

Санкт-Петербургский государственный политехнический
университет Петра Великого

**Высшая школа интеллектуальных систем и
суперкомпьютерных технологий**

Лабораторная работа №10

Линейные стационарные системы

Выполнил студент 3-го курса
группа 3530901/80201
Матвеец Андрей Вадимович

Преподаватель:
Богач Наталья Владимировна

Санкт-Петербург

2021

Содержание

1	Часть №1: chap10.ipynb	5
2	Часть №2: Изменение звучания сигнала	9
3	Выводы	14

Список иллюстраций

1	Начальный сигнал	5
2	Спектр первого сигнала	6
3	Начальный второй спектр	7
4	Спектр второго сигнала	7
5	Полученный сигнал	8
6	Изначальный сигнал	8
7	Полученный сигнал	8
8	Полученный сигнал	9
9	Спектр сигнала	10
10	Спектр сигнала в логарифмическом масштабе	10
11	Полученный сигнал скрипки	11
12	Обрезание записи скрипки	12
13	Полученный результат	12
14	Сравнение результата с исходной записью	13

Листинги

1	Получение сигнала	5
2	Получение спектра первого сигнала	5
3	Получение второго сигнала	6
4	Получение спектра второго сигнала	7
5	Преобразование сигнала	8
6	Получение сигнала	9
7	Получение спектра сигнала	9
8	Получение спектра сигнала в логарифмическом масштабе	10
9	Получение сигнала скрипки	11
10	Получение результата	12

1 Часть №1: chap10.ipynb

В первой части лабораторной работы нам необходимо просмотреть весь блокнот `chap10.ipynb`, после чего заменить его, чтобы устранить лишнюю ноту в начале фрагмента.

Возьмем исходный сигнал и выведем его на экран:

```
1 response = read_wave('180960__kleeb__gunshot.wav')
2 start = 0.12
3 response = response.segment(start=start)
4 response.shift(-start)
5
6 response.truncate(2**16)
7 response.zero_pad(2**17)
8
9 response.normalize()
10 response.plot()
11 decorate(xlabel='Time (s)')
```

Листинг 1: Получение сигнала

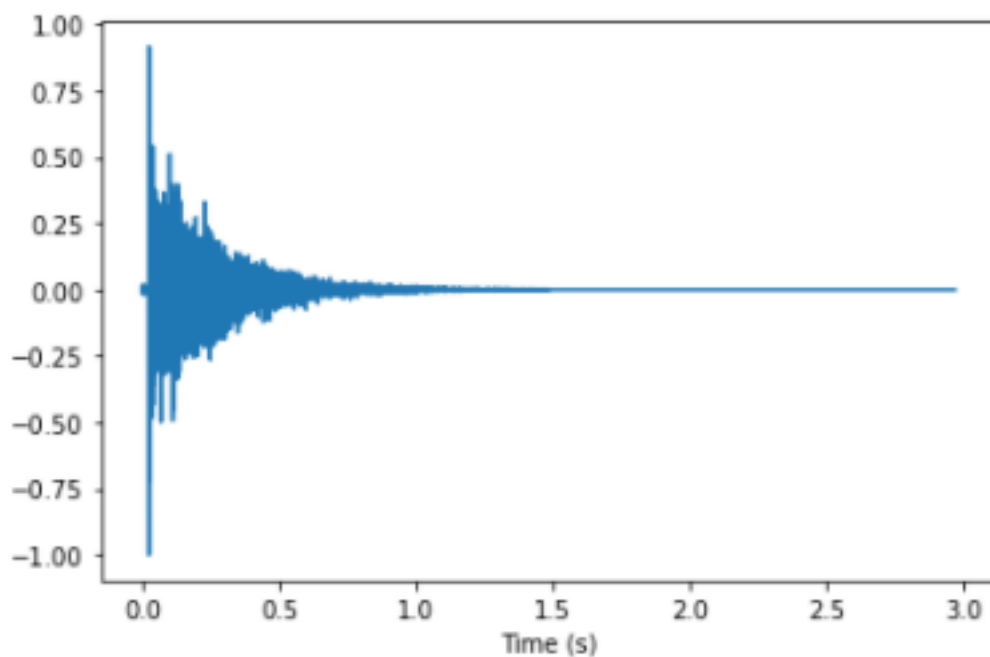


Рис. 1: Начальный сигнал

После этого получим спектр данного сигнала:

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

Листинг 2: Получение спектра первого сигнала

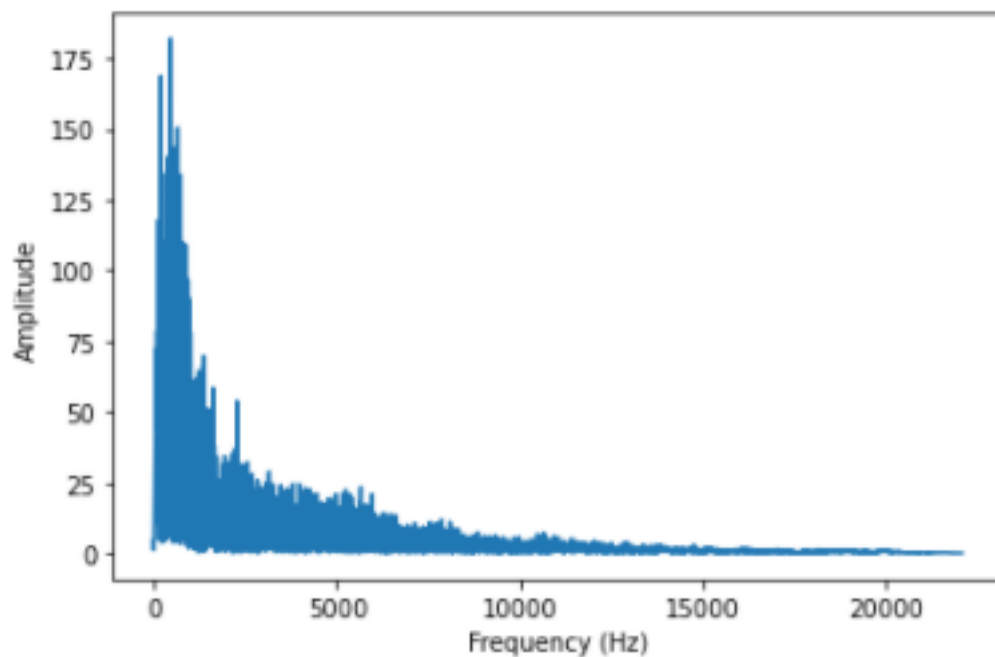


Рис. 2: Спектр первого сигнала

Теперь возьмем второй сигнал со скрипкой:

```

1 violin = read_wave('92002__jcveliz__violin-original.wav')
2
3 start = 0.11
4 violin = violin.segment(start=start)
5 violin.shift(-start)
6
7 violin.truncate(2**16)
8 violin.zero_pad(2**17)
9
10 violin.normalize()
11 violin.plot()
12 decorate(xlabel='Time (s)')
```

Листинг 3: Получение второго сигнала

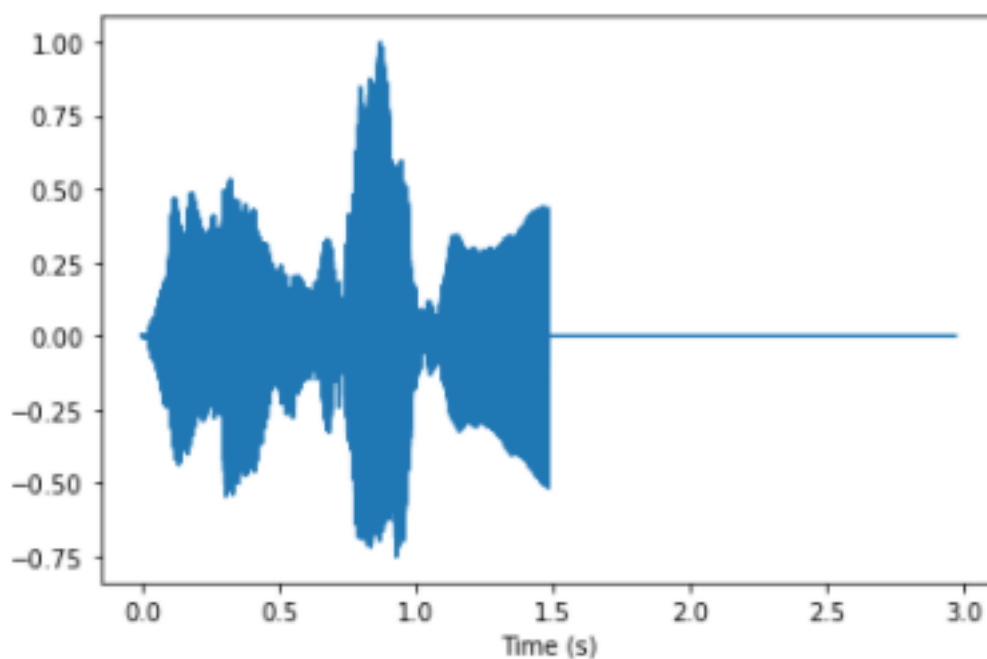


Рис. 3: Начальный второй спектр

И так же получим для его спектр:

```
1 spectrum = violin.make_spectrum()
2 spectrum.plot()
```

Листинг 4: Получение спектра второго сигнала

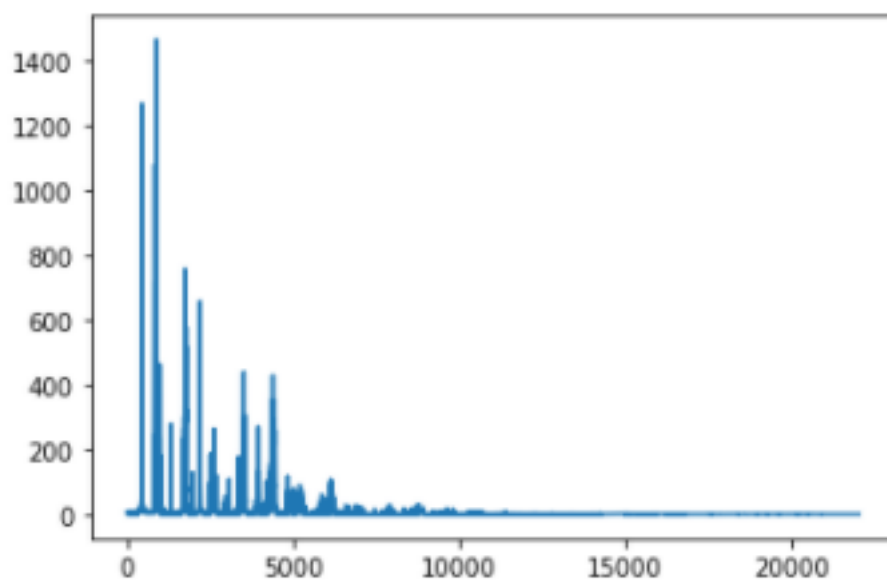


Рис. 4: Спектр второго сигнала

После этого умножим ДПФ сигнала на передаточную функцию, после чего преобразуем обратно в волну и выведем полученный сигнал на экран:

```

1 output = (spectrum * transfer).make_wave()
2 output.normalize()
3 output.plot()

```

Листинг 5: Преобразование сигнала

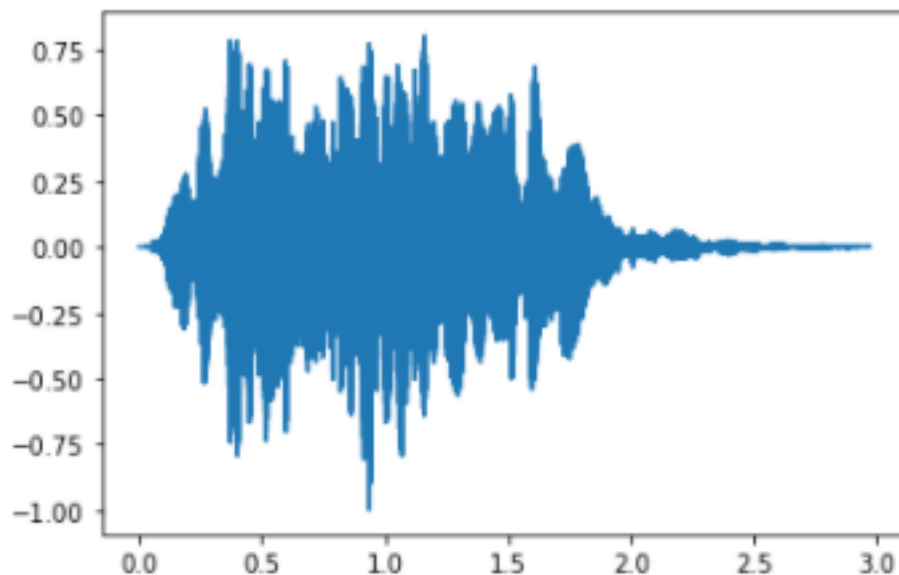


Рис. 5: Полученный сигнал

Нам осталось представить полученный сигнал в виде аудио и сравнить его с изначальным:

```

In [7]: violin.make_audio()

```

Out[7]:

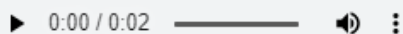


Рис. 6: Изначальный сигнал

```

In [8]: output.make_audio()

```

Out[8]:



Рис. 7: Полученный сигнал

В ходе сравнения стало понятно, что исчезла нота, стоящая в начале фрагмента.

2 Часть №2: Изменение звучания сигнала

Во втором пункте лабораторной работы нам необходимо смоделировать двумя способами звучание записи в том пространстве, где была измерена импульсная характеристика, как сверткой самой записи с импульсивной характеристикой, так и умножением ДПФ записи на вычислительный фильтр.

Скачаем файл со звуком лопнувшего шарика и сразу выведем его на экран:

```
1 response = read_wave('balloon2.wav')
2
3 start = 0
4 duration = 1
5 response = response.segment(duration=duration)
6 response.shift(-start)
7
8 response.normalize()
9 response.plot()
10 decorate(xlabel='Time (s)')
```

Листинг 6: Получение сигнала

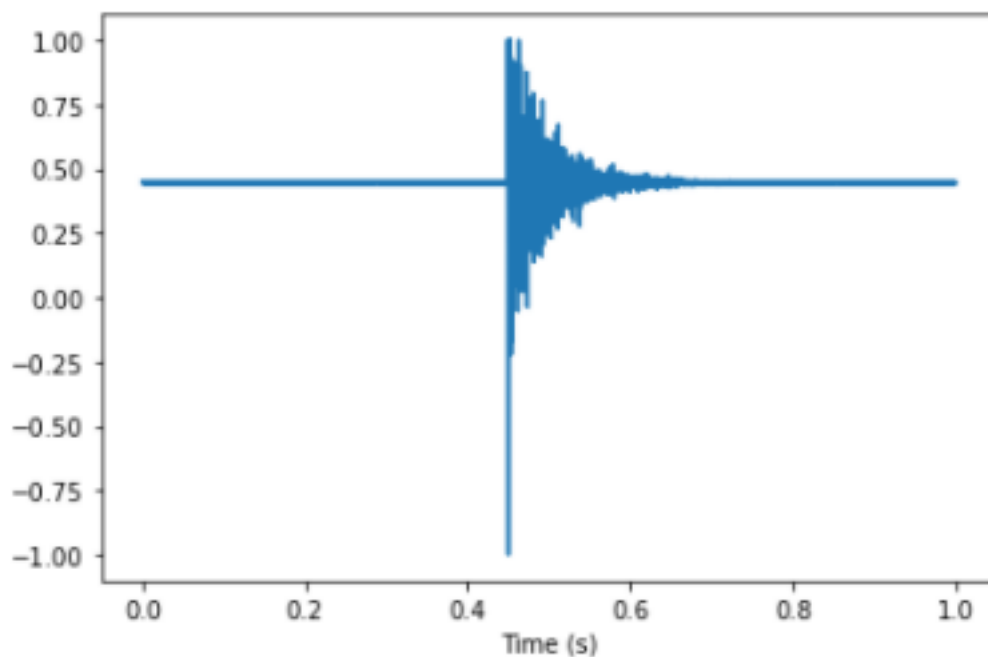


Рис. 8: Полученный сигнал

Теперь получим спектр данного сигнала:

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

Листинг 7: Получение спектра сигнала

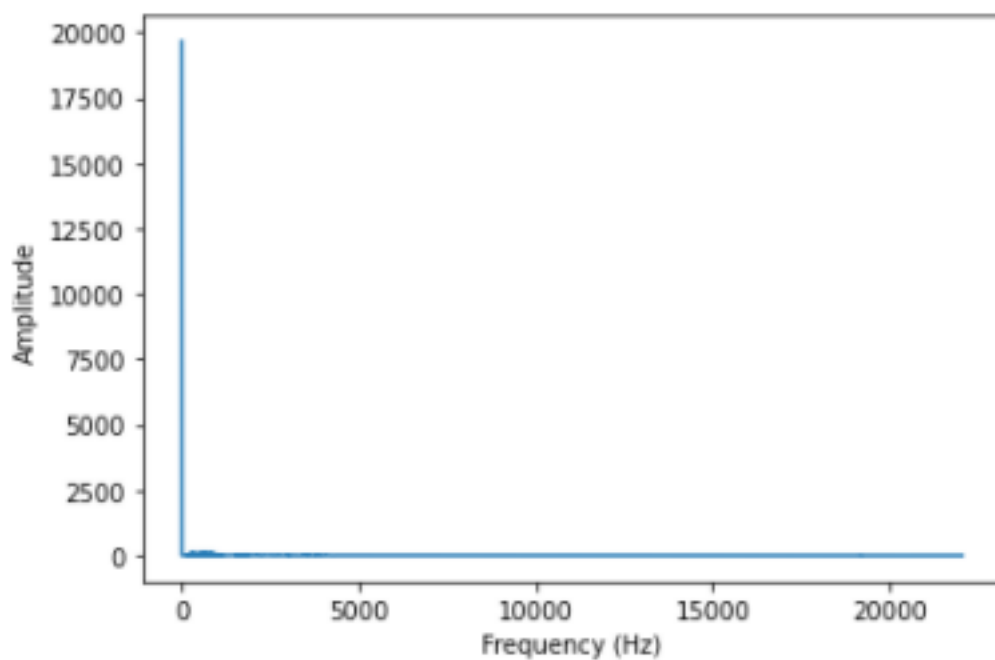


Рис. 9: Спектр сигнала

И, наконец, представим его в логарифмическом масштабе:

```

1 transfer.plot()
2 decorate(xlabel='Frequency (Hz)', ylabel='Amplitude', xscale='log', yscale=
  'log')
```

Листинг 8: Получение спектра сигнала в логарифмическом масштабе

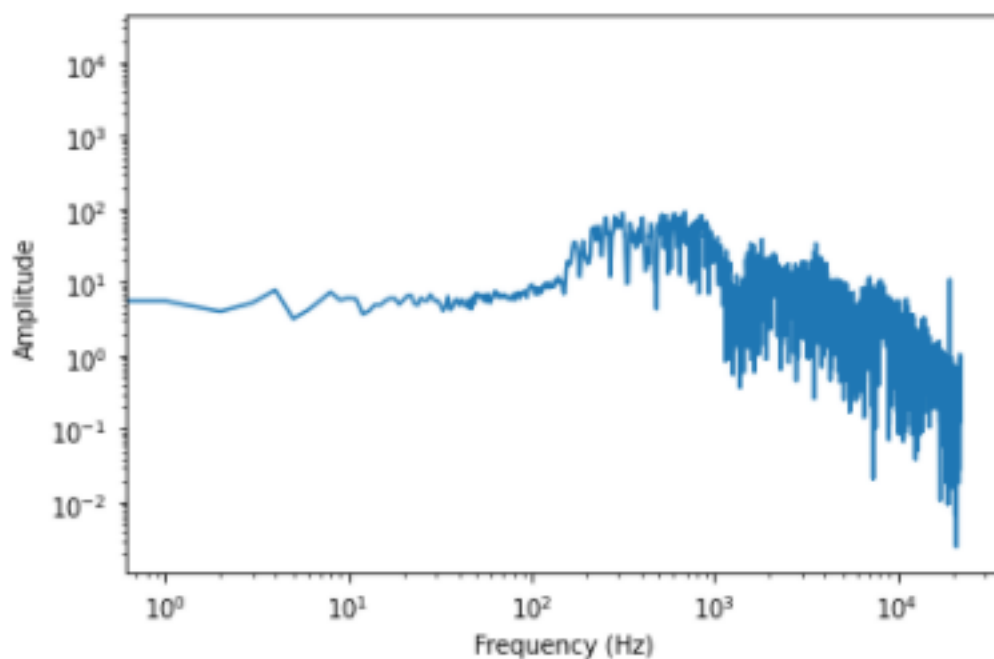


Рис. 10: Спектр сигнала в логарифмическом масштабе

Также можно смоделировать звучание записи, если она будет воспроизводиться в одной комнате.

Для этого вычислим ДПФ использованной в прошлом пункте записи скрипки:

```
1 wave = read_wave('92002__jcveliz__violin-original.wav')
2
3 start = 0.0
4 wave = wave.segment(start=start)
5 wave.shift(-start)
6
7 wave.truncate(len(response))
8 wave.normalize()
9 wave.plot()
10 decorate(xlabel='Time (s)')
```

Листинг 9: Получение сигнала скрипки

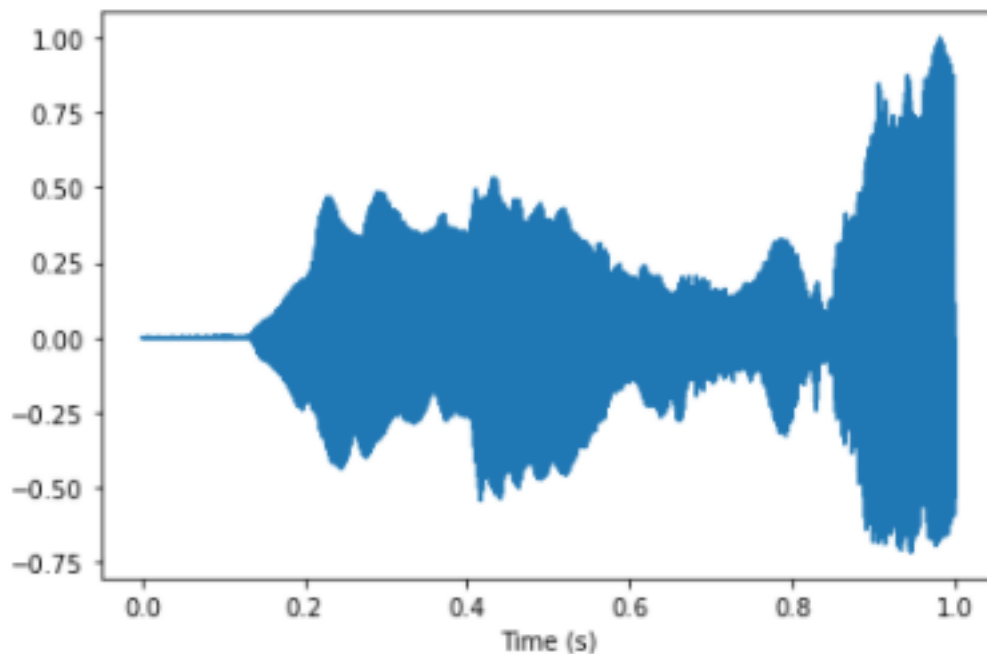


Рис. 11: Полученный сигнал скрипки

Теперь обрежем запись скрипки длины импульсной характеристики:

```

B [16]: len(spectrum.hs), len(transfer.hs)
Out[16]: (22051, 22051)

B [17]: spectrum.fs
Out[17]: array([0.0000e+00, 1.0000e+00, 2.0000e+00, ..., 2.2048e+04, 2.2049e+04,
                2.2050e+04])

B [18]: transfer.fs
Out[18]: array([0.0000e+00, 1.0000e+00, 2.0000e+00, ..., 2.2048e+04, 2.2049e+04,
                2.2050e+04])

```

Рис. 12: Обрезание записи скрипки

После этого выполним умножение в частотной области и преобразуем обратно во временную область, после чего выведем полученный результат на экран:

```

1 output = (spectrum * transfer).make_wave()
2 output.normalize()
3 output.plot()

```

Листинг 10: Получение результата

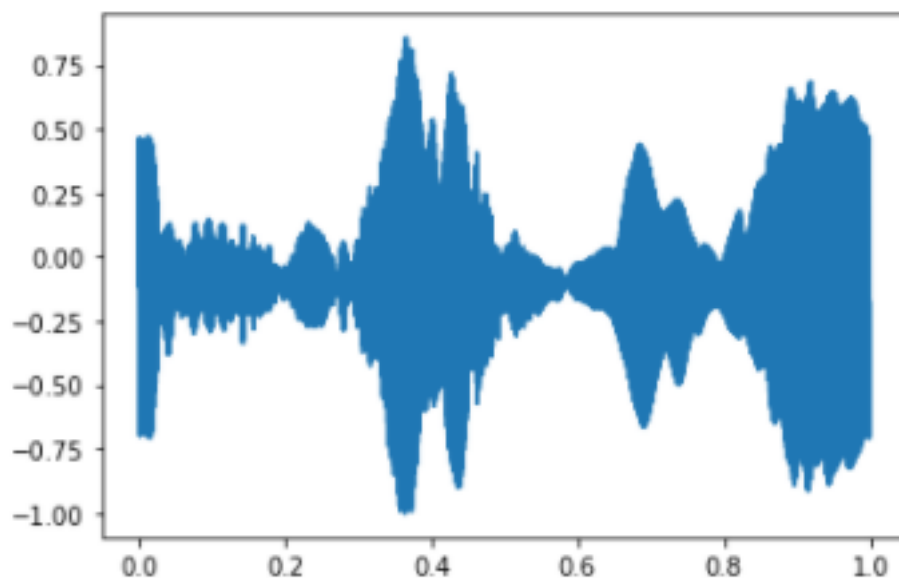


Рис. 13: Полученный результат

Теперь нам осталось только представить полученный сигнал в виде аудио, после чего воспользуемся методом `convolve` для свертки:



Рис. 14: Сравнение результата с исходной записью

В результате выполнения данного пункта мы получили чистый и довольно реалистичный звук игры на скрипке внутри помещения.

3 Выводы

В результате выполнения лабораторной работы нами были получены знания о свертке сигналов, была модифицирована запись игры на скрипке, в которой была убрана первая нота, а также смоделировано звучание записи в помещении.