

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

Отчёт по лабораторной работе №10
Дисциплина: Телекоммуникационные технологии
Тема: Линейные стационарные системы

Работу выполнил:
Ляшенко В.В.
Группа: 3530901/80201
Преподаватель:
Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2021

Оглавление

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Упражнение 10.1 | 4 |
| 1.1 | Выстрел | 4 |
| 1.2 | Скрипка | 6 |
| 2 | Упражнение 10.2 | 8 |
| 2.1 | Импульсная характеристика | 8 |
| 2.2 | Работа с записью | 9 |
| 2.2.1 | Умножение ДПФ на фильтр | 10 |
| 2.2.2 | Свёртка записи с импульсной характеристикой | 11 |
| 3 | Выводы | 13 |

Список иллюстраций

| | | |
|-----|---|----|
| 1.1 | Сигнал выстрела | 5 |
| 1.2 | Спектр сигнала выстрела | 5 |
| 1.3 | Сигнал скрипки | 6 |
| 1.4 | Спектр сигнала скрипки | 7 |
| 2.1 | Полученный сигнал | 8 |
| 2.2 | Спектр полученного сигнала | 9 |
| 2.3 | Логарифмическое представление спектра | 9 |
| 2.4 | Полученный сигнал пианино | 10 |
| 2.5 | Пианино до обработки | 11 |
| 2.6 | Пианино после обработки | 11 |

Листинги

| | | |
|-----|---|----|
| 1.1 | Дополнение нулями | 4 |
| 1.2 | Получение спектра сигнала | 5 |
| 1.3 | Получение спектра сигнала | 6 |
| 2.1 | Получение сигнала | 8 |
| 2.2 | Получение сигнала пианино | 10 |
| 2.3 | Сокращение длины записи пианино | 10 |
| 2.4 | Умножение ДПФ на фильтр | 10 |
| 2.5 | Свёртка | 11 |

Глава 1

Упражнение 10.1

В разделе "Акустическая характеристика" используется круговая свёртка, в результате которой можно заметить, что на выходе, в начале фрагмента, слышна лишняя нота, "затекшая" из конца этого фрагмента.

Решить эту проблему можно, если перед вычислением ДПФ добавить достаточно нулей в конец сигнала. Тогда эффекта "заворота" получится избежать.

Изменим пример `chap10.ipynb` и убедимся, что дополнение нулями устраняет лишнюю ноту в начале фрагмента.

Сократим оба сигнала до 2^{16} элементов, а затем дополню их нулями до 2^{17} .

1.1 Выстрел

Начнём с сигнала выстрела (Рис.1.1).

```
from thinkdsp import read_wave

response = read_wave('180960__kleeb__gunshot.wav')

start = 0.12
response = response.segment(start=start)
response.shift(-start)

response.truncate(2**16)
response.zero_pad(2**17)

response.normalize()
response.plot()
decorate(xlabel='Time (s)')
```

Листинг 1.1: Дополнение нулями

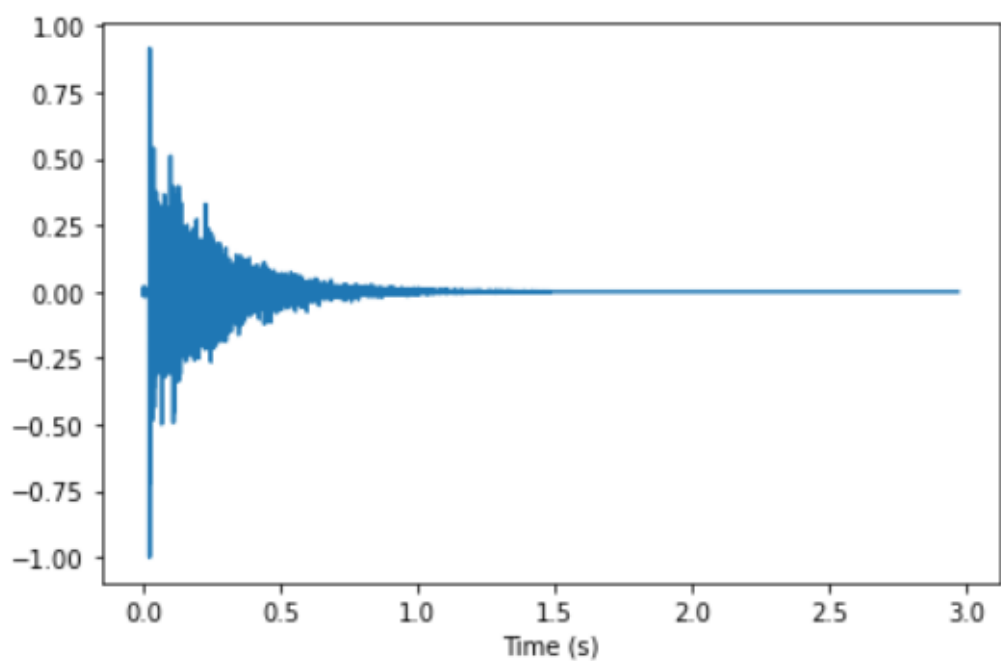


Рис. 1.1: Сигнал выстрела

Его спектр будет следующим (Рис.1.2).

```
transfer = response.make_spectrum()
transfer.plot()
decorate(xlabel='Frequency (Hz)', ylabel='Amplitude')
```

Листинг 1.2: Получение спектра сигнала

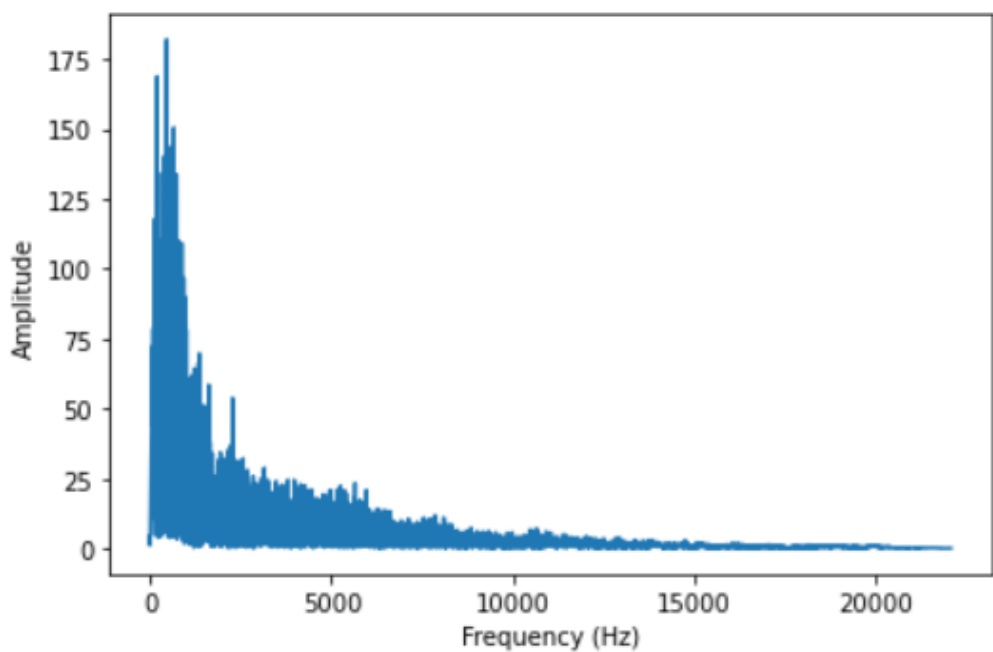


Рис. 1.2: Спектр сигнала выстрела

1.2 Скрипка

Теперь сделаем тоже самое для скрипки (Рис.1.3).

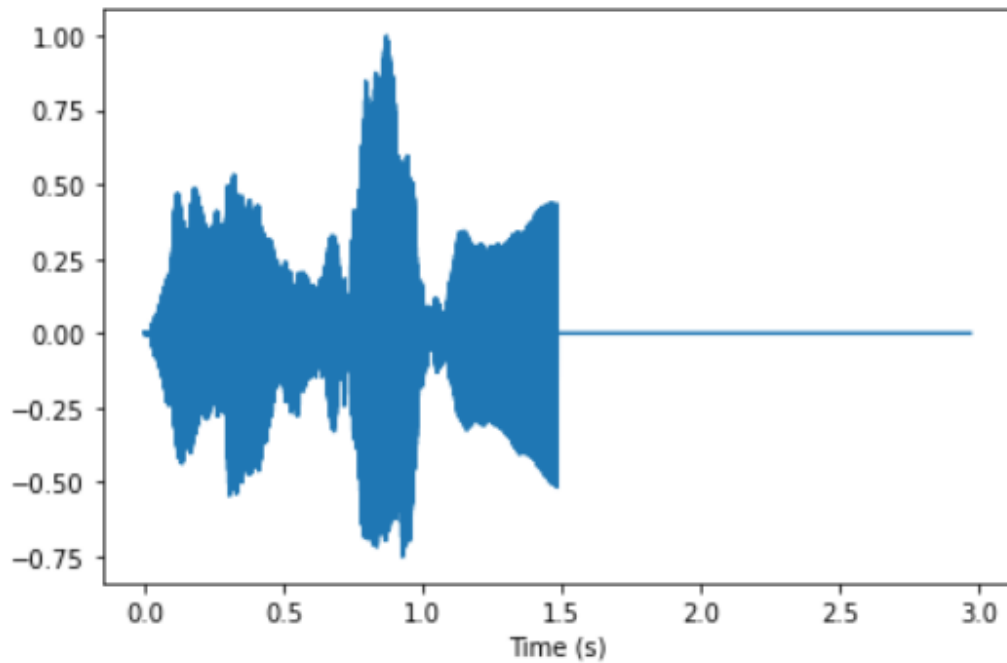


Рис. 1.3: Сигнал скрипки

Получим спектр сигнала (Рис.1.4).

```
spectrum = violin.make_spectrum()  
output = (spectrum * transfer).make_wave()  
output.normalize()  
output.plot()
```

Листинг 1.3: Получение спектра сигнала

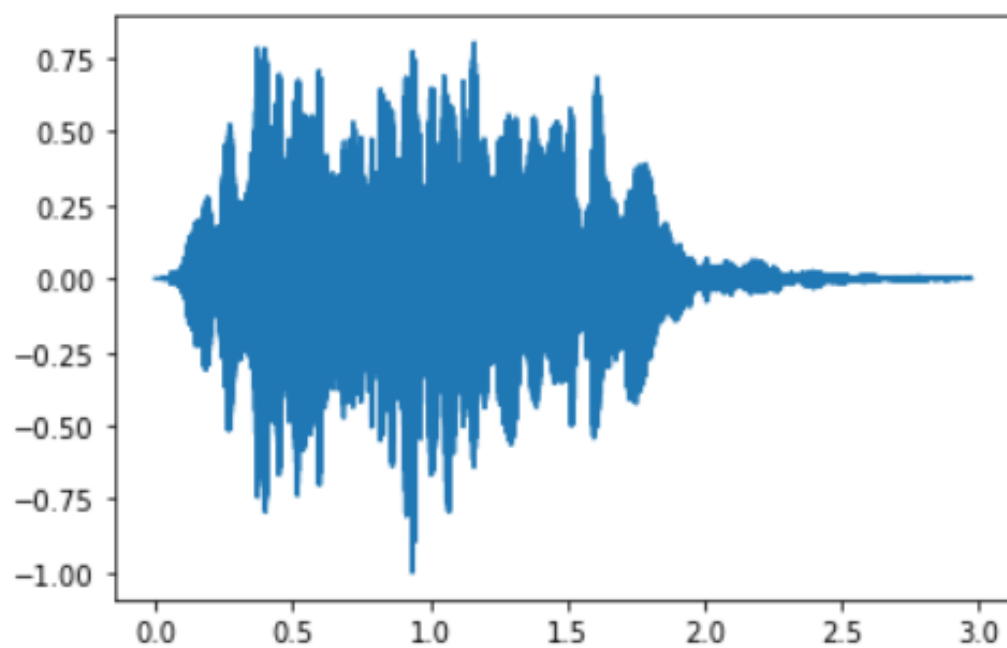


Рис. 1.4: Спектр сигнала скрипки

При прослушивании получившегося сигнала мы убеждаемся, что "затекшей" ноты в начале больше нет.

Глава 2

Упражнение 10.2

2.1 Импульсная характеристика

Скачаем из библиотеки Open AIR импульсную характеристику. Это будет запись из женского клуба с частотой дискретизации 44100 (Рис.2.1).

```
response = read_wave('sounds/spokane_womans_club_ir.wav')

start = 0
duration = 5
response = response.segment(duration=duration)
response.shift(-start)

response.normalize()
response.plot()
decorate(xlabel='Time (s)')
```

Листинг 2.1: Получение сигнала

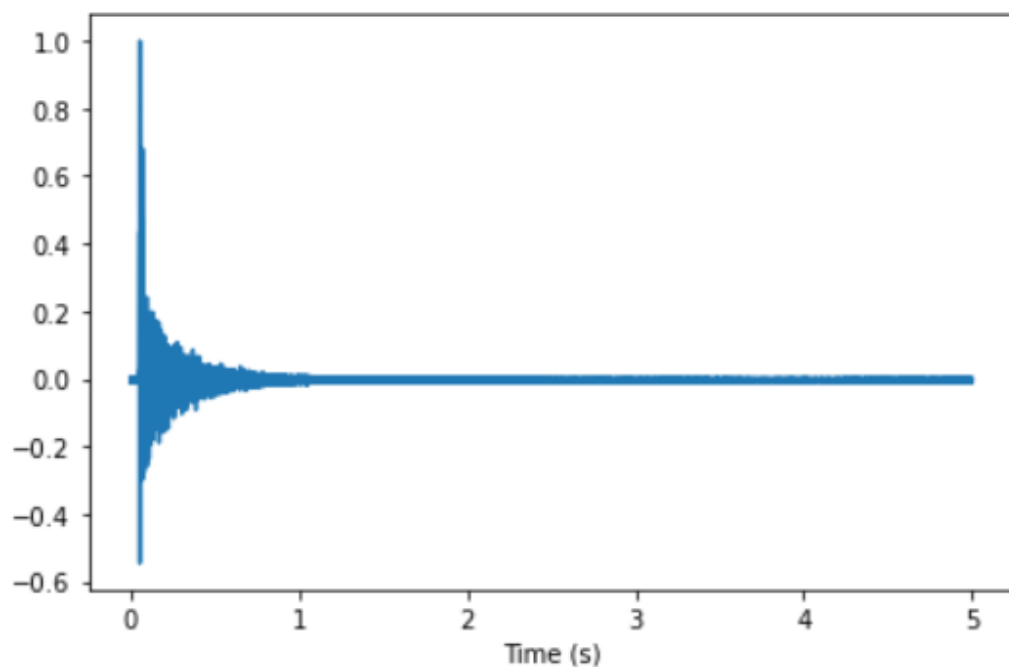


Рис. 2.1: Полученный сигнал

Получим спектр данного сигнала (Рис.2.2).

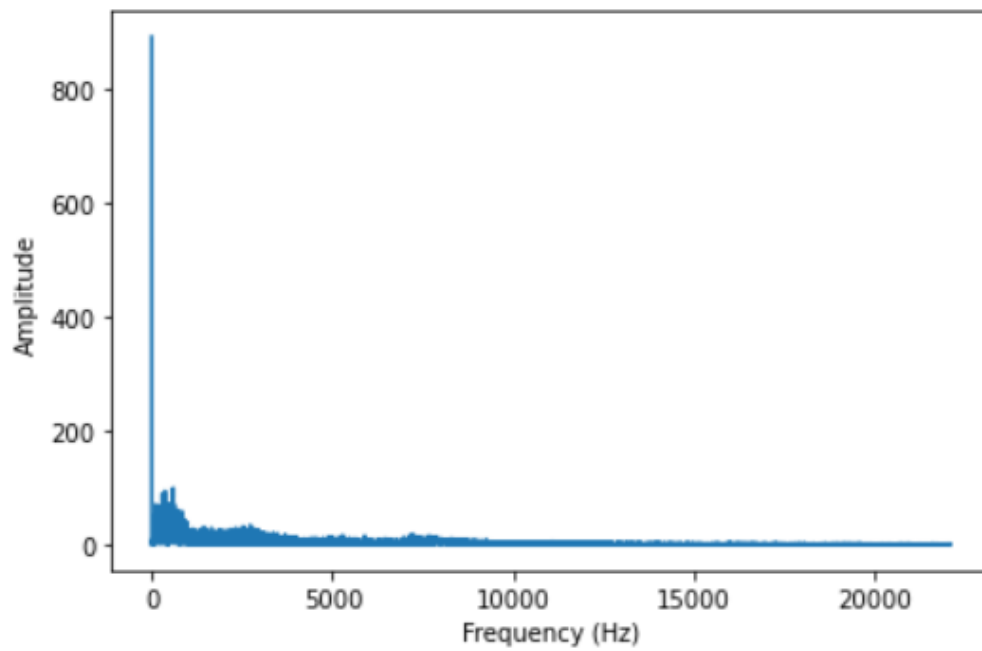


Рис. 2.2: Спектр полученного сигнала

И его логарифмическое представление (Рис.2.3).

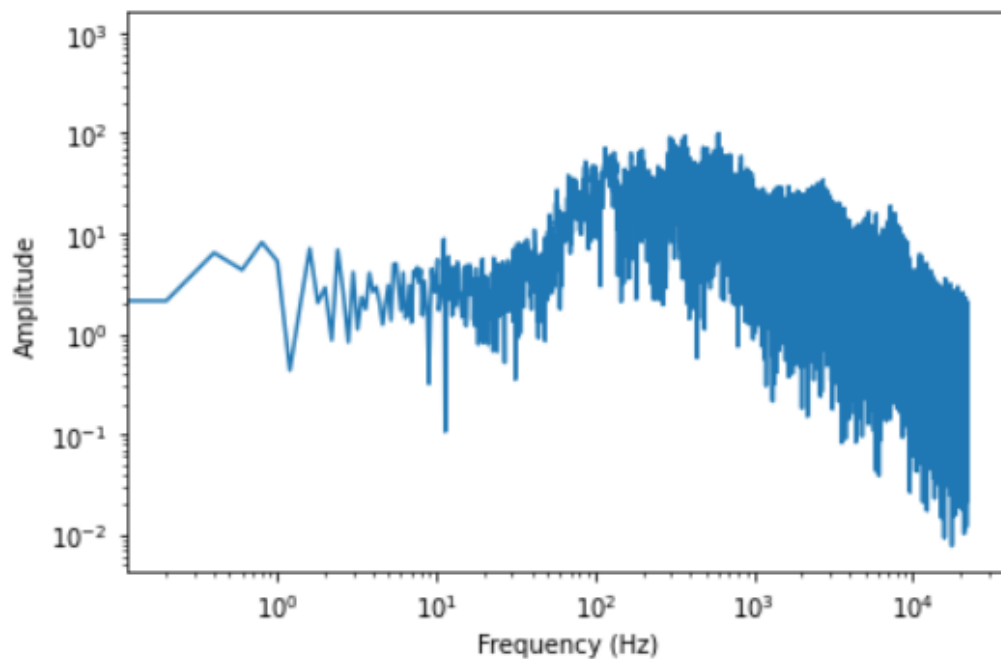


Рис. 2.3: Логарифмическое представление спектра

2.2 Работа с записью

Найдём короткую запись с такой же частотой дискретизации. Получилось найти запись с игрой на пианино (Рис.2.4).

```

wave = read_wave('sounds/186942__lemoncreme__piano-melody.wav')

start = 0.0
wave = wave.segment(start=start)
wave.shift(-start)

wave.truncate(len(response))
wave.normalize()
wave.plot()
decorate(xlabel='Time (s)')

```

Листинг 2.2: Получение сигнала пианино

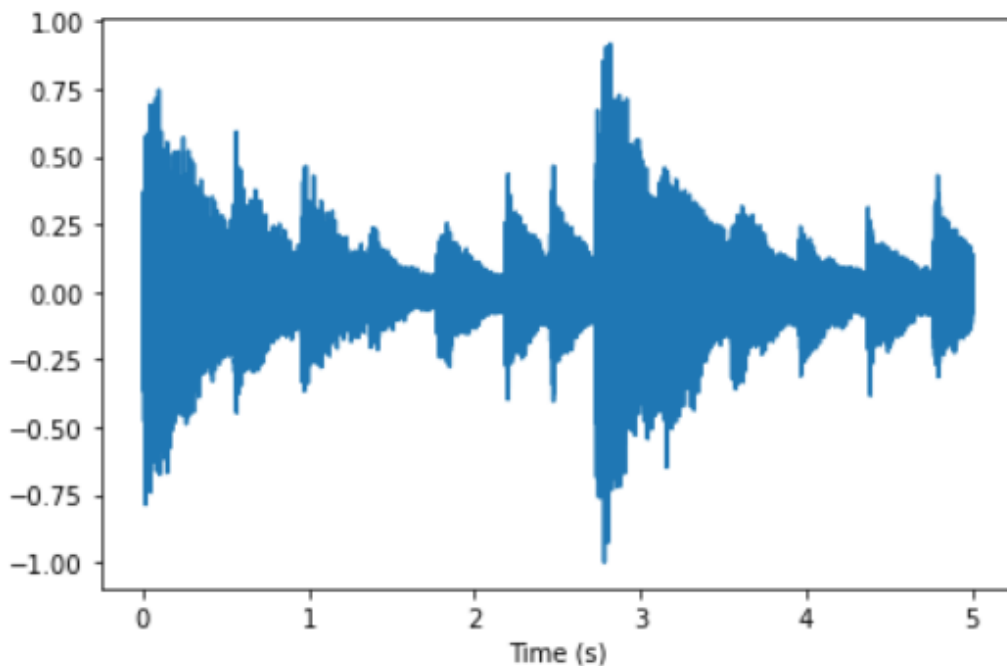


Рис. 2.4: Полученный сигнал пианино

Обрежем запись пианино до той же длины, что и у импульсной характеристики.

```

spectrum = wave.make_spectrum()
len(spectrum.hs), len(response.hs)

```

Листинг 2.3: Сокращение длины записи пианино

2.2.1 Умножение ДПФ на фильтр

Смоделируем звучание пианино в пространстве с помощью умножения ДПФ записи на вычисленный фильтр, соответствующий импульсной характеристики.

```

output = (spectrum * transfer).make_wave()
output.normalize()

```

Листинг 2.4: Умножение ДПФ на фильтр

Построим графики до обработки (Рис.2.5) и после (Рис.2.6).

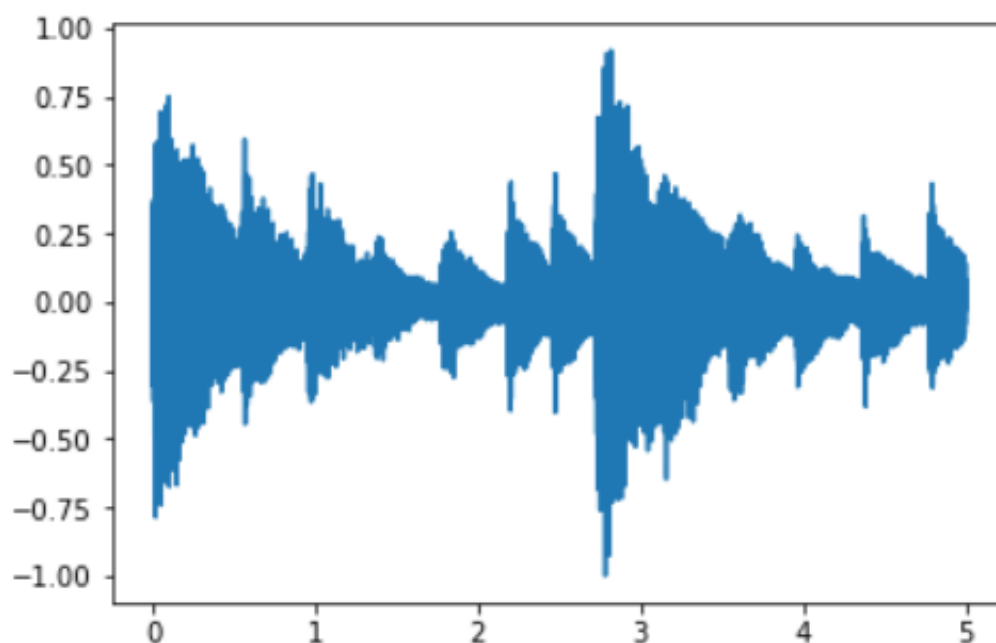


Рис. 2.5: Пианино до обработки

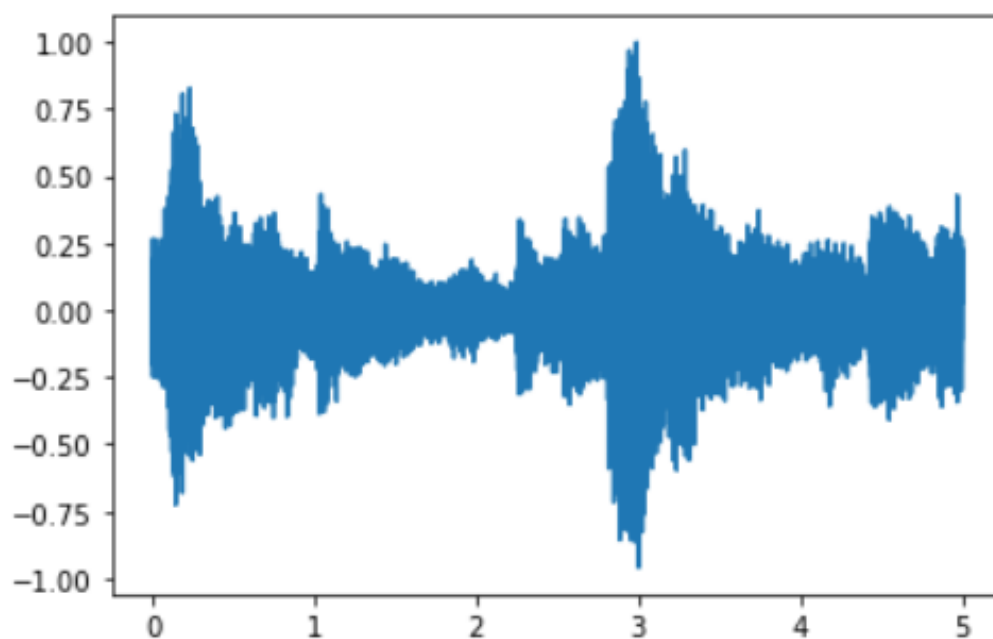


Рис. 2.6: Пианино после обработки

Послушаем получившуюся запись. Звук пианино действительно звучит в том женском клубе.

2.2.2 Свёртка записи с импульсной характеристикой

Теперь воспользуемся свёрткой.

```
convolved = wave.convolve(response)
convolved.normalize()
```

```
convolved.make_audio()
```

Листинг 2.5: Свёртка

Звучит так же, как и в предыдущем случае.

Глава 3

Выводы

В результате выполнения данной работы мы изучили линейные стационарные системы.

Также мы научились моделировать звучание в пространстве двумя способами: свёрткой записи с импульсной характеристикой и умножением ДПФ записи на вычисленный фильтр, соответствующий импульсной характеристике.