

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт компьютерных наук и технологий  
Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных  
технологий

# Телекоммуникационные технологии

Отчёт по лабораторной работе №11

**Работу**  
**выполнил:**  
Смирнов Л. Д.  
**Группа:**  
3530901/80202  
**Преподаватель:**  
Богач Н. В.

Санкт-Петербург  
2021

# Содержание

<b>1. Выполнение работы</b>	<b>3</b>
1.1. Упражнение 1 . . . . .	3
1.2. Упражнение 2 . . . . .	3
1.3. Упражнение 3 . . . . .	3
<b>2. Выводы</b>	<b>6</b>

# 1. Выполнение работы

## 1.1. Упражнение 1

В этом упражнении я, как и указано в книге, изучил, запустил и прослушал все примеры, приведенные в файл chap11.

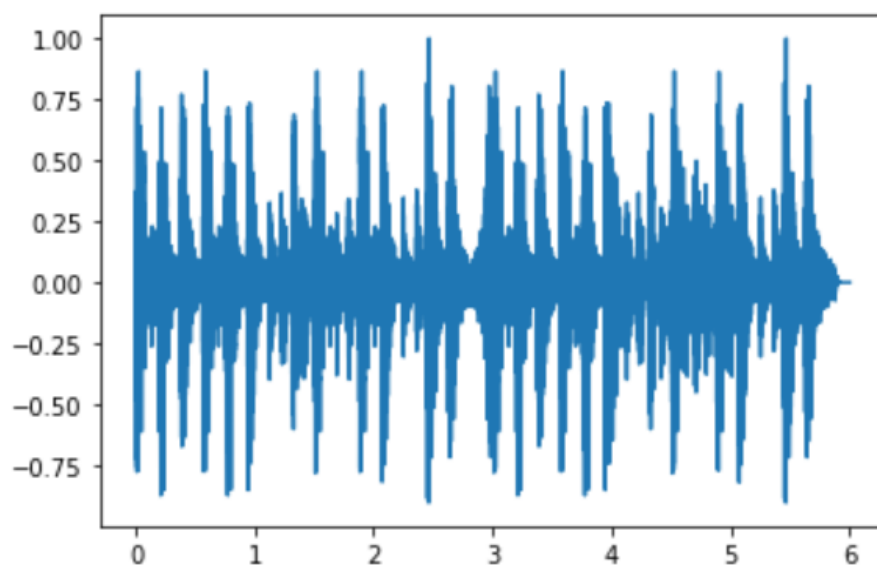
## 1.2. Упражнение 2

В качестве выполнения этого упражнения я посмотрел видео о выборках, приведенное в книге.

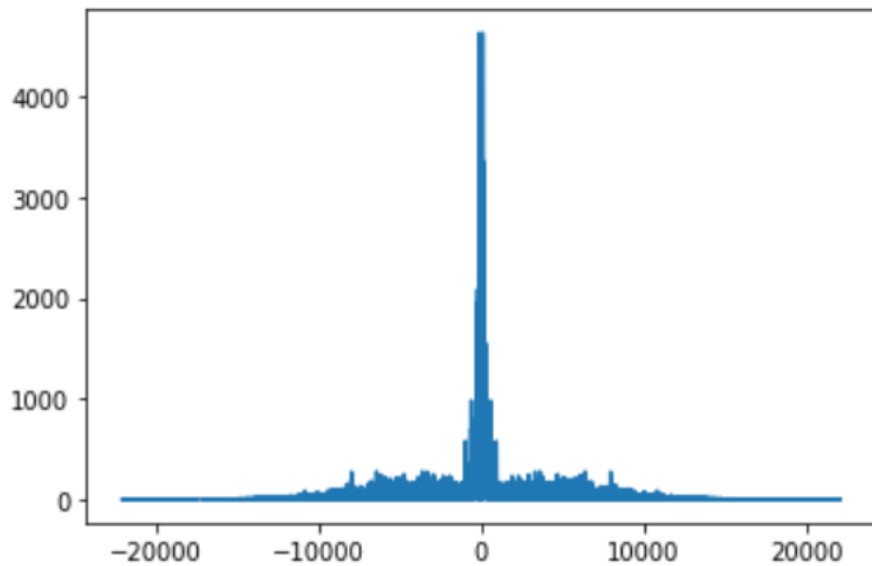
## 1.3. Упражнение 3

Для начала я взял запись барабанного соло, использовавшегося ранее и вывел его сигнал после нормализации:

```
wave = read_wave('263868__kevcio__amen-break-a-160-bpm.wav')
wave.normalize()
wave.plot()
```



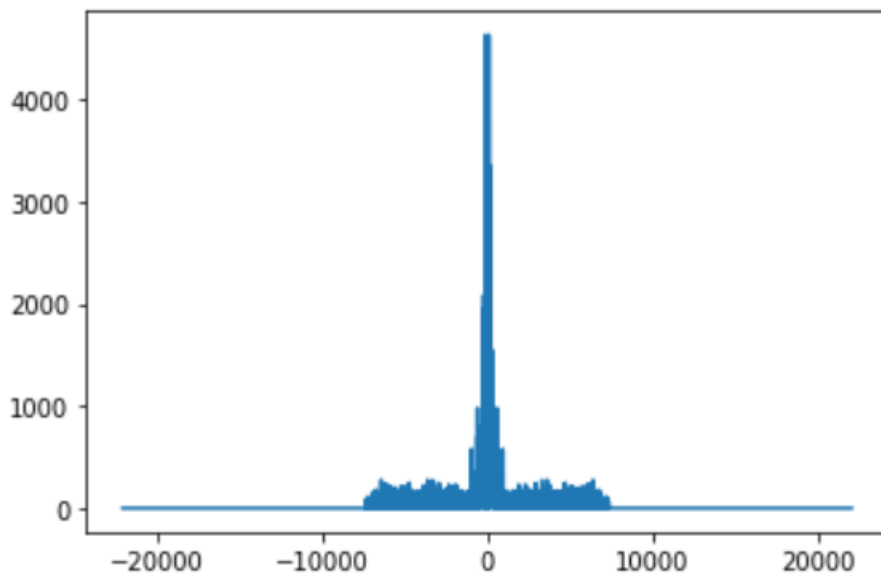
Затем я вычислил и также вывел спектр этого сигнала:



После этого я понизил частоту выборки и применил фильтр для отсекаания частот, значение которых выше заданной.

```
factor = 3
framerate = wave.framerate / factor
cutoff = framerate / 2 - 1
spectrum.low_pass(cutoff)
spectrum.plot()
```

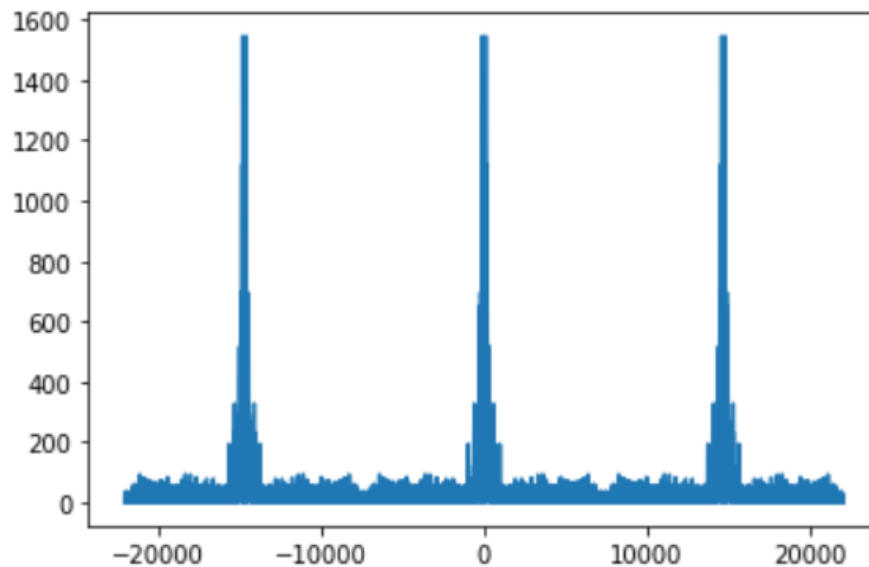
Получившийся спектр выглядит следующим образом:



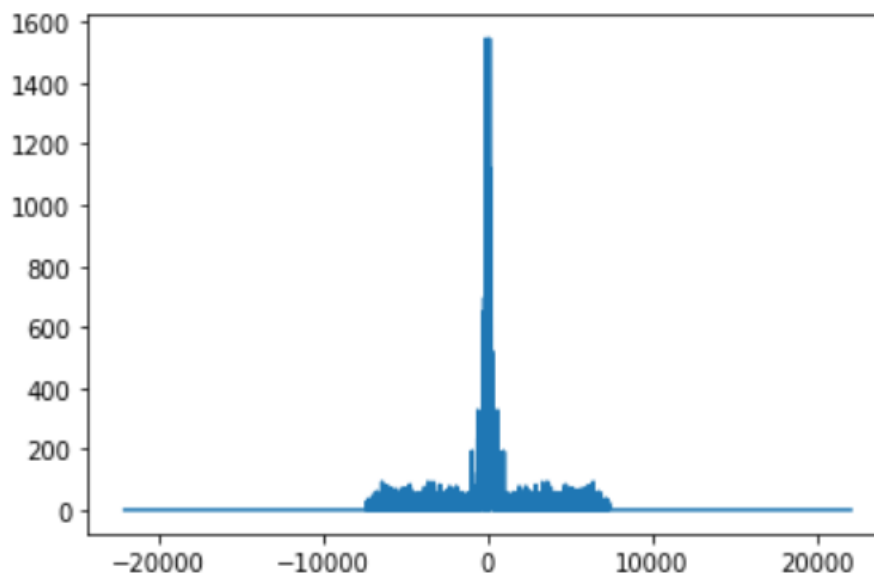
Далее я добавил функцию, иммитирующую процесс выборки:

```
def sample(wave, factor):
    ys = np.zeros(len(wave))
    ys[::factor] = np.real(wave.ys[::factor])
    return Wave(ys, framerate=wave.framerate)
```

В отличие от предыдущих двух записей, результат работы этой функции имеет неприятные шумы, связанные с копированием спектра:



Повторное применение фильтра позволяет избавиться от нежелательных копий и получить результат, схожий с тем, что был рассмотрен ранее.



На рисунке выше можно видеть, что энергия сигнала сократилась, что в целом небольшая проблема и исправляется путем масштабирования. Сравним полученный спектр с тем, что рассматривался ранее:

```
sampled_spectrum.scale(factor)
spectrum.max_diff(sampled_spectrum)
```

Как результат получаем число  $1.8189894035458565e-12$ , что говорит о высокой степени схожести спектров до и после дискретизации. И теперь в завершение упражнения проведем сравнения интерполированной волны с отфильтрованной:

```
filtered.max_diff(interpolated)
```

Результат:  $5.56290642113787e-16$ . Как нетрудно убедиться, разница действительно мала.

## 2. Выводы

В ходе выполнения данной лабораторной работы я подробнее изучил выборки, и теорему о выборках, а также закрепил полученные знания при выполнении упражнений.