

Санкт-Петербургский государственный политехнический
университет Петра Великого.

**Высшая школа интеллектуальных систем и
суперкомпьютерных технологий**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Линейные стационарные системы

Работу выполнила студентка:

_____ А. И. Луцкевич
« ____ » _____ 2021 г.

Преподаватель лабораторных
работ:

_____ Н. В. Богач
« ____ » _____ 2021 г.

Санкт-Петербург, 2021 г.

Суть работы 10.1:

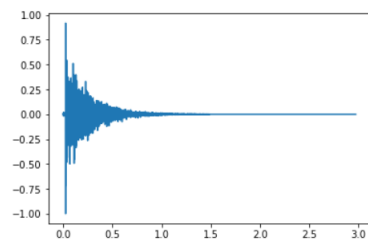
необходимо просмотреть весь блокнот char10.ipynb, после чего заменить его, чтобы устранить лишнюю ноту в начале фрагмента.

Получим исходный сигнал, выведем его на экран:

```
In [3]: response = read_wave('kleeb_gunshot.wav')
start = 0.12
response = response.segment(start=start)
response.shift(-start)

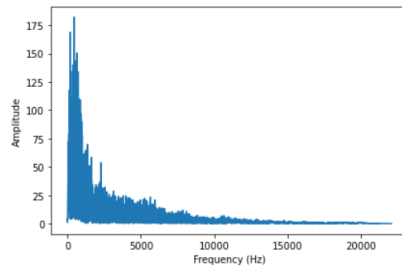
response.truncate(2**16)
response.zero_pad(2**17)

response.normalize()
response.plot()
```



Далее посмотрим на спектр сигнала.

```
In [4]: transfer = response.make_spectrum()
transfer.plot()
decorate(xlabel='Frequency (Hz)', ylabel='Amplitude')
```



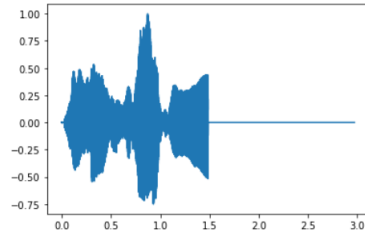
Получим сигнал со скрипкой и выведем на экран.

```
In [5]: violin = read_wave('violin-original.wav')

start = 0.11
violin = violin.segment(start=start)
violin.shift(-start)

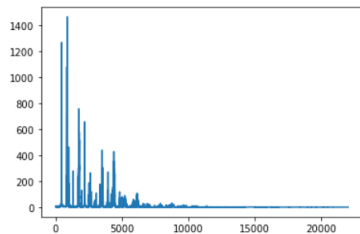
violin.truncate(2**16)
violin.zero_pad(2**17)

violin.normalize()
violin.plot()
```



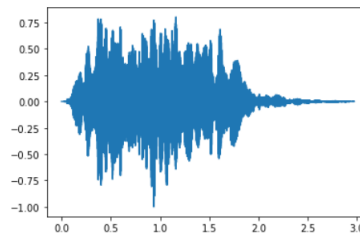
Посмотрим на его спектр.

```
In [6]: spectrum = violin.make_spectrum()
spectrum.plot()
```



Теперь умножим ДПФ сигнала на передаточную функцию и преобразуем обратно в волну. Выведем полученный результат на экран:

```
In [7]: output = (spectrum * transfer).make_wave()
output.normalize()
output.plot()
```



Сравним полученный сигнал с начальным:

```
In [8]: violin.make_audio()
```

Out[8]:

```
In [9]: output.make_audio()
```

Out[9]:

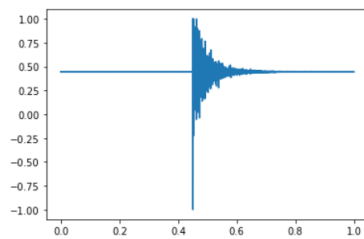
При сравнении выясняется, что начальная нота в фрагменте исчезла.

Суть работы 10.2:

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.

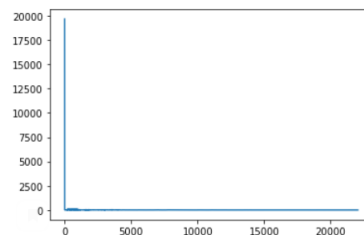
Возьмем звук лопнувшего шарика и выведем его на экран.

```
In [10]: response = read_wave('b2.wav')  
  
start = 0  
duration = 1  
response = response.segment(duration=duration)  
response.shift(-start)  
  
response.normalize()  
response.plot()
```



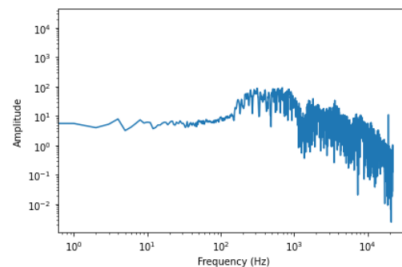
Получим спектр сигнала:

```
In [12]: transfer = response.make_spectrum()  
transfer.plot()
```



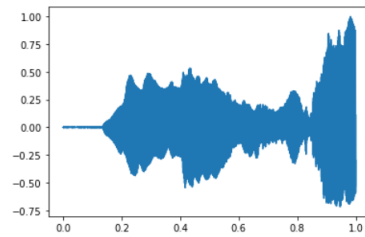
Представим теперь в логарифмическом масштабе.

```
In [13]: transfer.plot()  
decorate(xlabel='Frequency (Hz)', ylabel='Amplitude', xscale='log', yscale='log')
```



Смоделируем звучание записи, если бы она воспроизводилась в одной комнате. Для этого необходимо вычислить ДПФ записи скрипки:

```
In [14]: wave = read_wave('violin-original.wav')
start = 0.0
wave = wave.segment(start=start)
wave.shift(-start)
wave.truncate(len(response))
wave.normalize()
wave.plot()
```



Далее обрежем запись скрипки, чтобы длина была такая же, как и импульсная характеристика.

```
In [17]: len(spectrum.hs), len(transfer.hs)
Out[17]: (22051, 22051)
```

```
In [18]: spectrum.fs
```

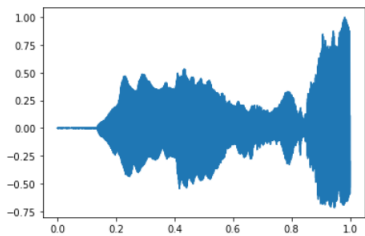
```
Out[18]: array([0.0000e+00, 1.0000e+00, 2.0000e+00, ..., 2.2048e+04, 2.2049e+04,
                2.2050e+04])
```

```
In [19]: transfer.fs
```

```
Out[19]: array([0.0000e+00, 1.0000e+00, 2.0000e+00, ..., 2.2048e+04, 2.2049e+04,
                2.2050e+04])
```

Выполним дальше умножение в частотной области и преобразуем во временную область, выведем полученный результат на экран.

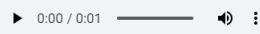
```
In [21]: output = (spectrum * transfer).make_wave()
output.normalize()
output.plot()
```



Представим полученный сигнал в виде аудио и применим метод `convolve` для свертки.

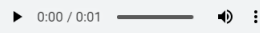
```
In [23]: output.make_audio()
```

```
Out[23]:
```



```
In [24]: convolved2 = wave.convolve(response)
convolved2.normalize()
convolved2.make_audio()
```

```
Out[24]:
```



В результате выполнения получился чистый и реалистичный звук игры на

скрипке внутри помещения.

Заключение:

В данной лабораторной работы была изучена свертка сигналов: была модифицирована запись игры на скрипке (убрали первую ноту), а также смоделировали звучание записи в помещении.