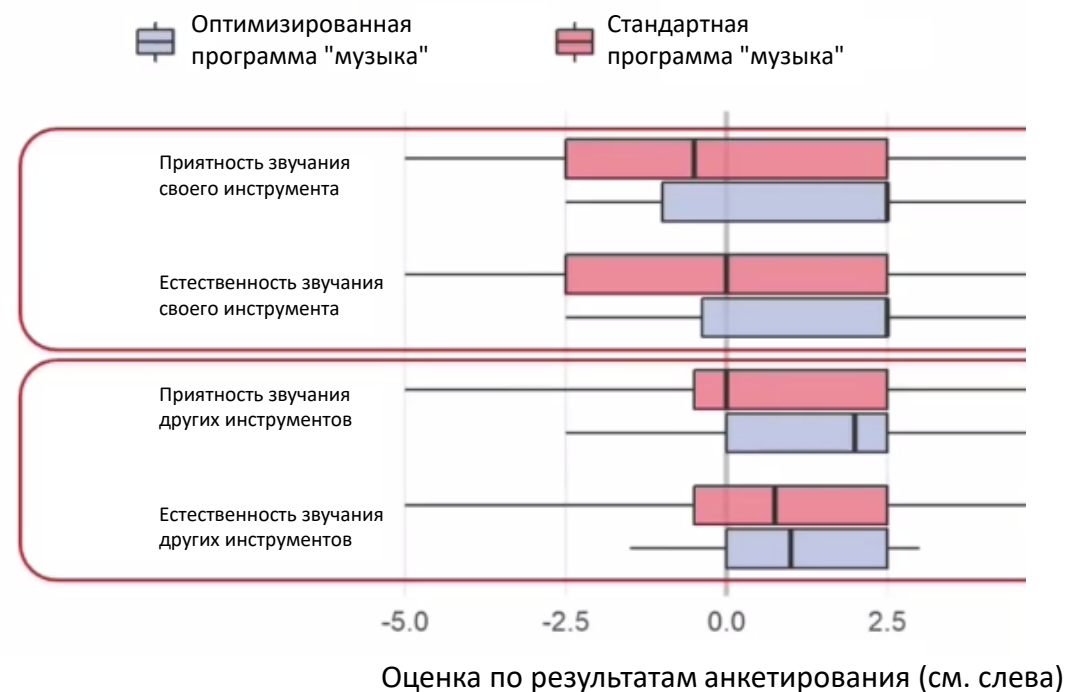


- Уменьшаем или отключаем частотное понижение
Выключаем подавление обратной связи



"Полевые" испытания: восприятие музыки

- Когда вы играете музыку, насколько приятно и естественно она звучит:
на собственном инструменте
на других инструментах



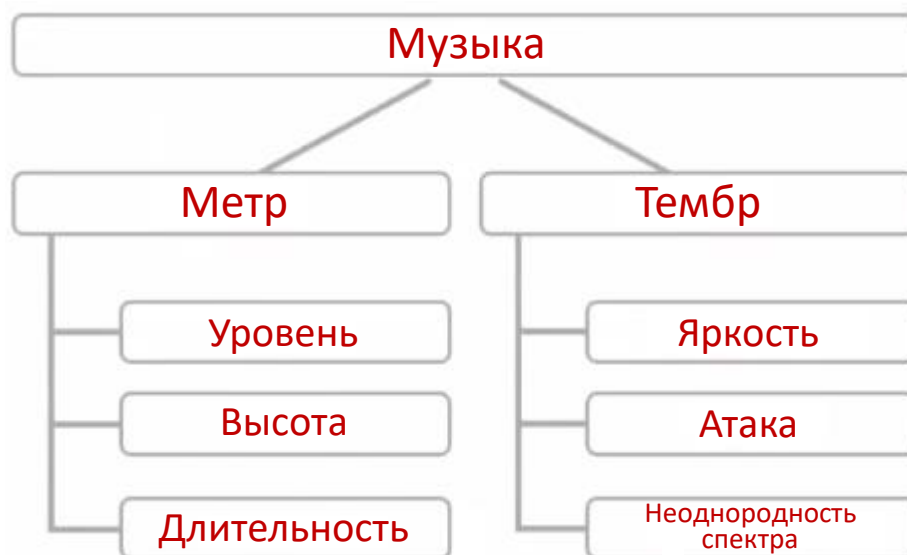
Предпочтения (на основании "полевых" испытаний)

- Слепое сравнение стандартной и оптимизированной программы "Музыка" через две недели
- Статистически значимое предпочтение оптимизированной программы ($p = 0,01$; $r = 0,54$)
- Наиболее часто отмечаемый фактор – качество звука



Адаптивный тест восприятия музыки (AMP): порог различения

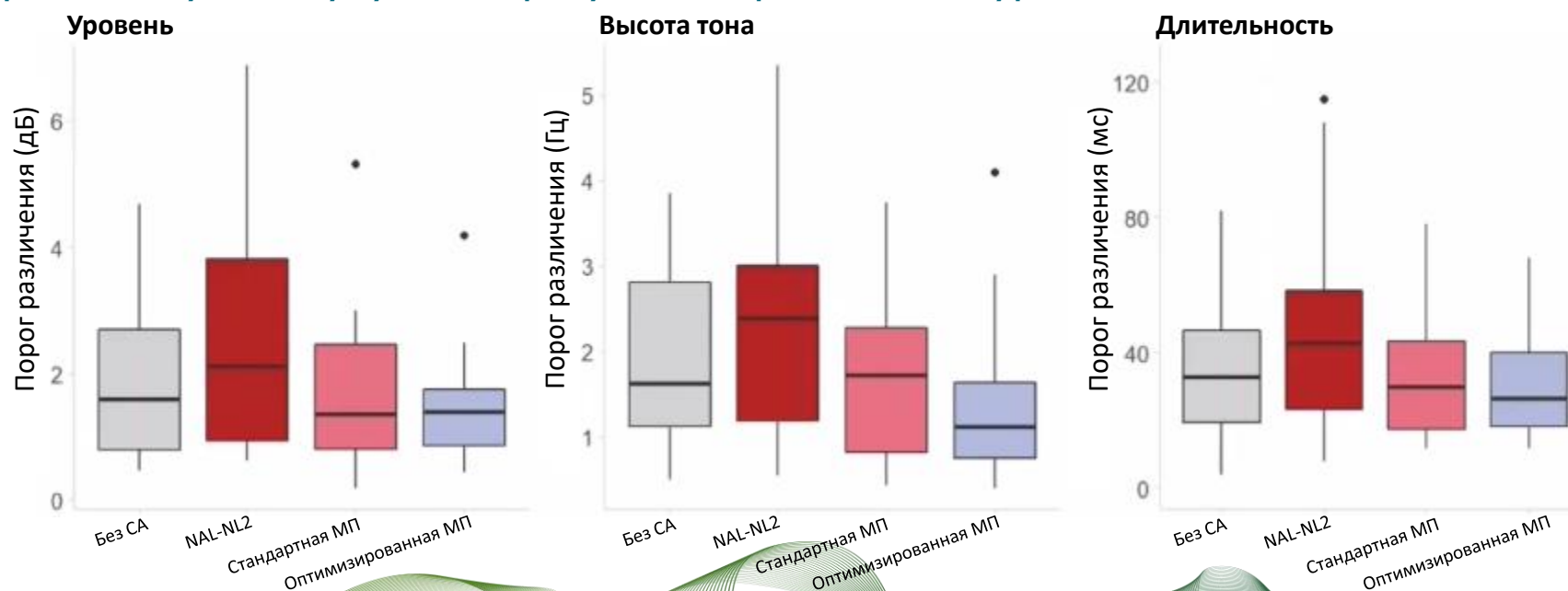
- Количественная оценка восприятия музыки
- Порог различения: наименьшие слышимые различия



Kirchberger & Russo, 2015

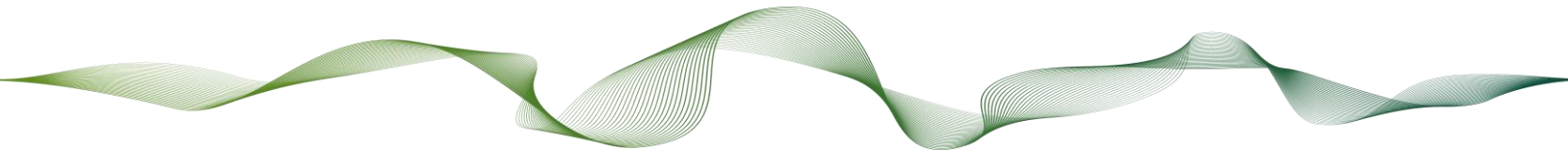
Тест АМР: шкала метра

- Стандартная WDRC (NAL-NL2) дает плохие результаты
- Программа "Музыка" улучшает результаты различения уровня, высоты тона и длительности



Настройка слуховых аппаратов для музыкантов

- Интерактивный и итеративный процесс: понять, попробовать, скорректировать. Валидация: от клиники до концертного зала.
- Аудиологи должны активно вовлекать пациента в обсуждение, чтобы найти оптимальное решение.
- Понимание индивидуальных потребностей: инструмент / музыкальный опыт / репертуар / состав исполнителей...



Важная тема: активное музицирование способствует благополучию

Физическое

- Способствует сохранению когнитивных навыков
- Улучшает дыхательную функцию
- Поддерживает мышечный тонус
- Сохраняет гибкость тела...

Психологическое

- Обогащает новыми знаниями
- Приносит радость, удовлетворение, повышает самооценку
- Способствует успеху в учебе...

Социальное

- Общение с окружающими
- Сотрудничество с другими людьми
- Позитивные социальные связи

Lehmberg & Fung, 2016

Литература

- Chasin, M., & Hockley, N. S. (2014). Some characteristics of amplified music through hearing aids. *Hearing Research*, 308, 2–12.
- Howard, D. M., & Angus, J. (2017). *Acoustics and Psychoacoustics*. (5th ed., pp. 238-260) New York, NY: Routledge.
- Kirchberger, M. J., & Russo, F. A. (2015). Development of the Adaptive Music Perception Test. *Ear and Hearing*, 36(2), 217–228.
- Lehmberg, L.J., & Fung, C. V. (2010) Benefits of Music Participation for Senior Citizens: A Review of the Literature. *Music Education Research International*, Volume 4, 2010.
- Schmidt, J. H. , Pedersen, E. R. , Juhl, P. M. , Christensen-Dalsgaard, J. , Andersen, T. D. , Poulsen, T. & Bælum, J. (2011). Sound Exposure of Symphony Orchestra Musicians. *Annals of Occupational Hygiene*, 55(8), 893–905.
- Vaisberg, J. M., Martindale, A. T., Folkeard, P., & Benedict, C. (2019). A Qualitative Study of the Effects of Hearing Loss and Hearing Aid Use on Music Perception in Performing Musicians. *Journal of the American Academy of Audiology*, 30(10), 856–870.
- Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: auditory–motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(7), 547–558.

Обсуждение

- Основная проблема заключается в том, что, с одной стороны, музыкантов нужно защитить от слишком громких звуков, а с другой – они должны слышать негромкие звуки, например, указания дирижера
- В идеале вкладыши слуховых аппаратов для музыкантов должны быть закрытыми