

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК
010200 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

КУРСОВАЯ РАБОТА

Цифровой стетоскоп

Зав. кафедрой: С.Д. КУРГАЛИН, д. ф-м н., проф.

Студент: А.А. РОДИОНОВ, 3 курс, гр 6.1

Руководитель: Я.А. ТУРОВСКИЙ, к. мед. н., доцент

Содержание

1	Введение	3
2	Цель работы	4
3	Описание устройства	5
3.1	Выбранный микрофон	5
3.2	Выбранный Усилитель	5
3.3	Выбранный АЦП	5
4	Описание компьютерной программы	7
4.1	О программе	7
4.2	GUI Parameters	7
4.3	Stream Parameters	7
4.4	Spectral parameters	8
4.5	Порядок выполнения программы	8
5	Заключение	8
6	Список литературы	9

1 Введение

Сердечно-сосудистые заболевания - самая распространенная причина смерти в мире по данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ). Также распространенными являются заболевания легких. Своевременное наблюдение за состоянием сердца и легких, и обнаружение заболеваний - важная задача здравоохранения.

2 Цель работы

Целью данной курсовой работы является создание доступного и простого в производстве цифрового стетоскопа способного организовать прослушивание легких и сердца человека. Данный цифровой стетоскоп работает в паре с компьютерной программой. Программа позволяет просматривать аудиосигнал в визуальном виде. Также можно увидеть спектр данного сигнала, полученный с помощью преобразования Фурье аудиосигнала со стетоскопа.

Это устройство поможет лучше анализировать звук сердца. С помощью визуализации сигнала можно получить больше информации о звуке внутренних органов, чем простое прослушивание.

3 Описание устройства

Устройство состоит из нескольких частей соединенных между собой. От аналогового стетоскопа берется мембрана и соединительная трубка. С одной стороны к соединительной трубке подсоединяется мембрана, с другой - микрофон. Сигнал с микрофона подается на усилитель. С усилителя сигнал подается на Аналогово-Цифровой-Преобразователь (АЦП). Аналогово-Цифровой-Преобразователь подключается к компьютеру через USB-порт.

Краткая схема прибора:

Мембрана → Соединительная Трубка → Микрофон → Усилитель → АЦП → Компьютер

3.1 Выбранный микрофон

В качестве микрофона был выбран SWEN МК-200.

Таблица 1: Технические характеристики SWEN МК-200

Чувствительность, дБ	-60 ± 3
Диапазон частот, Гц	50 – 16 000
Размер микрофонного модуля, мм	9×7
Тип разъема	мини-джек Ø 3,5 мм (3 pin)
Длина кабеля, м	1,8
Вес, г	63

3.2 Выбранный Усилитель

Lorem Ipsum is simply dummy text of the printing and typesetting industry. Lorem Ipsum has been the industry's standard dummy text ever since the 1500s, when an unknown printer took a galley of type and scrambled it to make a type specimen book. It has survived not only five centuries, but also the leap into electronic typesetting, remaining essentially unchanged. It was popularised in the 1960s with the release of Letraset sheets containing Lorem Ipsum passages, and more recently with desktop publishing software like Aldus PageMaker including versions of Lorem Ipsum.

3.3 Выбранный АЦП

Lorem Ipsum is simply dummy text of the printing and typesetting industry. Lorem Ipsum has been the industry's standard dummy text ever since the 1500s, when an unknown printer took a galley of type and scrambled it to make a type specimen book. It has survived not only five centuries, but also the leap into electronic typesetting, remaining essentially unchanged. It was popularised in the 1960s with the release of

Letraset sheets containing Lorem Ipsum passages, and more recently with desktop publishing software like Aldus PageMaker including versions of Lorem Ipsum.

4 Описание компьютерной программы

4.1 О программе

Компьютерная программа для обработки сигнала со стетоскопа написана на языке python с использованием библиотеки pyaudio (для работы со звуком) и библиотеки matplotlib (для визуализации сигналов с помощью графиков)

4.2 GUI Parameters

В данном участке кода можно выбрать параметры отображения Графического Интерфейса Пользователя (Graphical User Interface / GUI) Представлено три параметра:

```
timeDomain
freqDomain
lpcOverlay
```

Каждый из параметров может принимать значение **True** или **False**. В соответствии с этими параметрами на экране будут(**True**) или не будут(**False**) отображаться соответствующие элементы.

Параметр **timeDomain** отвечает за отображение звуковой волны. (Зависимость амплитуды сигнала от времени).

Параметр **freqDomain** отвечает за отображение спектра Фурье звукового сигнала. (Зависимость амплитуды сигнала от частоты).

Параметр **lpcOverlay** отвечает за отображение усредненного спектра Фурье звукового сигнала. (Аппроксимация спектра Фурье многочленами)

4.3 Stream Parameters

В данной секции можно настроить параметры захвата аудио с микрофона. Представлено шесть параметров настройки:

```
DEVICE
CHUNK
WINDOW
FORMAT
CHANNELS
RATE
```

Параметр **DEVICE** позволяет выбрать входной порт аудиокарты. Значение этого параметра по умолчанию 0. Если у аудиокарты портов много, то необходимо указать соответствующее выбранному порту значение этого параметра.

Параметр **CHUNK** - это размер блока сигнала, захватываемого программой за одну итерацию программы.

Параметр **WINDOW** отвечает за ширину окна программы и количество значений, отображаемых в окне.

Параметр `FORMAT` позволяет выбрать тип данных аудиосигнала. Поддерживаются значения `paFloat32`, `paInt32`, `paInt24`, `paInt16`, `paInt8`, `paUInt8`.

Параметр `CHANNELS` отвечает количеству записываемых каналов. Может принимать значения 1 или 2.

Параметр `RATE` позволяет выбрать частоту дискретизации входного сигнала в Герцах.

4.4 Spectral parameters

В данном участке кода представлено два параметра:

`ORDER`

`NFFT`

Параметр `ORDER` отвечает за порядок многочлена, который аппроксимирует Фурье-спектр сигнала.

Параметр `NFFT` - размер Фурье спектра по горизонтальной оси.

4.5 Порядок выполнения программы

Сначала создается аудиопоток на основе значений `Stream Parameters`. Затем на основе параметров `GUI` создаются те элементы `UI`, которые были выбраны пользователем. В этом участке кода можно также уточнить некоторые особенности отображения формы, такие, как наличие сетки (`plt.grid()`) на графике, настройки цвета, количество отображаемых чисел на осях графика. Также можно выбрать границы значений по осям `OX` и `OY` для графиков. Также, при необходимости перевести какую-то из осей в логарифмический формат, нужно добавить соответственно строчки:

```
plt.xscale('log')
plt.yscale('log')
```

После инициализации формы с заданными настройками запускается функция анимации:

```
animation = FuncAnimation(fig, update, interval=10)
```

В параметрах этой функции можно задать временной интервал между кадрами в миллисекундах. Функция `animation` запускает функцию `update`. Эта функция обновляет график на каждом кадре анимации. Каждый кадр считается очередной блок аудиосигнала (`CHUNK`) и на его основе строятся графики, выбранные пользователем.

Чтобы построить график спектра Фурье сигнала, в функции `spectral_estimate` выполняется преобразование Фурье. Для этой цели используется библиотека `numpy`.

Чтобы построить аппроксимированный многочленом спектр Фурье, выполняется функция `lpc_spectrum`.

5 Заключение

6 Список литературы

- [1] Легочный Фонд России
<http://legkie.org>
- [2] Albert Einstein. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. (German) [*On the electrodynamics of moving bodies*]. Annalen der Physik, 322(10):891–921, 1905.
- [3] Knuth: Computers and Typesetting,
<http://www-cs-faculty.stanford.edu/~uno/abcde.html>