
Индивидуальная верификация и оценка систем беспроводных дистанционных микрофонов

6-я Европейская педиатрическая конференция



Хендрик Хусштедт (Hendrik Husstedt)
Немецкий институт слуховых аппаратов, Аншютцштрассе 1, 23562, Любек

Большое спасибо всем, кто принял участие в исследовании (в случайном порядке)...

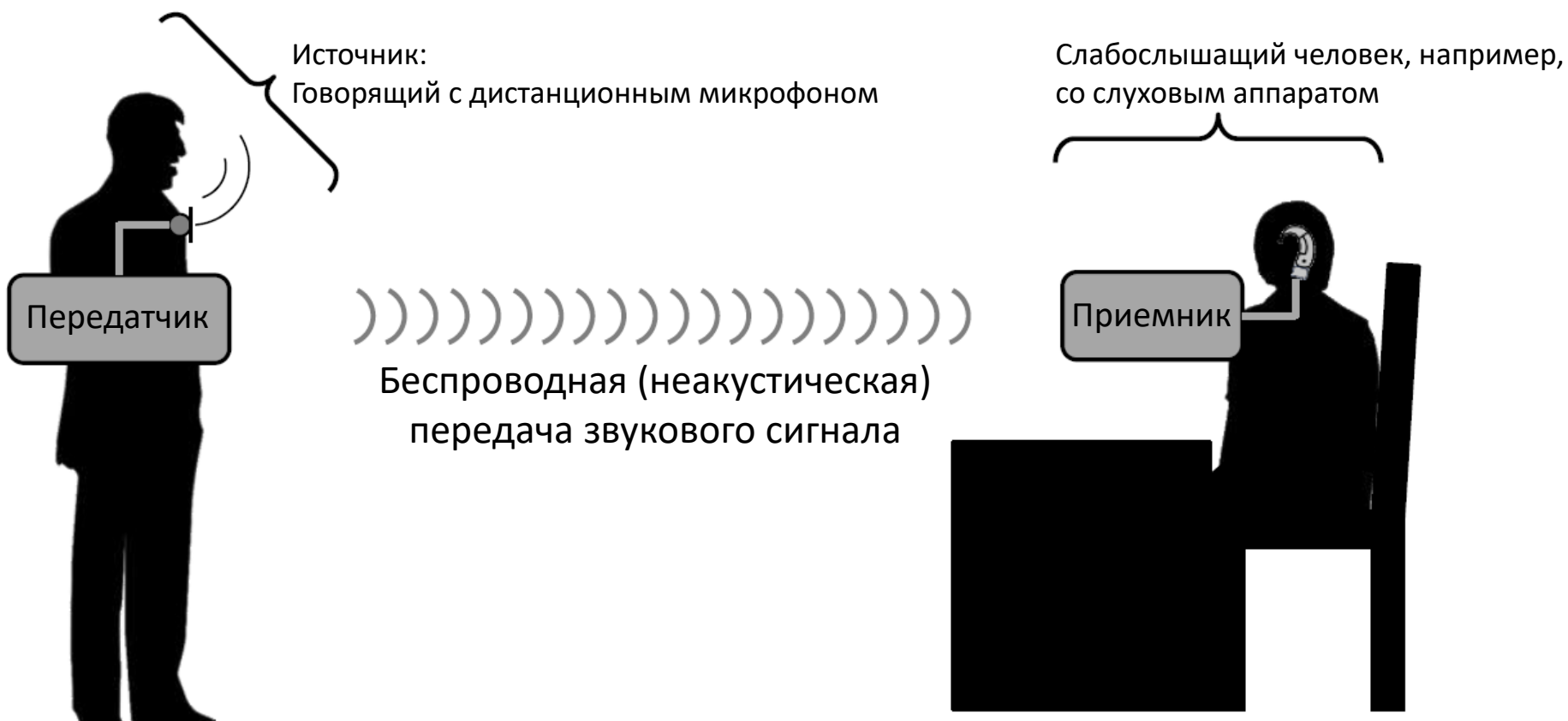
- Beate Gromke
- Martin Blecker
- Harald Bonsel
- Josef Chalupper
- Dan Hilgert-Becker
- Inga Holube
- Julia Kahl (geb. Steinhauer)
- Thorsten Knoop
- Steffen Kreikemeier
- Thomas Lenck
- Reimer Rohweder
- Katharina Roth
- Torsten Saile
- Thomas Wiesner
- Martin Lützen
- Michael Quante
- Christina Fitschen
- Jürgen Tchorz
- Vincent Gansel
- Rainer Schönweiler
- Marlitt Frenz
- Markus Westerheide
- Carsten Gregor
- Carolina Zöller
- Lena Möllerberndt
- Sebastian Griepentrog
- Tim Jürgens

...

Рекомендации Европейского союза акустиков слуховых аппаратов (EUNA)
Системы беспроводных дистанционных микрофонов – конфигурация, верификация и измерение индивидуальной эффективности (рекомендации 04-06)

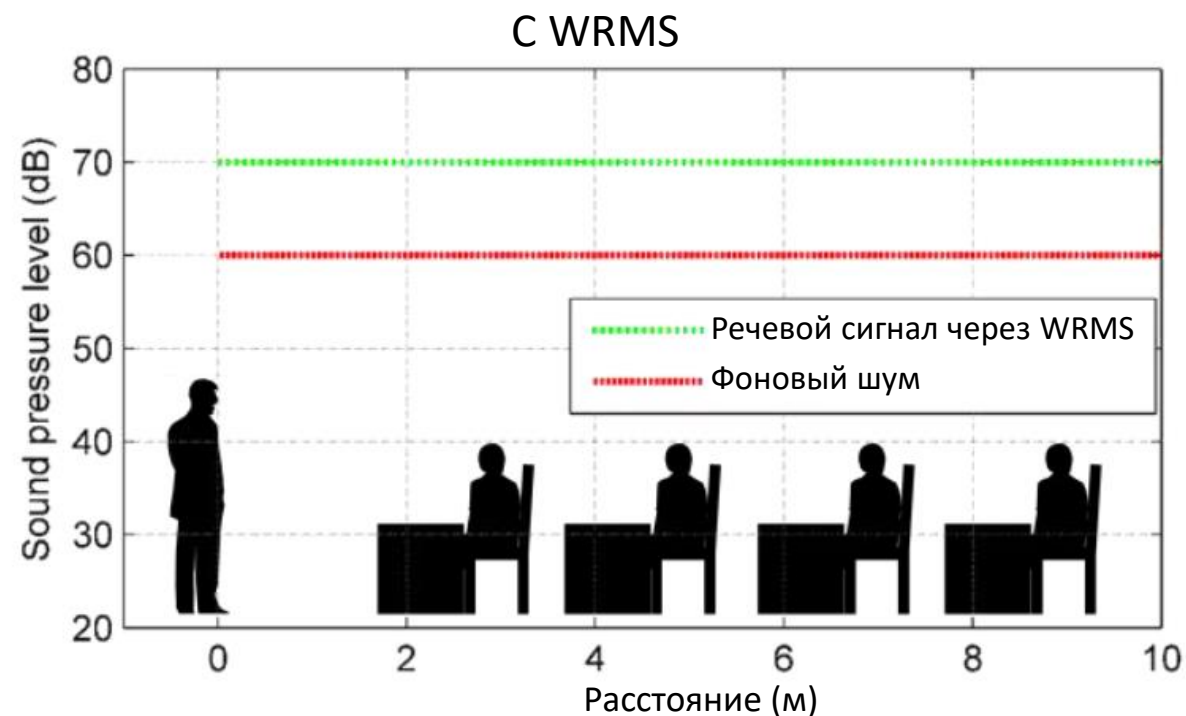
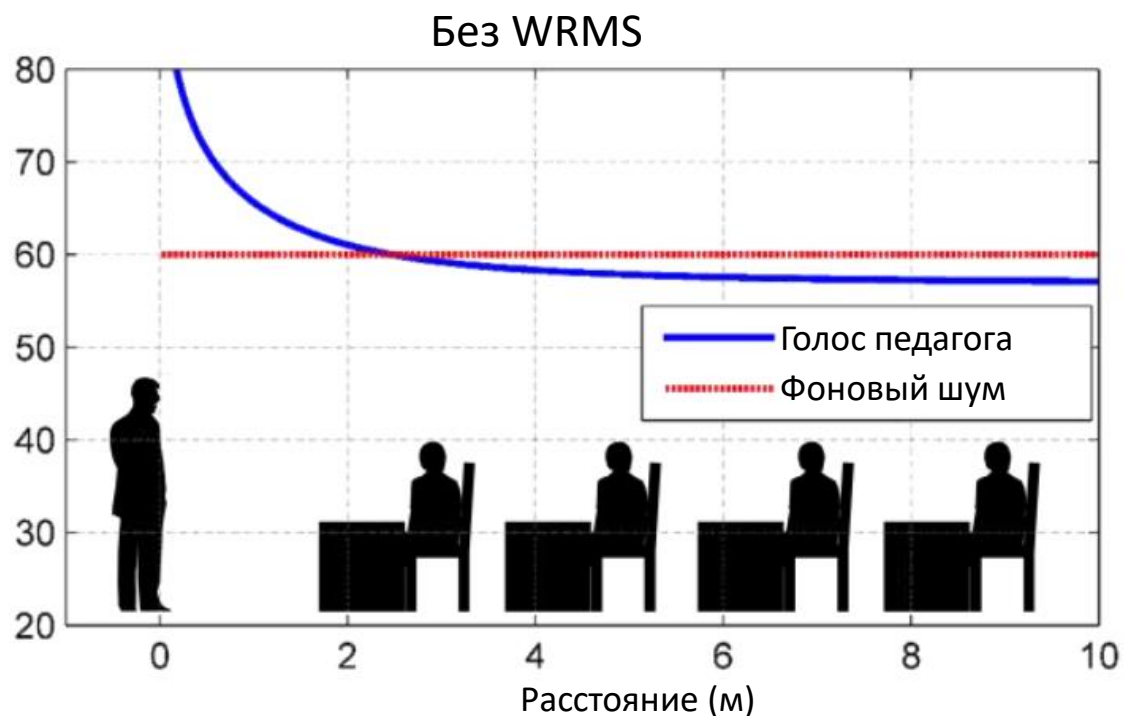
1. Введение

- Системы беспроводных дистанционных микрофонов (WRMS) [1-2]



1. Введение

- Системы беспроводных дистанционных микрофонов (WRMS) [3-6]
 - Могут повышать отношение сигнал-шум (ОСШ)
 - Могут уменьшать отрицательный эффект акустики помещения (уменьшать реверберацию)



1. Введение

- Системы беспроводных дистанционных микрофонов (WRMS) [1-4]
 - могут не только улучшить разборчивость речи...
 - ...но и уменьшить слуховое напряжение
- Преимуществами WRMS могут воспользоваться как люди с тугоухостью, так и с нормальным слухом [13]
- Эти системы могут оказывать существенную поддержку слабослышащим учащимся [14]
- **Однако, для этого необходима правильная настройка передаточных характеристик [14]**

Содержание

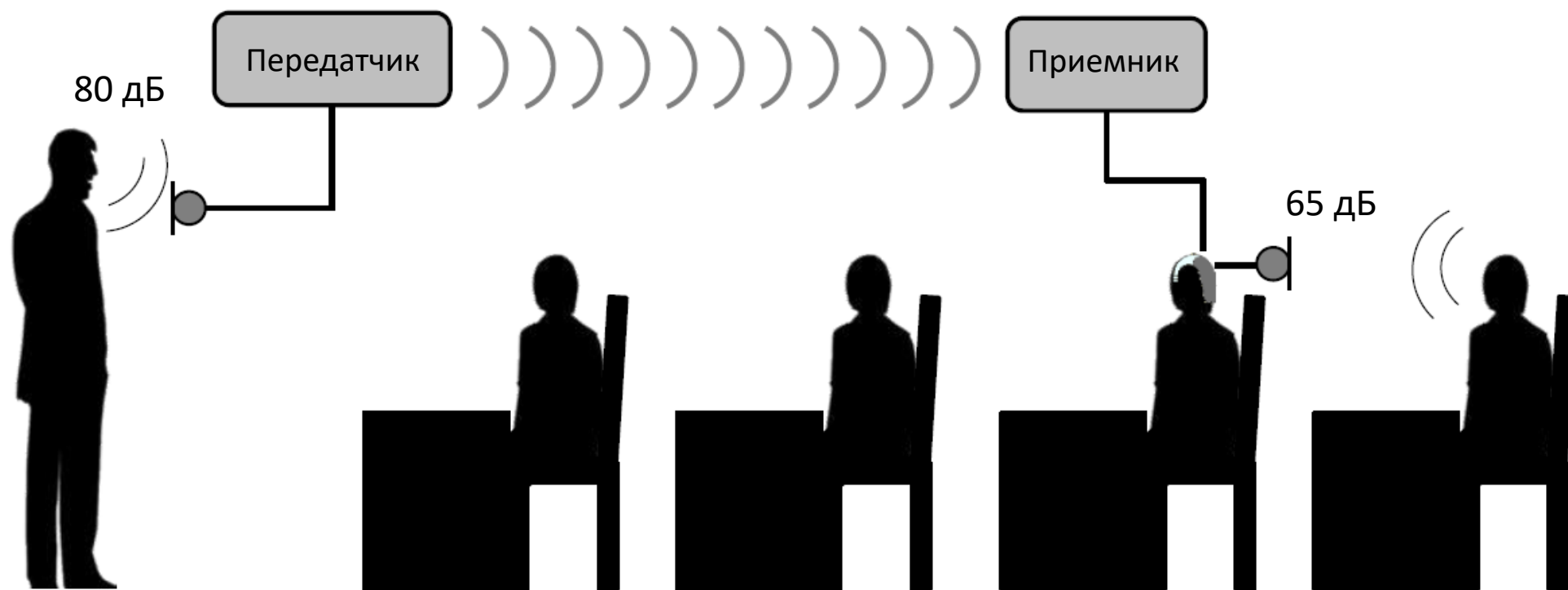
1. Введение
2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики
3. Индивидуальная оценка эффективности
4. Заключение и перспективы

2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики

- a) Какую передаточную характеристику можно считать подходящей?
- b) Как верифицировать передаточную характеристику?

2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики

- Использование WRMS подразумевает смешение двух сигналов
 - Каким должно быть соотношение сигнала дистанционного микрофона и сигналов, поступающих из внешней среды на микрофоны слуховых аппаратов пользователя?



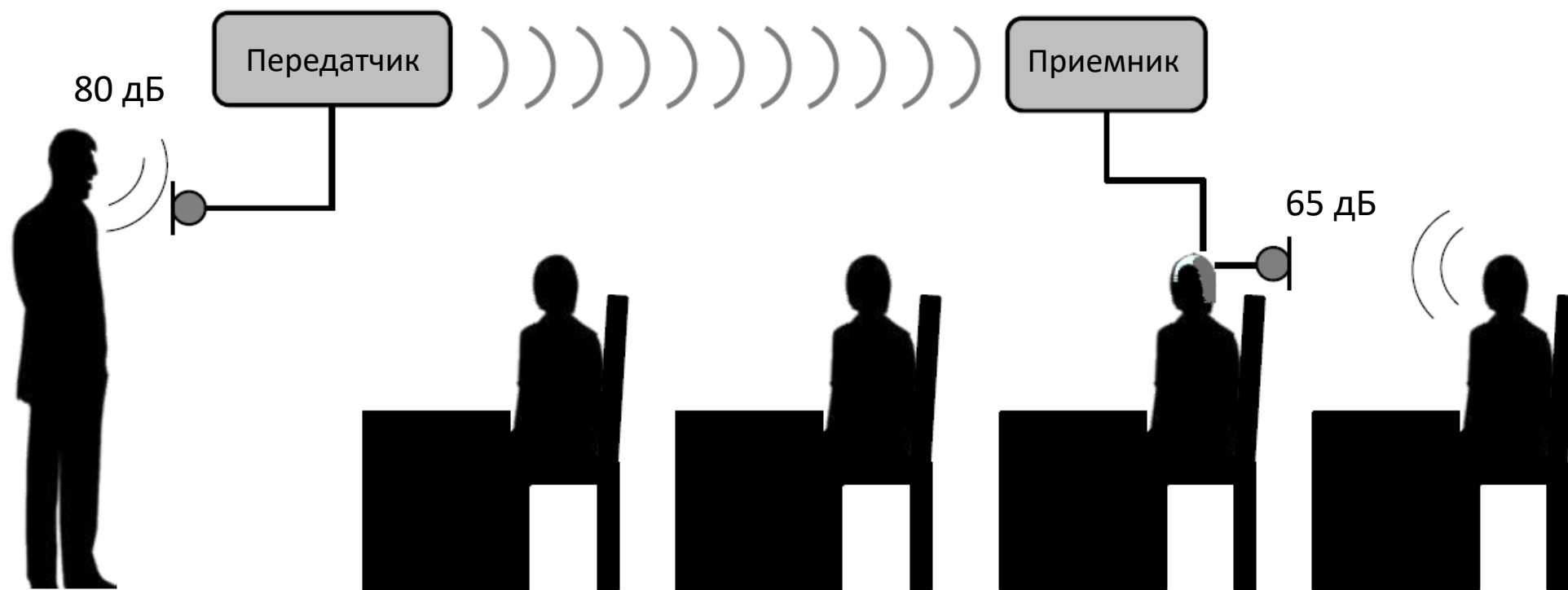
2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики

Соотношение между сигналом дистанционного микрофона и сигналами, поступающими из окружающей среды:

- Слишком тихо
 - Сигнал дистанционного микрофона маскируется окружающими звуками и фоновым шумом
 - Положительный эффект WRMS утрачивается
- Слишком громко
 - Окружающие звуки не слышны (например, разговор присутствующих)
 - Полная изоляция, не позволяющая общаться ни с кем, кроме оратора
- Цель
 - Голос оратора должен преобладать, тогда как окружающие звуки должны быть слышны

2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики

- Рекомендация Американской ассоциации речи и слуха (ASHA) – приоритет FM должен составлять 10 дБ [7]
 - Сигнал микрофона оратора должен восприниматься на 10 дБ громче окружающих звуков, предположительная интенсивность которых (до усиления) составляет 65 дБ УЗД

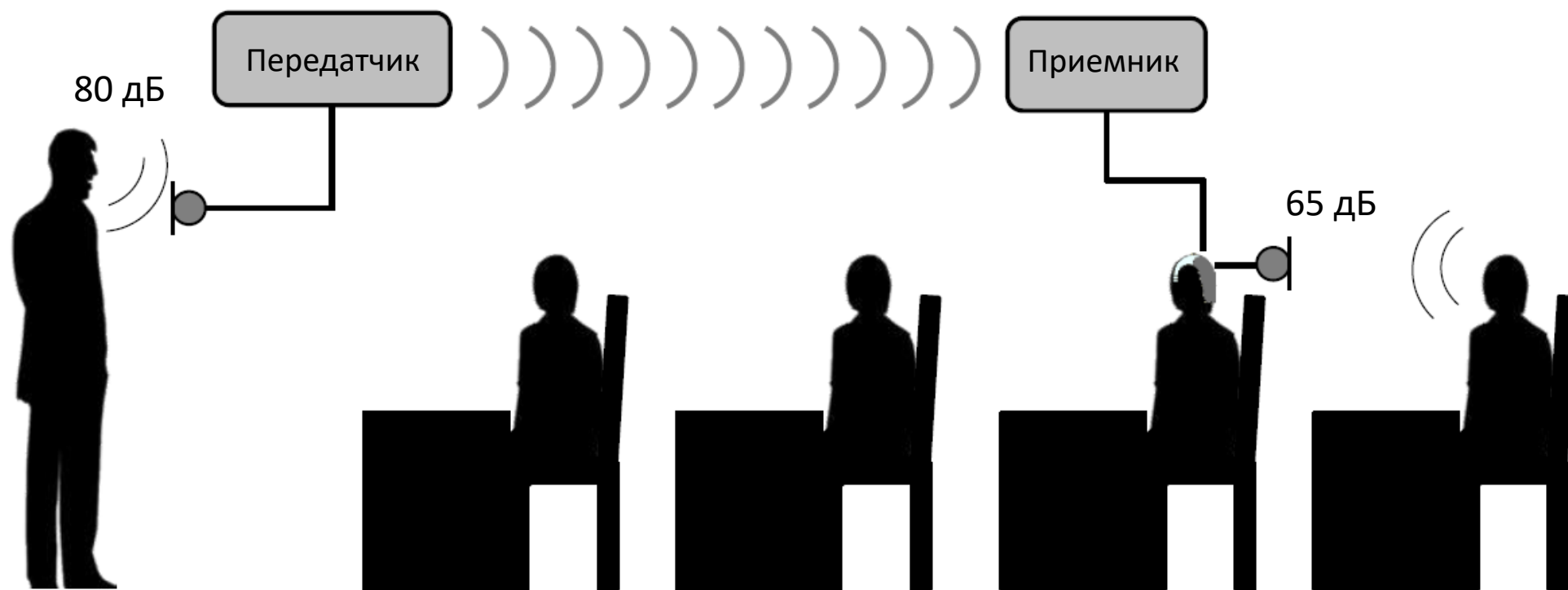


2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики

- a) Какую передаточную характеристику можно считать подходящей?
- b) Как верифицировать передаточную характеристику?

2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики

- Для верификации речевые сигналы подаются в дистанционный микрофон и в слуховой аппарат



2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики

- Для верификации речевые сигналы подаются в дистанционный микрофон и в слуховой аппарат
- Как правило, обработка звука слуховым аппаратом и дистанционным микрофоном подразумевает компрессию аудиосигнала
- Необходимо, чтобы оба сигнала подавались одновременно



- Из-за наложения обоих сигналов измерение выходного сигнала затруднено.

2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики

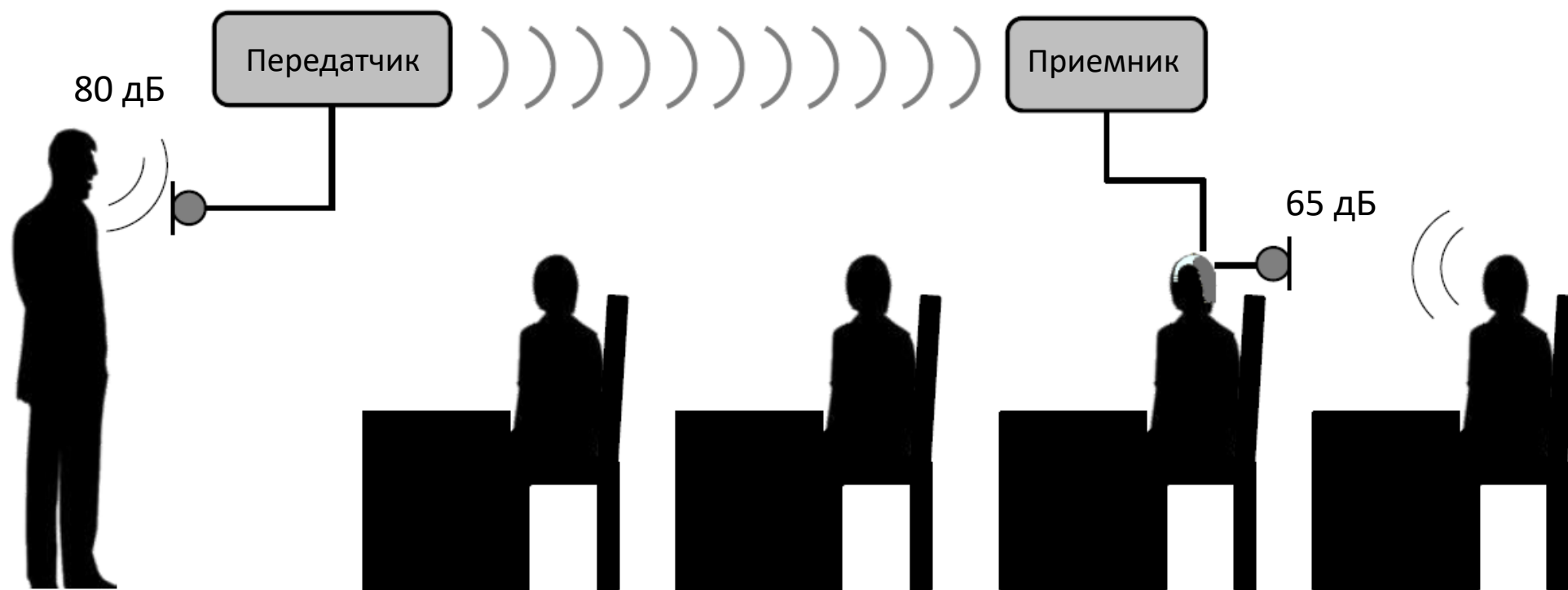
- В качестве альтернативы можно проверять акустическую прозрачность WRMS при уровне сигнала 65 дБ УЗД
- Акустическая прозрачность означает, что входной сигнал уровнем 65 дБ на дистанционном микрофоне имеет **такой же выходной уровень**, что и сигнал уровнем 65 дБ, поступающий на микрофон слухового аппарата



- Использование одной и той же рабочей точки позволяет проводить последовательные измерения.

2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики

- Проверка прозрачности не является непосредственной верификацией приоритета FM в 10 дБ
- Однако, можно считать, что передаточная характеристика, соответствующая акустической прозрачности, обеспечивает приоритет FM, приближающийся к 10 дБ



Содержание

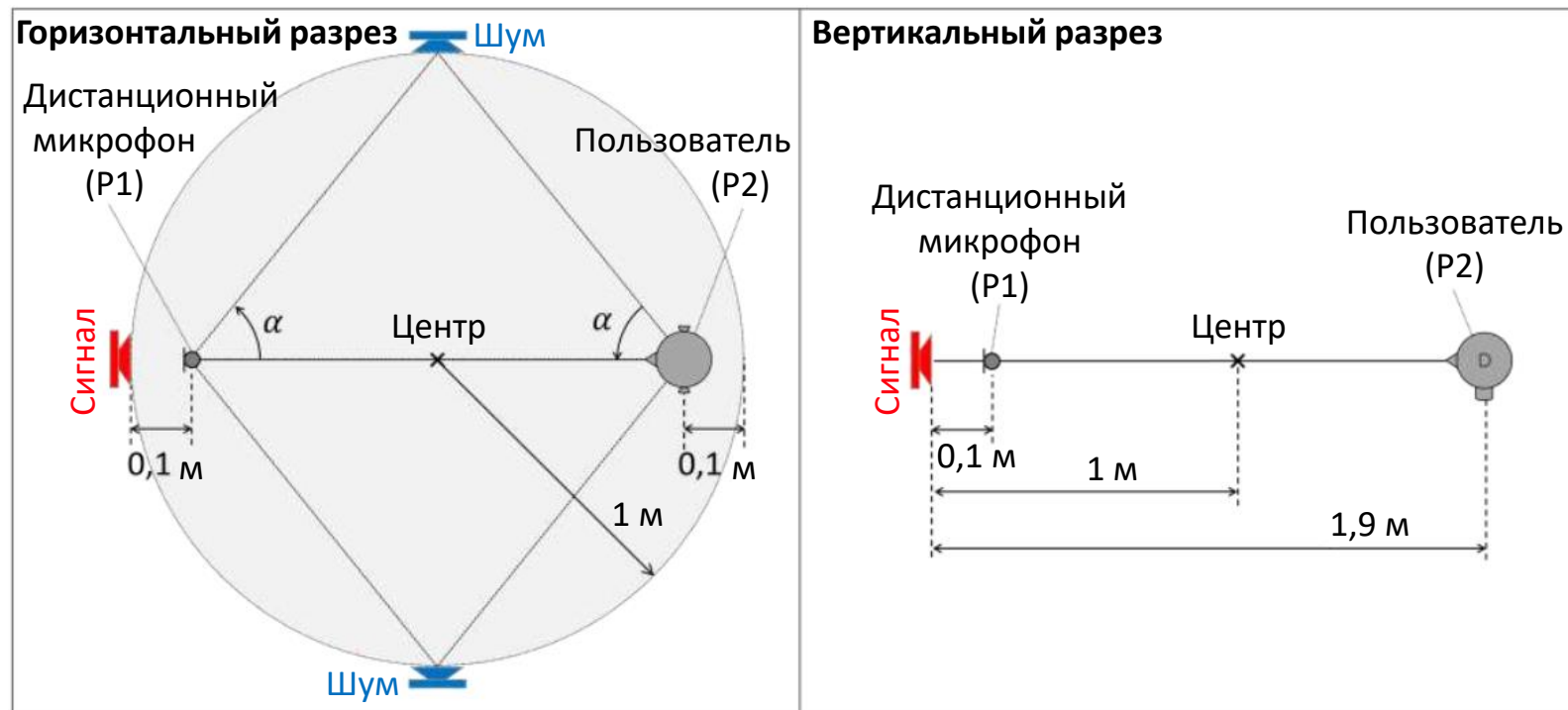
1. Введение
2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики
3. Индивидуальная оценка эффективности
4. Заключение и перспективы

3. Индивидуальная оценка эффективности

- Как было сказано во введении, эффективность WRMS хорошо документирована и общепризнана
- Тем не менее, объективная индивидуальная оценка эффективности весьма полезна и иногда абсолютно необходима
 - Для демонстрации эффективности системы пациенту
 - Для возмещения финансовых расходов
 - Для проверки исправности
 - Для сравнения различных систем
- Основное место использования WRMS – класс или лекционный зал, где проведение замеров, как правило, невозможно
- **Как реалистично и практично измерить индивидуальную эффективность WRMS?**

3. Индивидуальная оценка эффективности

- Акустическую обстановку в классе можно без особого труда симулировать с помощью следующего оборудования [8-9]:
 - 2-канальный речевой аудиометр
 - 3 динамика



3. Индивидуальная оценка эффективности

- Акустическую обстановку в классе можно без особого труда симулировать с помощью следующего оборудования [8-9]:
 - 2-канальный речевой аудиометр
 - 3 динамика



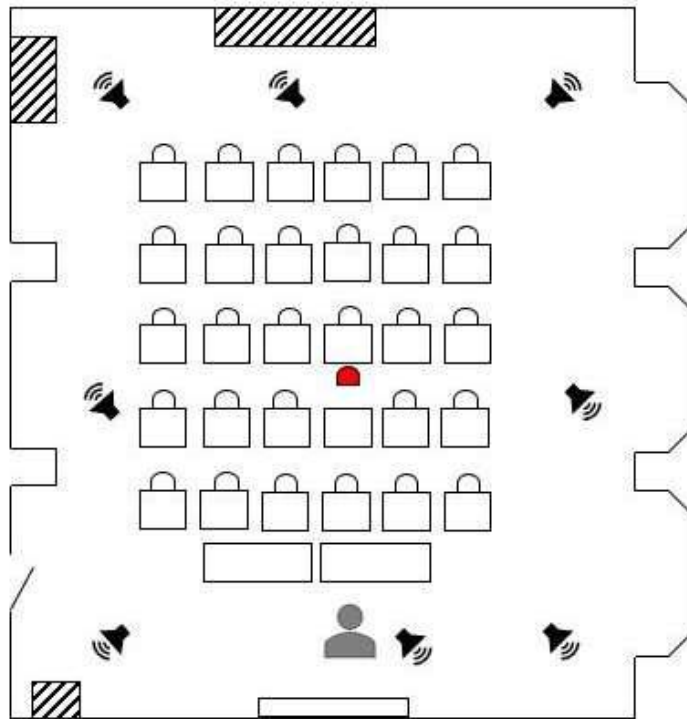
3. Индивидуальная оценка эффективности

- Основные отличия от идеальной ситуации

	Идеальная ситуация	Упрощенный вариант (симуляция)
Расстояние	Слушатель находится в 4 метрах от оратора	Уровень звукового давления соответствует расстоянию (4 м)
Источник сигнала	Человек (оратор)	Динамик
Фоновый шум	Диффузный однородный фоновый шум	Шум подается динамиками, расположенными под углом $\pm 45^\circ$
Расположение дистанционного микрофона	Рядом со ртом / на шее	Фиксированное расстояние до динамика с адаптацией уровня звукового давления к обеим ситуациям (80 или 85 дБ)

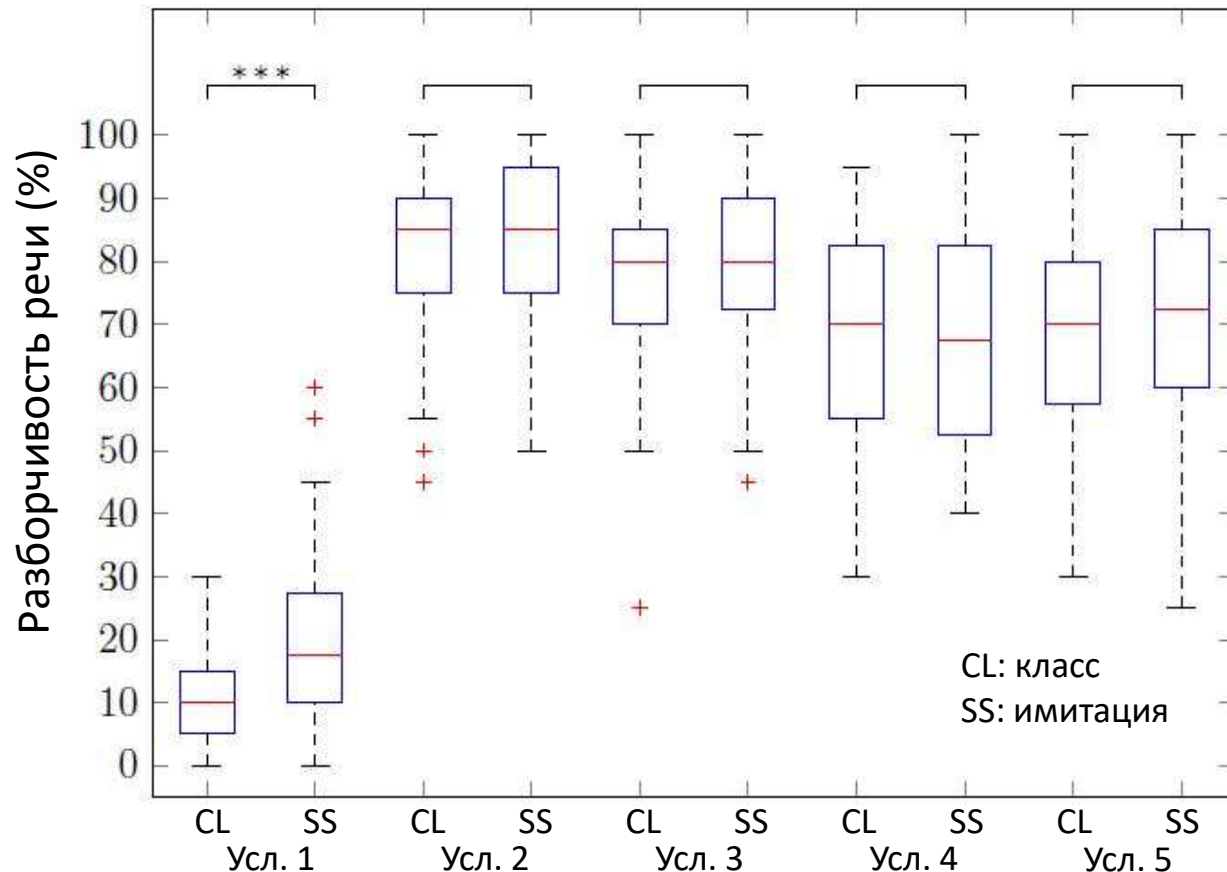
3. Индивидуальная оценка эффективности

- Однако, сравнение с реальной ситуацией в классе свидетельствует о достаточном соответствии [15]



3. Индивидуальная оценка эффективности

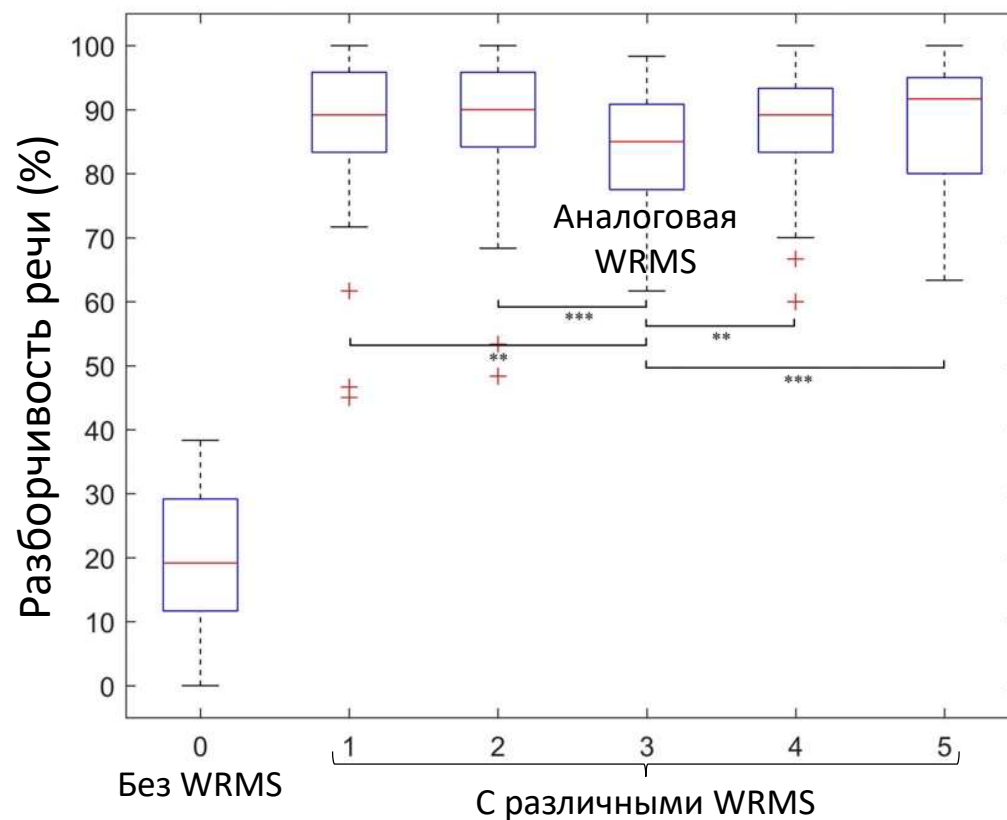
- Однако, сравнение с реальной ситуацией в классе свидетельствует о достаточном соответствии [15]



Условие	WRMS	Уровень фонового шума	Режим микрофонов слуховых аппаратов
1	Нет	60 дБ УЗД	Ненаправленный
2	Да	60 дБ УЗД	Ненаправленный
3	Да	65 дБ УЗД	Ненаправленный
4	Да	70 дБ УЗД	Ненаправленный
5	Да	70 дБ УЗД	Направленный

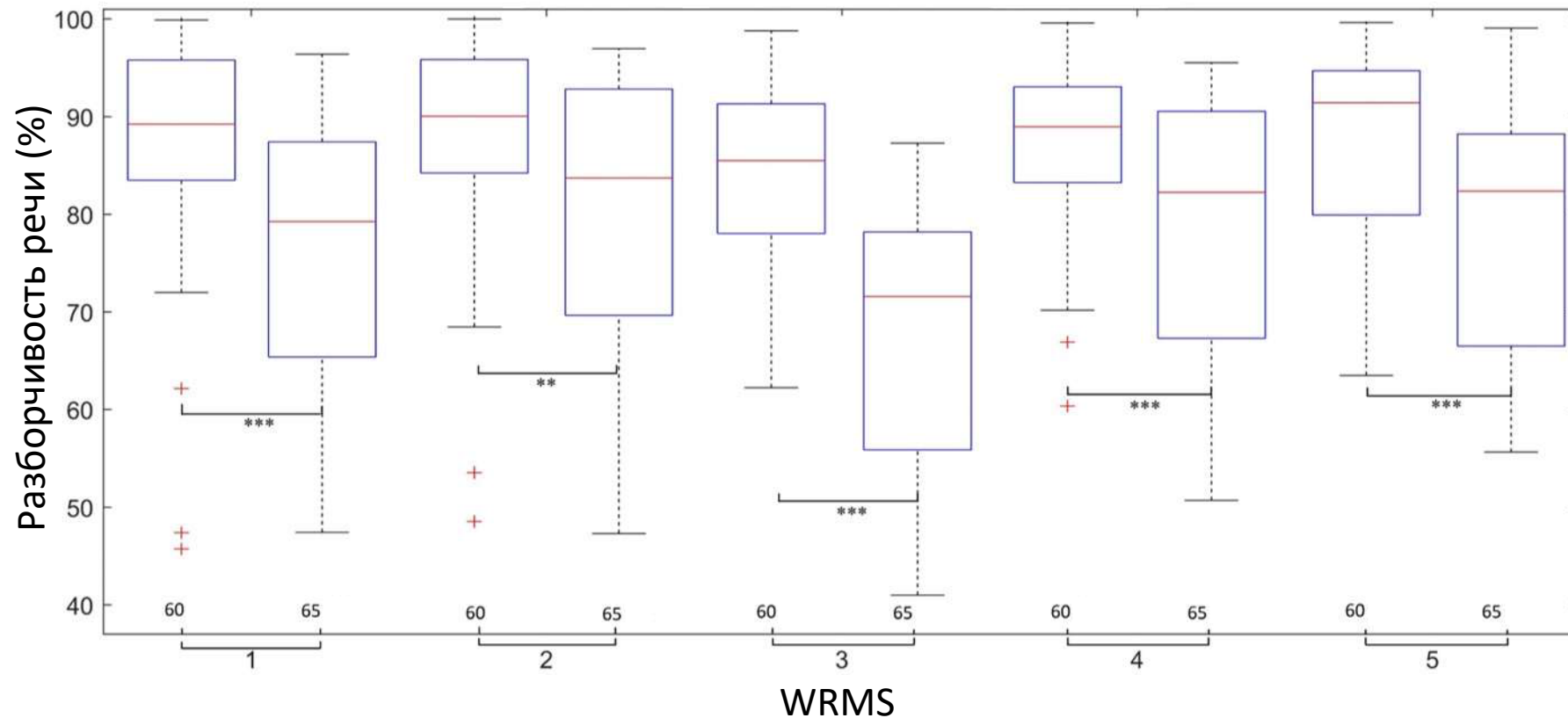
3. Индивидуальная оценка эффективности

- Методика позволяет четко продемонстрировать индивидуальную эффективность WRMS [10, 12]
- Возможно сравнение различных WRMS (в данном случае при уровне шума 60 дБ УЗД)



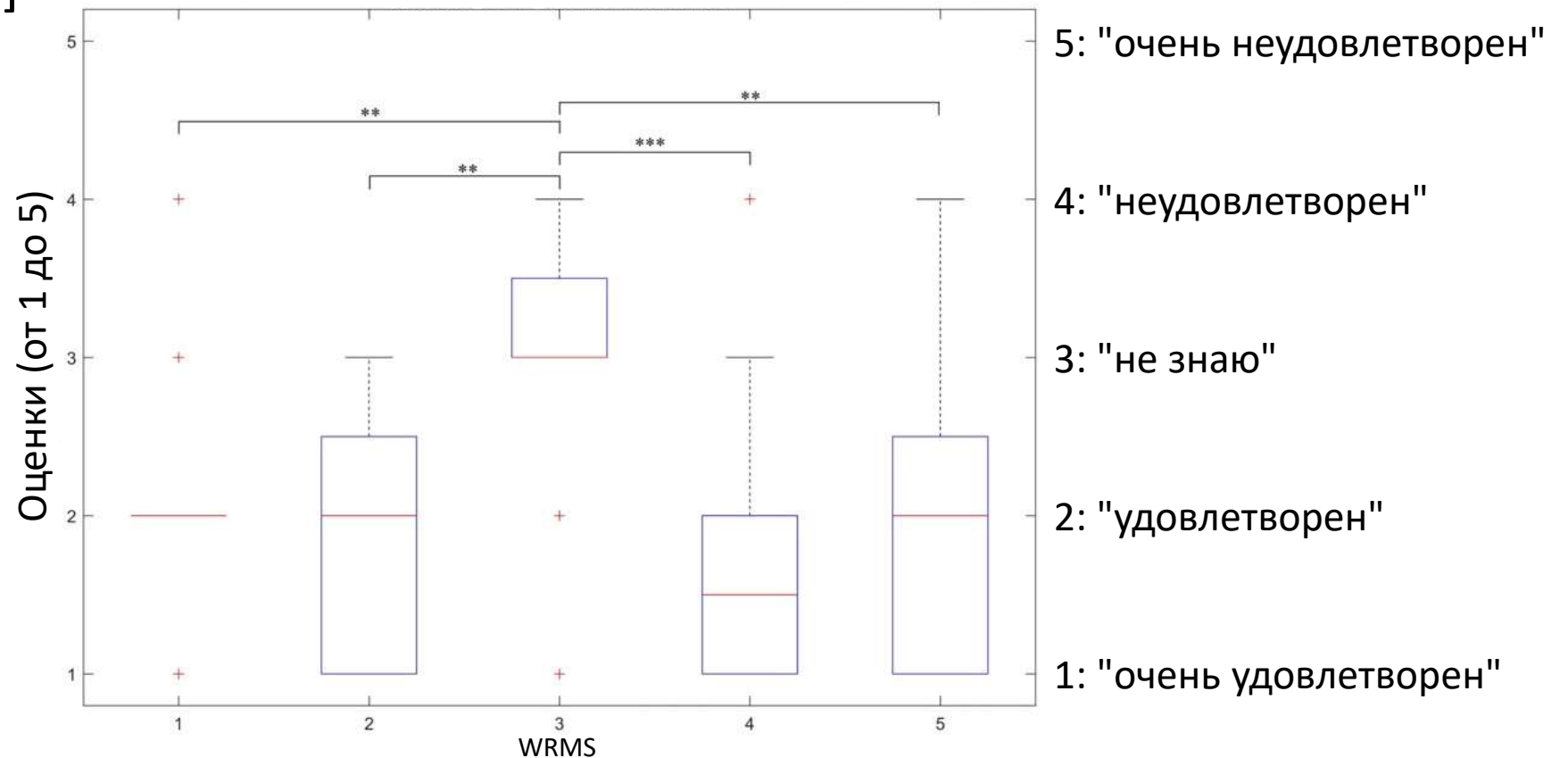
3. Индивидуальная оценка эффективности

- При увеличении уровня шума преимущества цифровых систем над аналоговыми становятся более очевидными [10, 12]



3. Индивидуальная оценка эффективности

- Согласно субъективным оценкам, пользователи предпочитают цифровые системы [10, 12]



Содержание

1. Введение
2. Конфигурация и верификация передаточной характеристики
3. Индивидуальная оценка эффективности
4. Заключение и перспективы

4. Заключение и перспективы

- WRMS могут служить очень ценной поддержкой слабослышащим детям в школе
- Очень важна правильная настройка передаточной характеристики
- Проверку и настройку передаточных характеристик можно проводить путем измерения акустической прозрачности WRMS
- Индивидуальная оценка эффективности WRMS полезна и иногда абсолютно необходима
- Можно воспользоваться упрощенной методикой измерений, не требующей значительных усилий и, тем не менее, обеспечивающей реалистичные результаты
- Подробные рекомендации можно бесплатно скачать с сайта Европейского союза акустиков слуховых аппаратов (*EUHA*)
 - Системы беспроводных дистанционных микрофонов – конфигурация, верификация и измерение индивидуальной эффективности (рекомендации 04-06)

Спасибо за внимание!

На немецком:

[http://www.euha.org/assets/Uploads/Leitlinien/Expertenkreis-04-
Hoerakustik/EUHA-Leitlinie-04-06-
de.pdf](http://www.euha.org/assets/Uploads/Leitlinien/Expertenkreis-04-
Hoerakustik/EUHA-Leitlinie-04-06-
de.pdf)



На английском:

[http://www.euha.org/assets/Uploads/Leitlinien/Expertenkreis-04-
Hoerakustik/EUHA-Guideline-04-
06-en.pdf](http://www.euha.org/assets/Uploads/Leitlinien/Expertenkreis-04-
Hoerakustik/EUHA-Guideline-04-
06-en.pdf)



Литература

- [1] Valente, M., Hosford-Dunn, H. & Roeser, R., "Audiology: Treatment. 2 ed. 333 Seventh Avenue", New York, NY, USA: Thieme Medical Publishers, Chap. 17-18, pp. 400-451, 2008
- [2] Metz, M., "Sandlin's Textbook of Hearing Aid Amplification: Technical and Clinical Considerations. 3 ed.", 5521 Ruffin Road, San Diego, CA, USA: Plural Publishing, Chap. 12, pp. 481-482, Chap. 17, pp. 629-658, 2014
- [3] Crandell, C., Smaldino, J. & Flexer, C., "Sound field amplification: applications to speech perception and classroom acoustics", 5 Maxwell Drive, Clifton Park, USA: Thomson Delmar Learning, Chap. 2, pp. 23-48, 2005
- [4] Thibodeau, L., "Comparison of Speech Recognition With Adaptive Digital and FM Remote Microphone Hearing Assistance Technology by Listeners Who Use Hearing Aids", American Journal of Audiology, 23(2), pp. 201-210, 2014
- [5] Hopkins, H. & Stryker, N., "A Proposed Loudness-Efficiency Rating for Loud-Speakers and the Determination of System Power Requirements for Enclosures", Proceedings of the IRE, March, 36(3), pp. 315-335, 1948
- [6] Davis, D. & Patronis, E., "Sound System Engineering. 3 ed.", 70 Blanchard Road, Suite 4002, Burlington, MA, USA: Focal Press, Chap. 7, pp. 153-174, 2014
- [7] ASHA Ad hoc committee, "Guidelines for fitting and monitoring FM systems", ASHA 2002 Desk Reference, Volume II, pp. 151-171, 2002
- [8] Hendrik Husstedt, „Praxistaugliche und realitätsnahe Messung des Sprachverstehen für drahtlose Übertragungsanlagen“, 19. DGA-Jahrestagung, Hannover, Deutschland, März 2016
- [9] Hendrik Husstedt, Julia Steinhauer, „Practicability Study of a Setup for the Evaluation of Wireless Remote Microphone Technology“•, AudiologyNow!, Phoenix, USA, April 2018
- [10] Christina Fitschen, Jürgen Tchorz, Hendrik Husstedt, „Vergleich des Sprachverstehens bei verschiedenen drahtlosen Übertragungsanlagen (FM-Anlagen)“, 20. DGA-Jahrestagung, Aalen, Deutschland, Februar 2017
- [11] Vincent Gansel, Rainer Schönweiler, Julia Steinhauer, Hendrik Husstedt, „Vergleich zweier Messverfahren zur Evaluierung drahtloser Übertragungsanlagen im klinischen Alltag“, 20. DGA-Jahrestagung, Aalen, Deutschland, Februar 2017
- [12] Christina Fitschen, Hendrik Husstedt, „Vergleich des Sprachverstehens bei verschiedenen drahtlosen Übertragungsanlagen“, Hörakustik WIRELESS-Special, Ausgabe 5/2017
- [13] Hendrik Husstedt, Christina Fitschen, „Nutzens von drahtlosen akustischen Übertragungsanlagen bei Menschen ohne Hörbeeinträchtigung“, 21. DGA-Jahrestagung, Halle, Deutschland, Februar 2018
- [14] Marlitt Frenz, Markus Westerheide, Carsten Gregor, Carolina Zöllner, Lena Möllerberndt, Hendrik Husstedt, „Überprüfung der drahtlosen akustischen Übertragungsanlagen von hörgeschädigten Schülern“, 21. DGA-Jahrestagung, Halle, Deutschland, Februar 2018
- [15] Sebastian Griepentrog, Marlitt Frenz, Tim Jürgens, Hendrik Husstedt „Comparison of the Individual Benefit of a Wireless Remote Microphone System in the Laboratory with the Situation in a Classroom“, 22. DGA-Jahrestagung, Heidelberg, Deutschland, März 2019