

УДК 534.442.6

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УСТРОЙСТВА КОРРЕКЦИИ ВОСПРИЯТИЯ И ПРОИЗНОШЕНИЯ РЕЧИ С ФУНКЦИЕЙ КАЛИБРОВКИ

Анестиади Валерий Валентинович

Студент 4 курса

кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: Е.В. Тумакова,

старший преподаватель кафедры «Прикладная гидродинамика»

Аннотация. Рассматриваются различные схемы построения моделей устройства коррекции восприятия и произношения речи с функцией калибровки, приводятся их характеристики и результаты моделирования статической характеристики, значение диапазонов измерений и чувствительности. Описываются схема и конструкция устройства, предназначенного для коррекция звука речи и его восприятия в виде интерфейса с функцией калибровки.

Abstract. Different schemes of construction of models of a speech perception and pronunciation correction device with calibration function are considered, their characteristics and results of simulation of static characteristic, value of measurement ranges and sensitivity are given. The scheme and design of the device designed to correct speech sound and its perception as an interface with the calibration function are described.

Ключевые слова: спектрограмма, сила интенсивности, эталонный звук, формантный синтез

Keyword: spectrogram, intensity, reference sound, formant synthesis.

Введение. Голос – совокупность звуков, издаваемых человеком с помощью голосового аппарата, продукт его деятельности. Основными физическими характеристиками голоса являются сила (интенсивность) и высота (частота). Сила голоса – это субъективное восприятие интенсивности или уровня звукового давления голоса. Она находится в прямой зависимости от величины воздушного давления в подскладковом пространстве, степени напряжения голосовых складок и определяется амплитудой их колебаний. Сила голоса измеряется в децибеллах (дБ). Высота голоса – субъективное слуховое восприятие частоты сгущений и разрежений воздуха, образуемых смыканием и размыканием голосовых складок. Высота голоса определяется в герцах (Гц). Современные акустические исследования голоса, основанные на компьютерных технологиях, позволяют быстро и с высокой степенью точности определить диапазон голоса, частоту его основного тона, количество обертонов, формантный состав звукового сигнала и характеристики вибрато. Одним из наиболее объективных и информативных методов исследования является спектральный компьютерный анализ голоса.

Определение спектрального анализа. Спектральный анализ — совокупность методов качественного и количественного определения состава объекта, основанная на изучении спектров взаимодействия материи с излучением, включая спектры

электромагнитного излучения, акустических волн, распределения по массам и энергиям элементарных частиц и др.

Спектральный анализ — чувствительный метод и широко применяется в аналитической химии, астрофизике, металлургии, машиностроении, геологической разведке, археологии и других отраслях науки.

В теории обработки сигналов, спектральный анализ означает анализ распределения энергии сигнала (например, звукового) по частотам, волновым числам и т. п.[1]

Определение спектрограммы. Спектрограмма (сонограмма) — изображение, показывающее зависимость **спектральной плотности мощности** сигнала от времени. Спектрограммы применяются для идентификации речи, анализа звуков животных, в различных областях **музыки, радио- и гидролокации**, обработке речи, **сейсмологии** и в других областях.[2]

Создание спектрограммы с помощью оконного преобразования Фурье обычно выполняется методами цифровой обработки. Производится цифровая выборка данных во временной области. Сигнал разбивается на части, которые, как правило, перекрываются, и затем производится преобразование Фурье, чтобы рассчитать величину частотного спектра для каждой части. Каждая часть соответствует вертикальной линии на изображении — значение амплитуды в зависимости от частоты в каждый момент времени. Спектры или временные графики располагаются рядом на изображении или трёхмерной диаграмме.

Спектрограмма сигнала $s(t)$ может быть оценена путём вычисления квадрата амплитуды оконного преобразования Фурье сигнала $s(t)$, следующим образом:

$$spectrogram(t, \omega) = |STFT(t, \omega)|^2 \quad [3]$$

Задача измерения силы (интенсивности) и высоты воспринимаемого студентом и эталонного звуков с помощью микрофона, аудиометра и осциллографа. Проведено измерение силы (интенсивности) и высоты эталонного звука (задаваемого с помощью компьютера) с помощью микрофонов: встроенного в ноутбук и настольного внешнего микрофона.

Таблица 1. Характеристики используемых микрофонов

	Audio-technica ATR4750	НМО0603
Тип микрофона	конденсаторный	электронный
Чувствительность (отношение напряжения на выходе к звуковому давлению, воздействующему на микрофон, при заданной частоте), дБ	48	58
Минимальная частота, Гц	50	30
Максимальная частота, Гц	13000	16000

Сравнительный анализ характеристик голоса человека (частоты и интенсивности) с помощью разных моделей микрофонов.

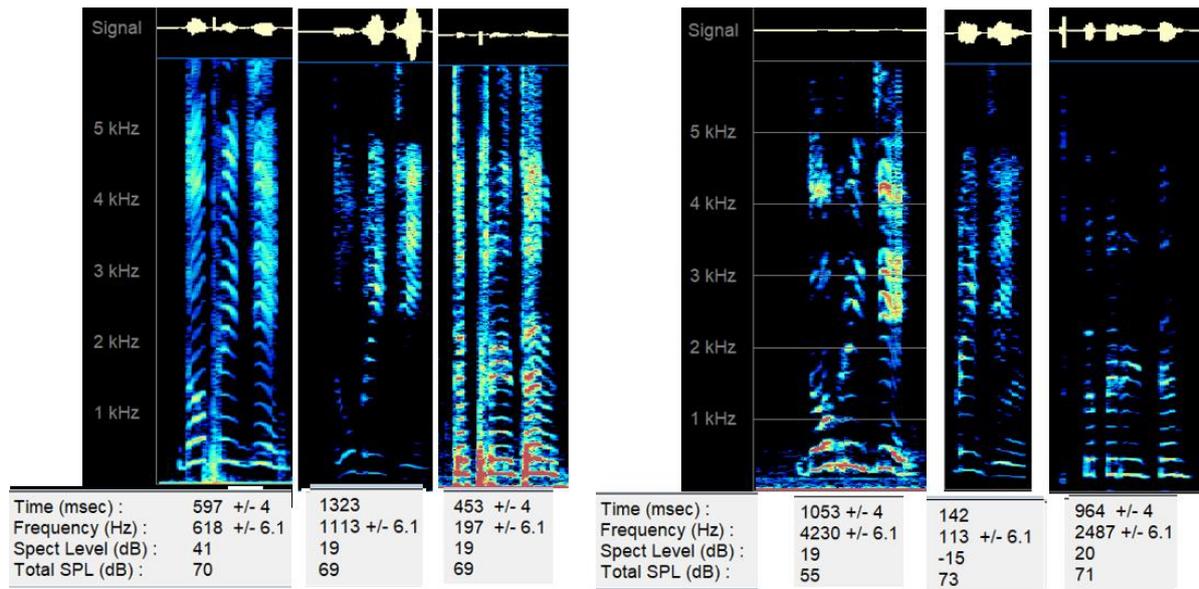


Рис 1. Сравнительный анализ характеристик голоса (1-3) человека (частоты и интенсивности) с помощью моделей микрофонов (Audio-technica ATR4750 и HM00603) в форме спектрограммы.

Проведение формантного синтеза записанных сигналов.

- Записи с помощью микрофона Audio-technica ATR4750

○ 1 голоса

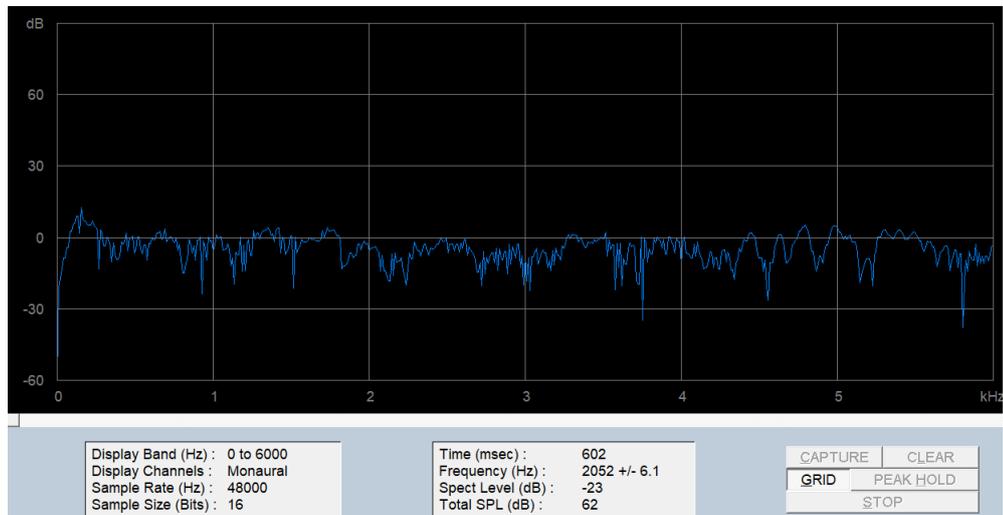


Рис 2. 1 голоса

○ 2 голоса

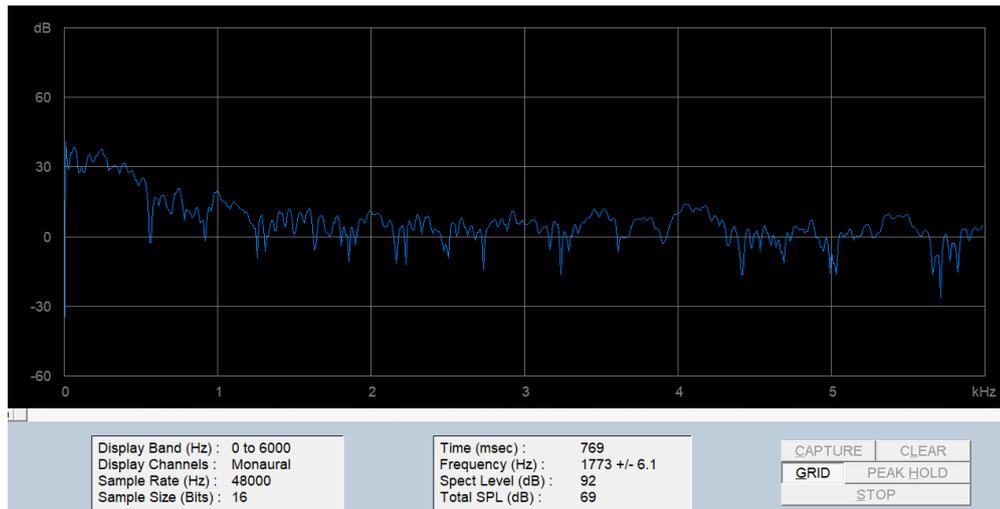


Рис 3. 2 голоса

- 3 голоса эталонного звука

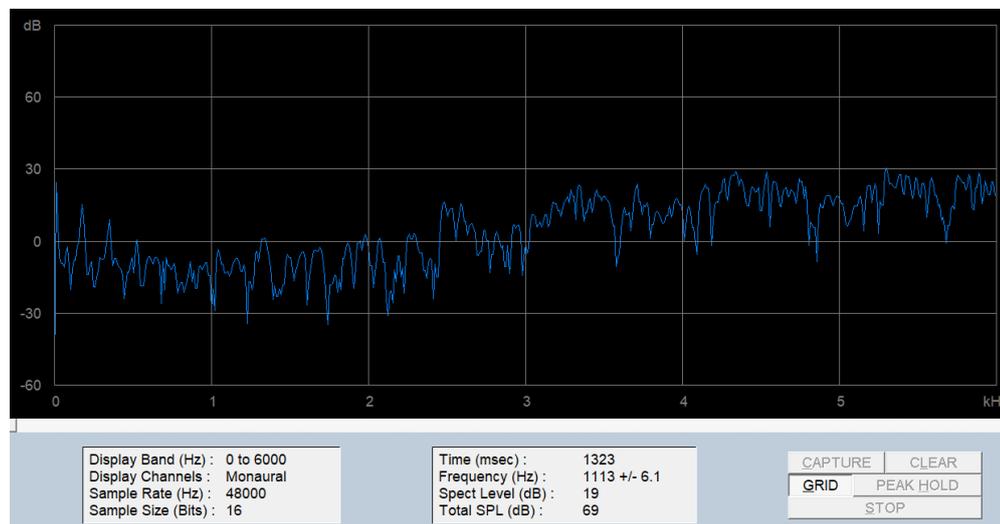


Рис 4. 3 голоса эталонного звука

- Записи с помощью микрофона НМО0603
- 1 голоса

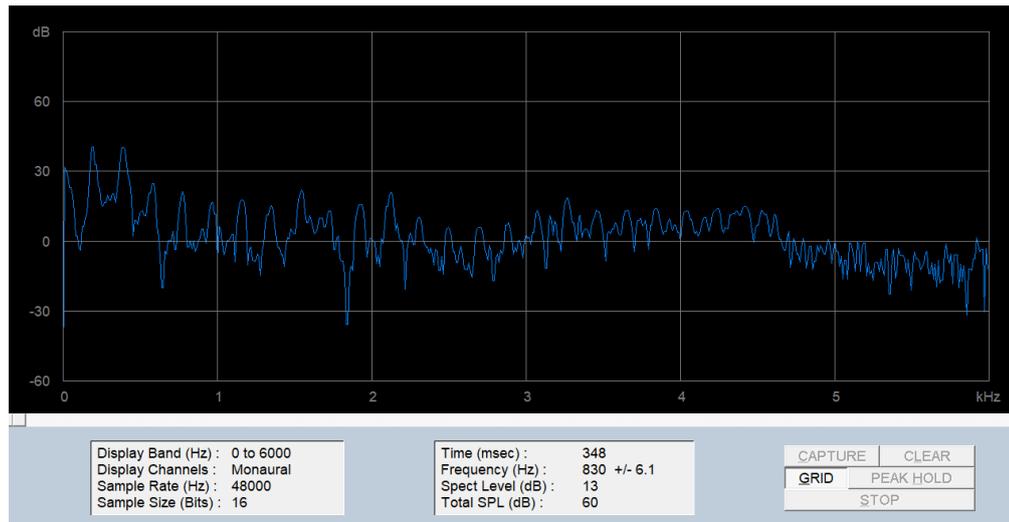


Рис 5. 1 голоса

○ 2 голоса

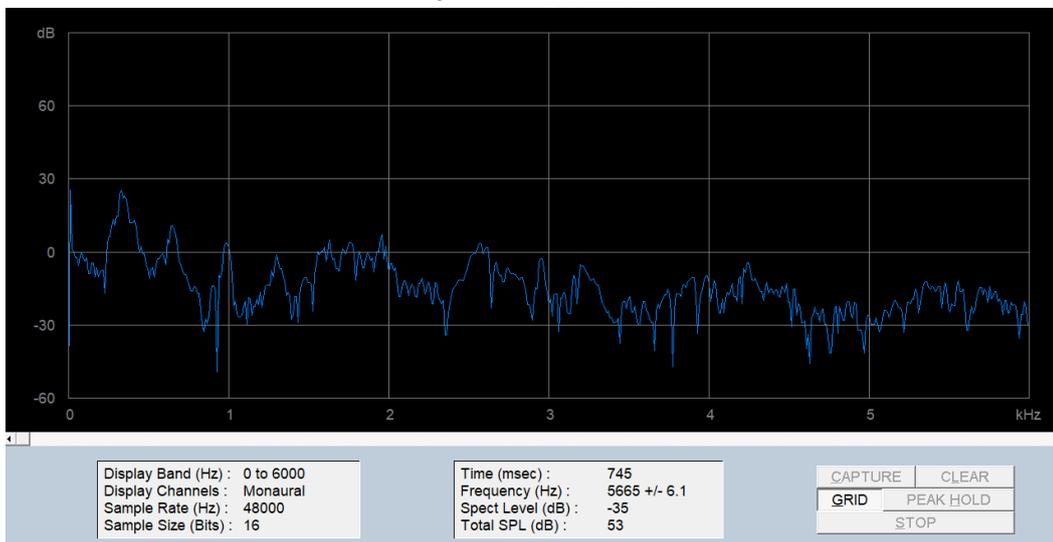


Рис 6. 2 голоса

○ 3 голоса эталонного звука

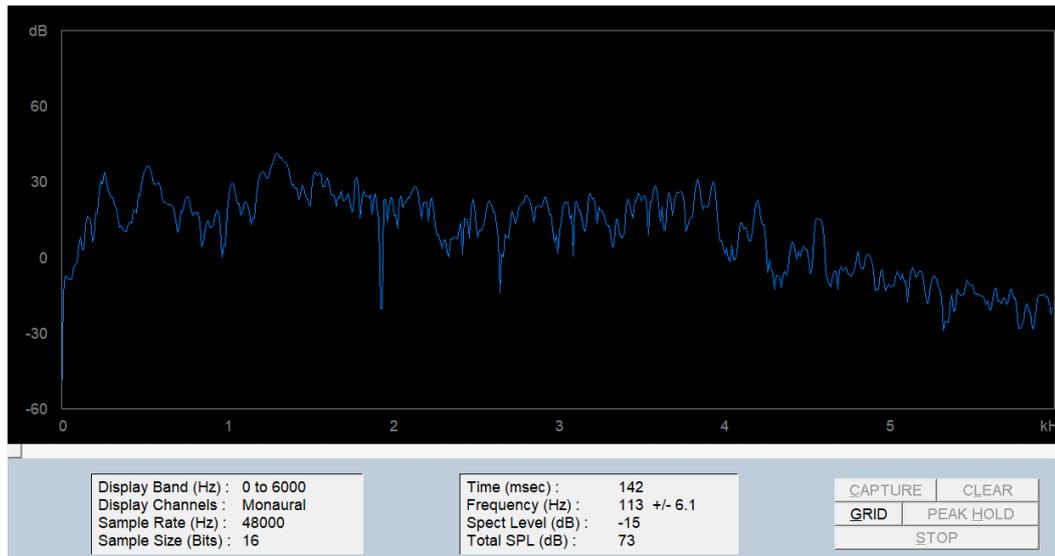


Рис 7. 3 голоса эталонного звука

Совместить спектрограммы записанных сигналов и рассчитать расхождения между ними.

Таблица 2. Список измерений голоса (1-2) человека и (3) эталонного звука (частоты и интенсивности)

Модель микрофона	Audio-technica ATR4750		HMO0603	
	Частота	Интенсивность	Частота	Интенсивность
1 голос	618±6.1	70	4230 ± 6.1	55
2 голос	1113 ± 6.1	69	113±6.1	73
Эталонный звук	197±6.1	69	964 ± 6.1	71

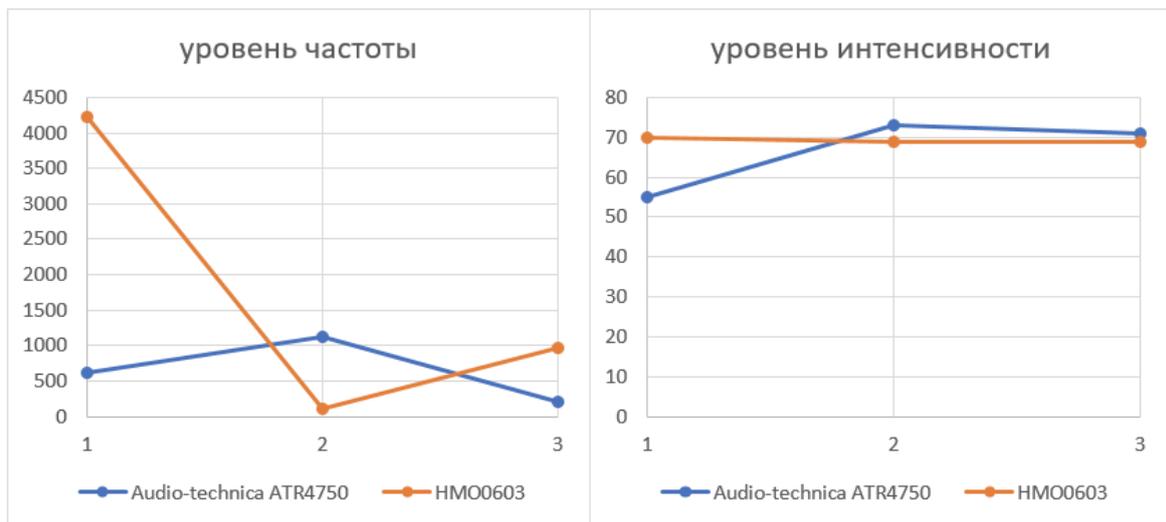


Рис 8. Сравнение голос по частоте (слева) и интенсивности (справа)

Заключение. Спектральный компьютерный анализ голосовой функции является высокоинформативным методом исследования, позволяющим оценить такие характеристики голоса, как частота основного тона, количество областей резонансного усиления звука (формант), число и регулярность обертонов, частота вибрато.

При обследовании пациентов с применением выше описанной методики возможно выявление, не диагностируемой традиционными методами ранее, патологии: фонастении; нарушение регистров голосообразования. Также, спектральный анализ голоса является определяющим методом в решении спорных вопросов определения типа голоса у лиц голосоречевых профессий.

Следовательно, спектральный компьютерный анализ голоса является объективным, информативным методом оценки голосовой функции. Метод обеспечивает раннюю и дифференциальную диагностику голосовых нарушений, а также может быть использован при определении тактики лечения у пациентов, как с функциональными, так и с органическими заболеваниями голосового аппарата. Особенно эффективен данный метод у лиц, являющихся представителями голосоречевых профессий.

Литература

1. Словарь русского языка: В 4-х т. / РАН, Ин-т лингвистич. исследований; Под ред. А. П. Евгеньевой. — 4-е изд., стер. — М.: Рус. яз.; Полиграфресурсы, 1999;
2. Сейдич Е., Джурович И., Цзян Д., Временно-частотное представление признаков с использованием концентрации энергии: Обзор последних достижений. Цифровая обработка сигналов. 19 (1): 153-183. doi:10.1016/j.dsp.2007.12.004. [Sejdic E., Djurovic I., Jiang J. (2009). Time-frequency feature representation using energy concentration: An overview of recent advances. Digital Signal Processing. 19 (1): 153–183. doi:10.1016/j.dsp.2007.12.004.]
3. “STFT Спектрограммы VI – Ni LabVIEW 8.6 Help”, zone.ni.com. Получено 7 апреля 2018 года. [“STFT Spectrograms VI – NI LabVIEW 8.6 Help”. zone.ni.com. Retrieved 7 April 2018.]