

Санкт-Петербургский государственный политехнический  
университет Петра Великого

**Высшая школа интеллектуальных систем и  
суперкомпьютерных технологий**

Лабораторная работа

## Фильтрация и свертка

Выполнил студент гр. 3530901/80201

И.С. Иванов

Преподаватель:

Н.В. Богач

Санкт-Петербург  
2021

# Содержание

<b>1</b>	<b>Упражнение №1</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Упражнение №2</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Упражнение №3</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>13</b>

## Список иллюстраций

1	$m = 20, \text{std} = 2$ . . . . .	5
2	$m = 20, \text{std} = 3$ . . . . .	6
3	$m = 20, \text{std} = 5$ . . . . .	6
4	$m = 20, \text{std} = 7$ . . . . .	7
5	$\text{std} = 2$ . . . . .	8
6	$\text{std} = 0.5$ . . . . .	9
7	$\text{std} = 10$ . . . . .	9
8	Графики окон . . . . .	11
9	ДПФ окон . . . . .	11
10	Логарифмический график ДПФ . . . . .	12

## Листинги

1	Функция <code>plot_gaussian</code> . . . . .	8
2	Создание сигнала . . . . .	10
3	Построение окон . . . . .	10

# 1 Упражнение №1

В первом упражнении необходимо просмотреть все примеры из файла `chap08.ipynb`. Проверить, что будет при увеличении ширины гауссова окна `std`, не увеличивая число элементов в окне `m`.

Начнем со значения  $m = 20$ ,  $std = 2$ .

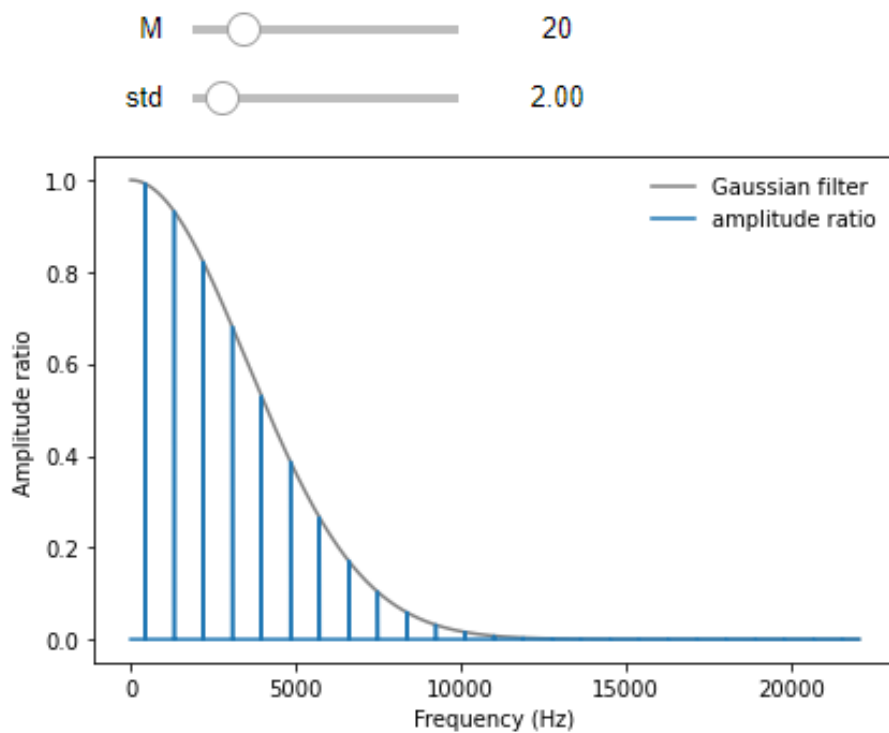


Рис. 1:  $m = 20$ ,  $std = 2$

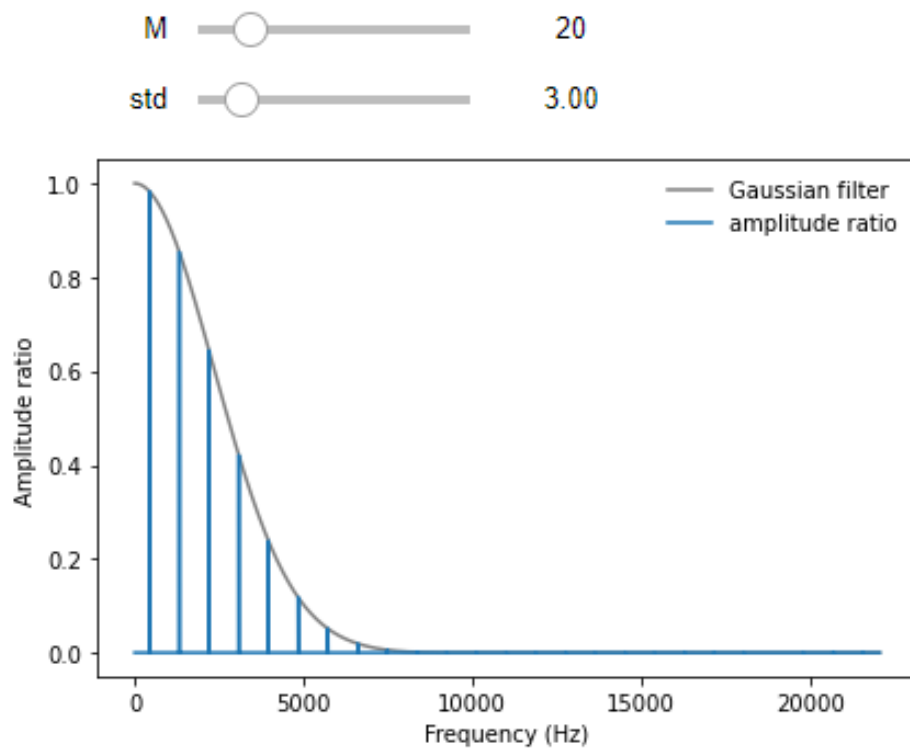


Рис. 2:  $m = 20$ ,  $\text{std} = 3$

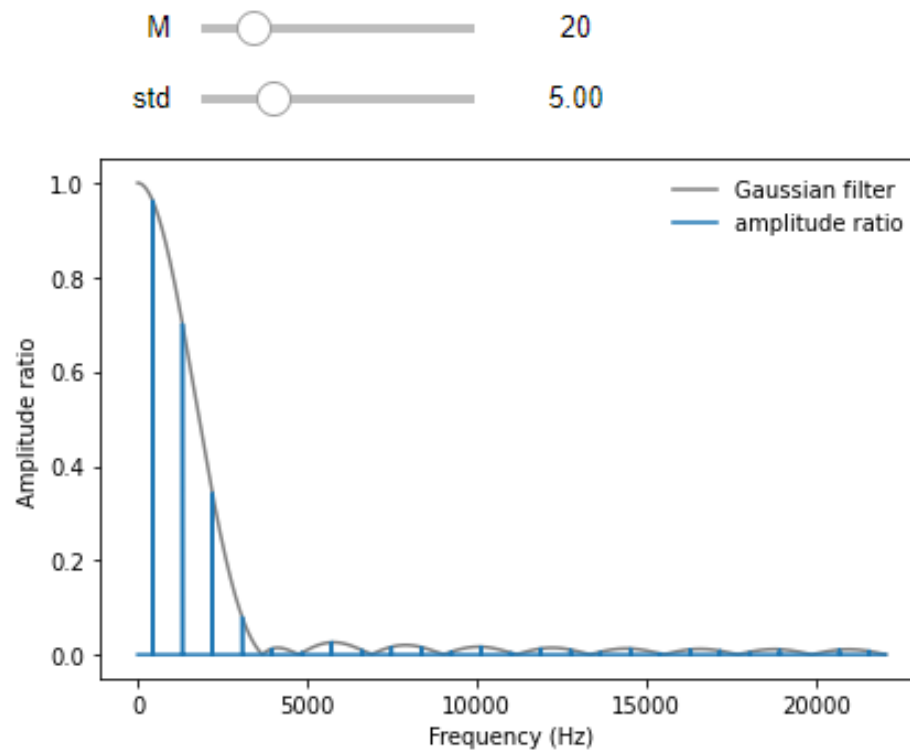


Рис. 3:  $m = 20$ ,  $\text{std} = 5$

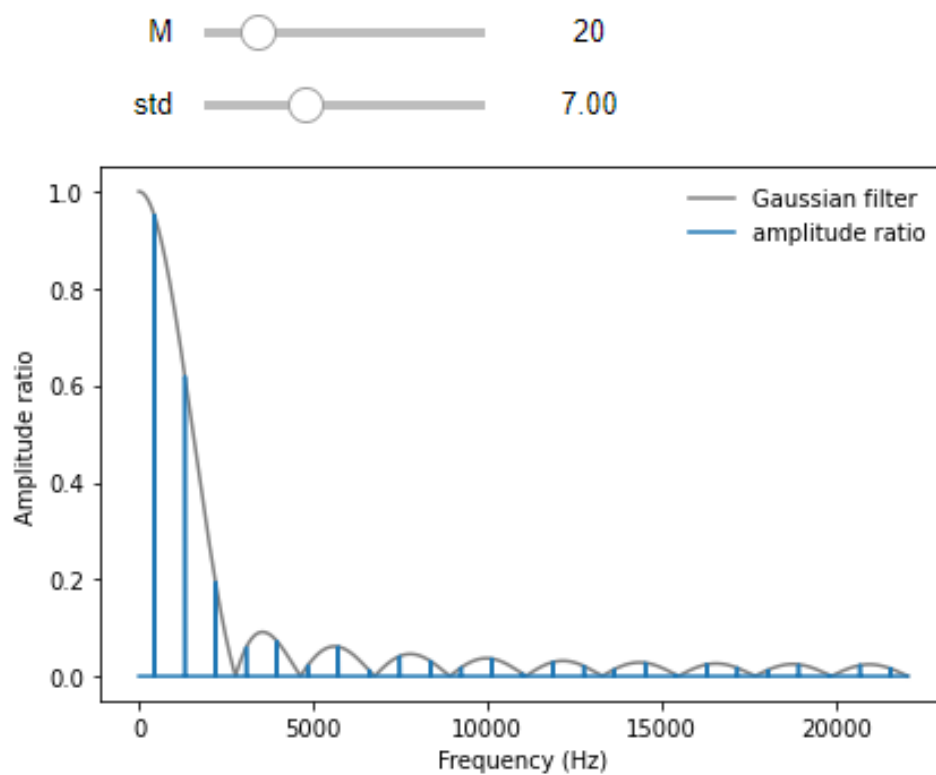


Рис. 4:  $m = 20$ ,  $std = 7$

Увеличение  $std$  без увеличения  $m$  приводит к сплющиванию гауссовой кривой.

## 2 Упражнение №2

В втором упражнении необходимо использовать ДПФ гауссовой кривой на нескольких примерах и понять, что происходит при изменении `std`.

Начнем с реализации функции `plot_gaussian`, которая будет выводить окно Гаусса и БПФ.

```
1     def plot_gaussian(std):
2         M = 32
3         gaussian = scipy.signal.gaussian(M=M, std=std)
4         gaussian /= sum(gaussian)
5
6         plt.subplot(1, 2, 1)
7         plt.plot(gaussian)
8         decorate(xlabel='Time')
9
10        fft_gaussian = np.fft.fft(gaussian)
11        fft_rolled = np.roll(fft_gaussian, M//2)
12
13        plt.subplot(1, 2, 2)
14        plt.plot(np.abs(fft_rolled))
15        decorate(xlabel='Frequency')
16        plt.show()
17
```

Листинг 1: Функция `plot_gaussian`

Реализуем интерактивный виджет для отслеживания изменений.

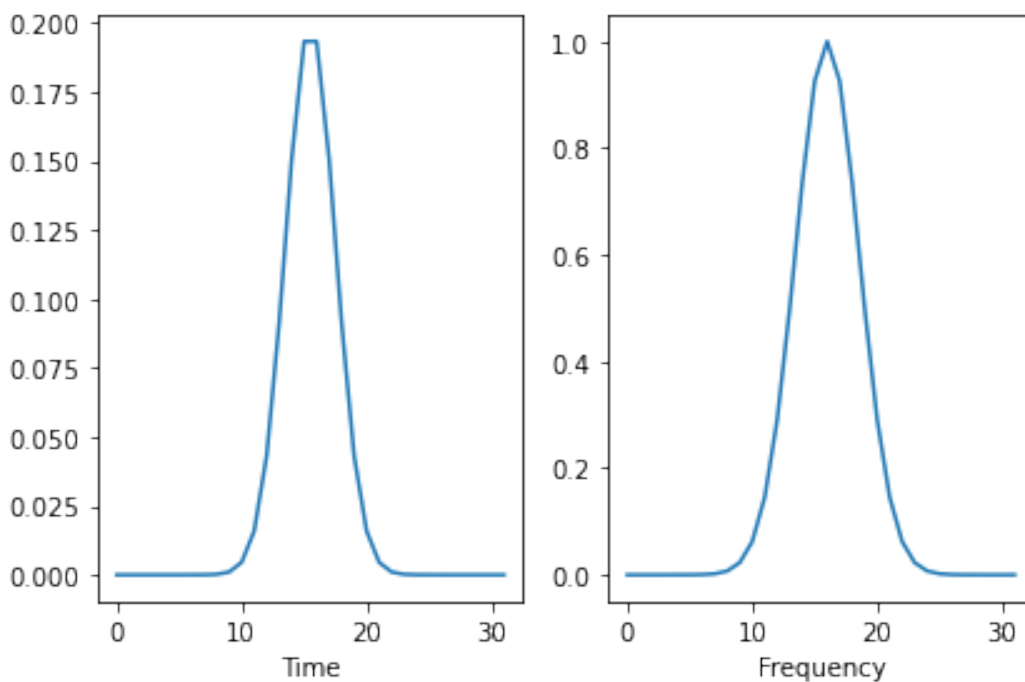


Рис. 5: `std = 2`



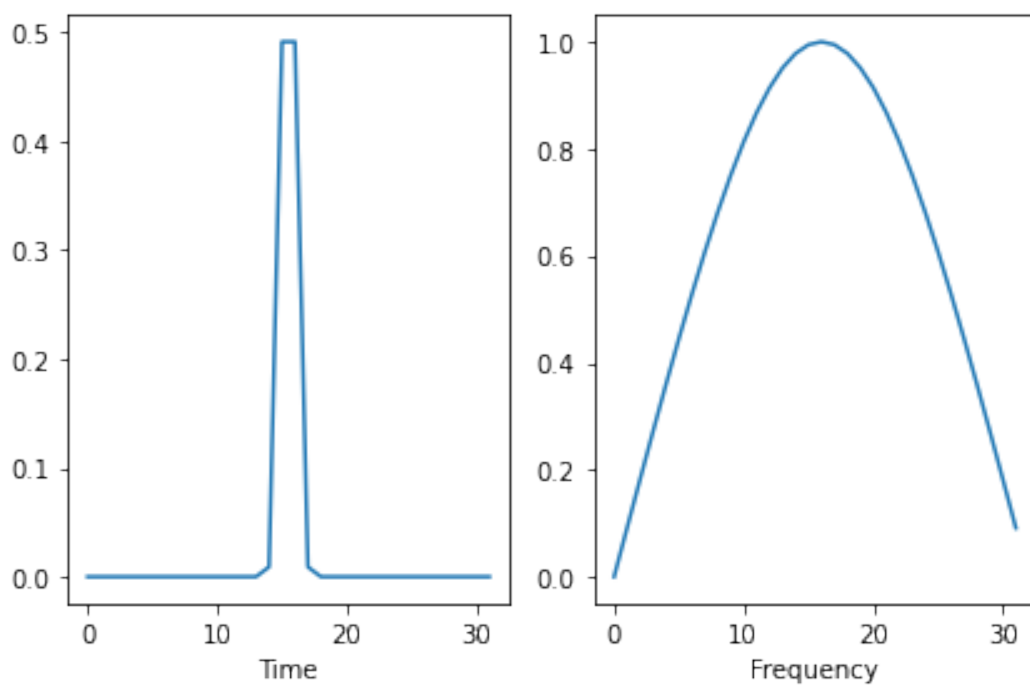


Рис. 6:  $\text{std} = 0.5$

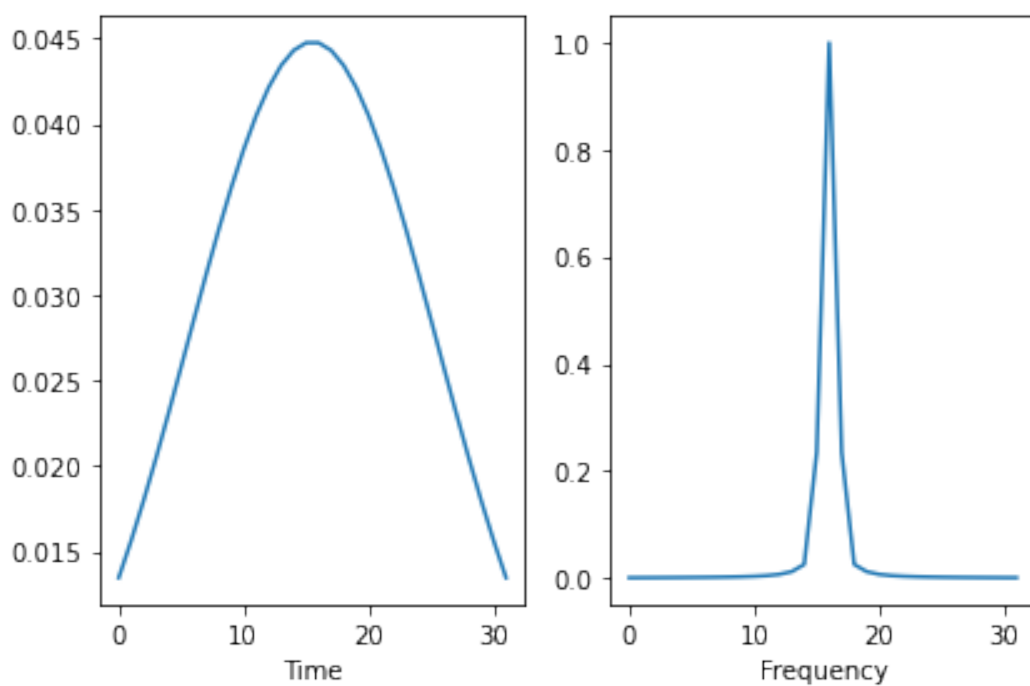


Рис. 7:  $\text{std} = 10$

В результате можно сказать, что при увеличении ширины сигнала идет уменьшение преобразования Фурье, и наоборот.

### 3 Упражнение №3

В третьем упражнении необходимо в дополнение к Гауссову окну создать окно Хэмминга тех же размеров. Также нужно дополнить окно нулями и напечатать его ДПФ. Определить какое окно подходит больше для фильтра низких частот.

Создадим сигнал для дальнейшей работы.

```
1 from thinkdsp import SquareSignal
2
3 signal = SquareSignal(freq=440)
4 wave = signal.make_wave(duration=1.0, framerate=44100)
5
```

Листинг 2: Создание сигнала

Построим нужные окна и выведем их графики.

```
1 M = 15
2 std = 2.5
3
4 gaussian = scipy.signal.gaussian(M=M, std=std)
5 bartlett = np.bartlett(M)
6 blackman = np.blackman(M)
7 hamming = np.hamming(M)
8 hanning = np.hanning(M)
9
10 windows = [blackman, gaussian, hanning, hamming]
11 names = ['blackman', 'gaussian', 'hanning', 'hamming']
12
13 for window in windows:
14     window /= sum(window)
15
16 for window, name in zip(windows, names):
17     plt.plot(window, label=name)
18
19 decorate(xlabel='Index')
20
```

Листинг 3: Построение окон

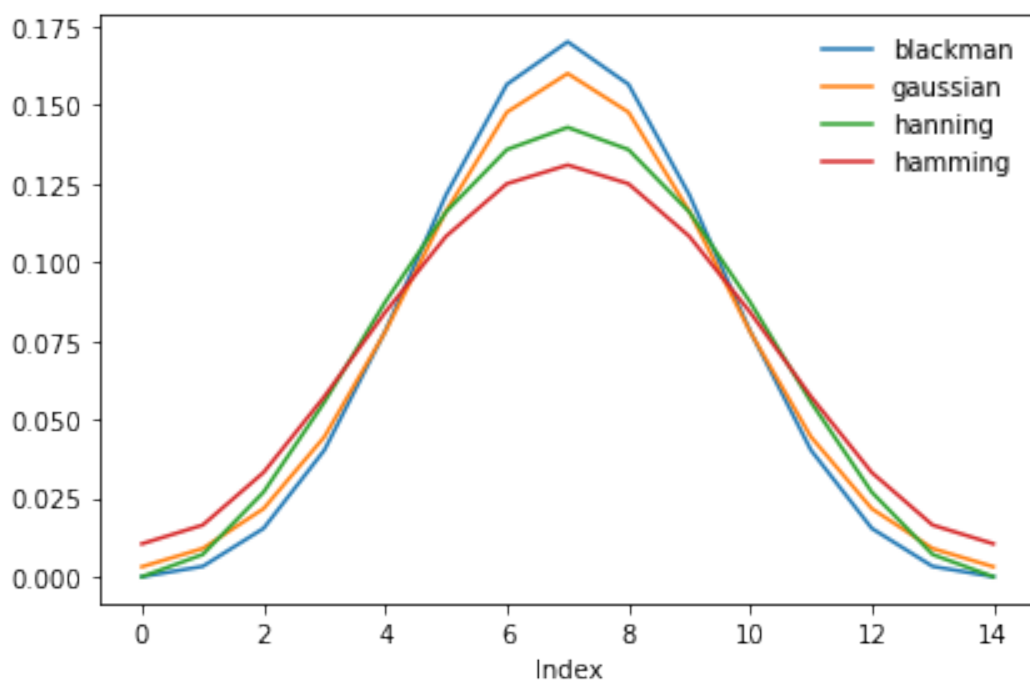


Рис. 8: Графики окон

Графики похожи.

Дополним окна нулями и выведем их ДПФ.

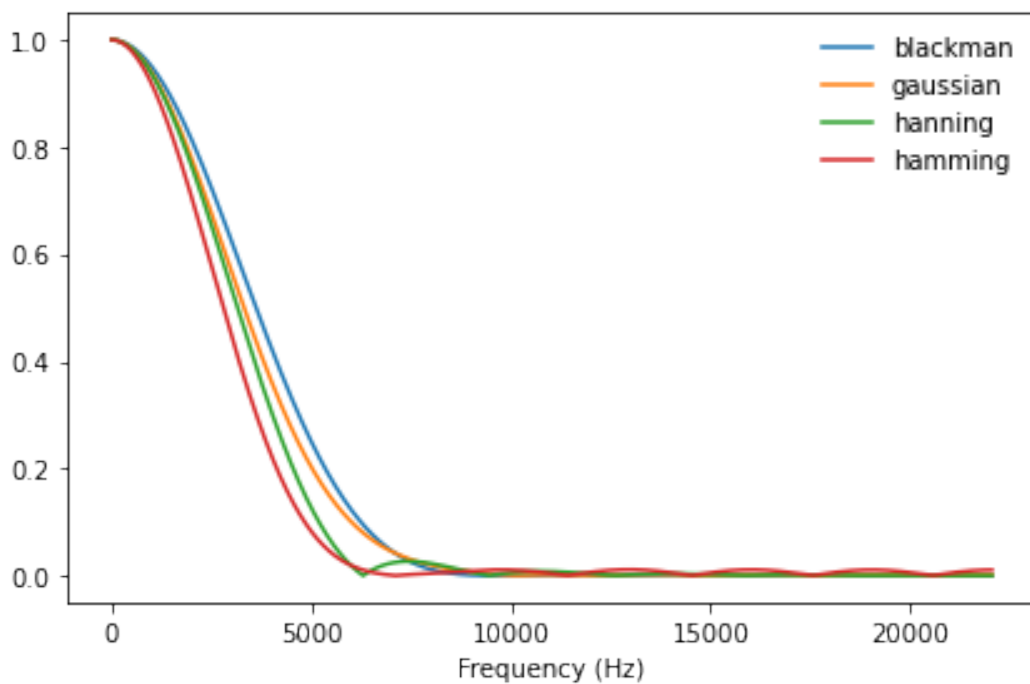


Рис. 9: ДПФ окон

По графикам видно, что окно Хэмминга спадает быстрее всех, окно Блэкма-

на спадает медленнее всех.

Построим логарифмические графики.

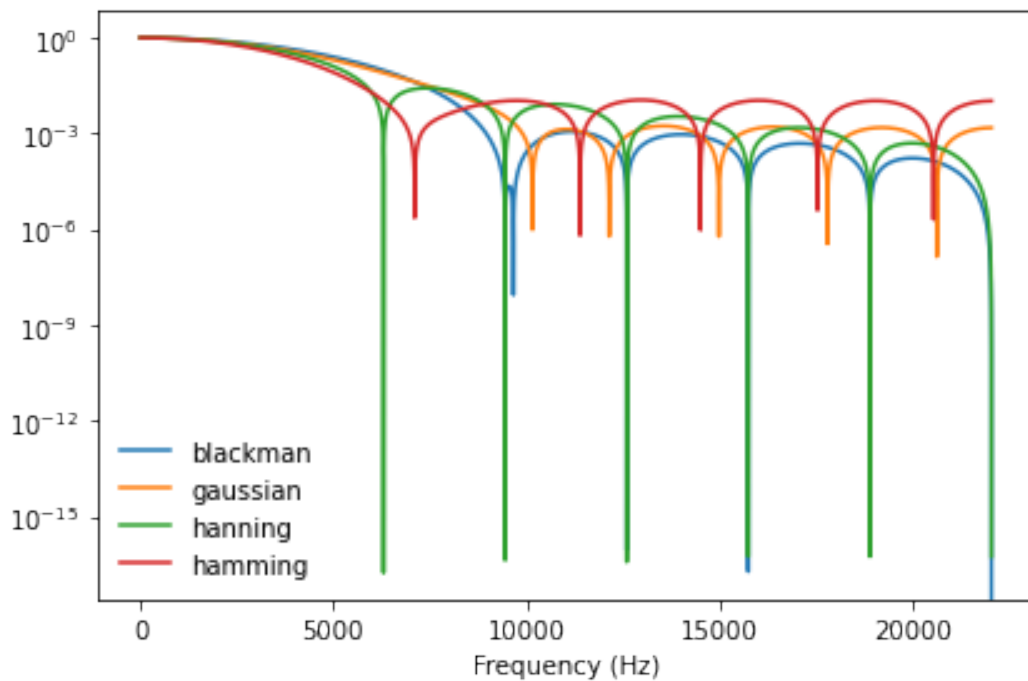


Рис. 10: Логарифмический график ДПФ

На графиках видно, что сначала значения Хэмминга и Ханнинга падают быстрее, чем два других.

Из полученных данных можно сделать вывод, что для фильтрации НЧ лучше всего использовать окно Хэмминга, т.к. оно дает меньше "выпуклостей".

## 4 Выводы

В результате выполнения данной лабораторной работы была разобрана зависимость Гауссовой кривой от ширины Гауссового окна. Кроме того было установлено, что для фильтрации низких частот лучше всего использовать окно Хэмминга.