

Московский государственный технический университет им. Н.Э.
Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника (РЛ)»

Кафедра «Технология приборостроения (РЛ6)»

Лабораторная работа №3
по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

Выполнил ст. группы РЛ6-71

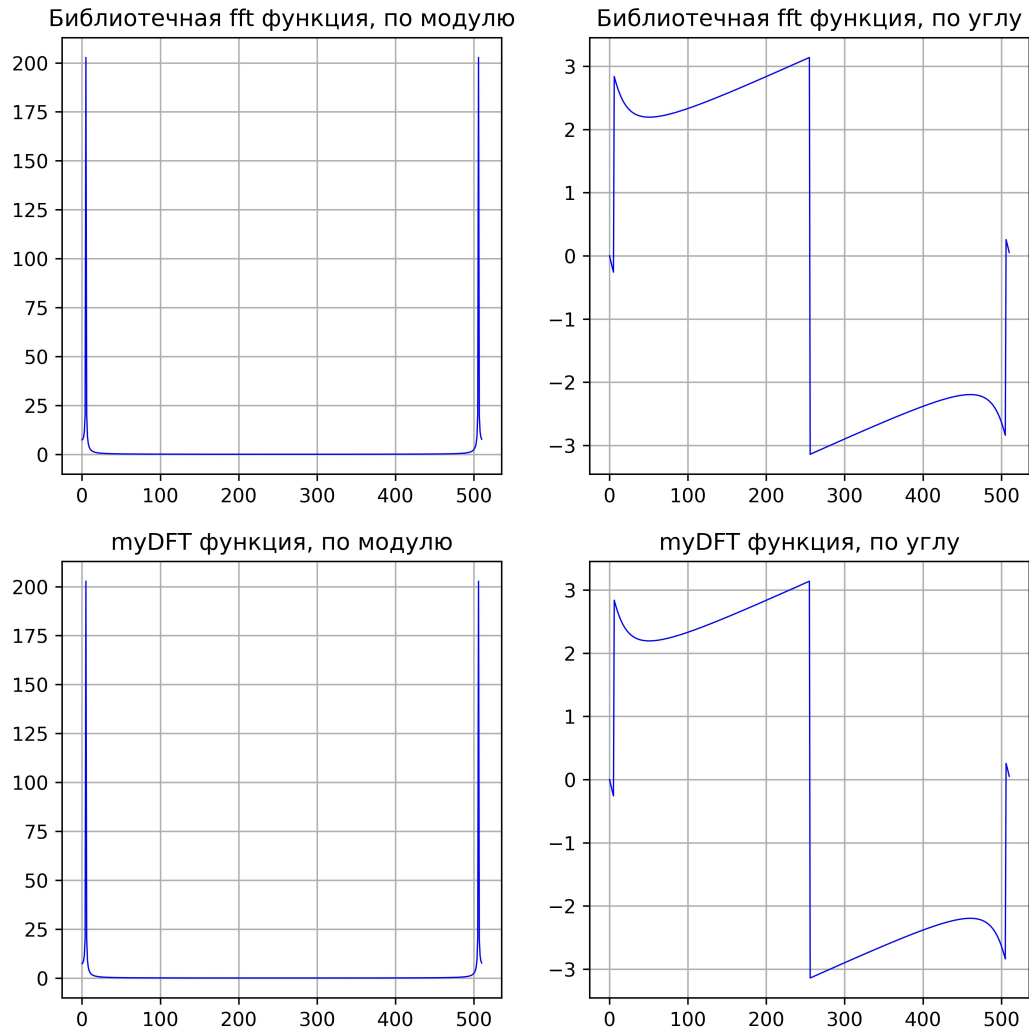
Филимонов С. В.

Преподаватель Дмитриев Д. Д.

Москва, 2023

Задание № 1

Разработайте функцию DFT, вычисляющую ДПФ от входного вектора, не используя функцию MatlabFFT, и рисующую графики действительной и мнимой частей результата преобразования. Сравните результаты работы своей функции с функцией Matlab FFT.



Задание № 2

Предположим, что задан входной сигнал $x[i]$ значения ДПФ сигнала $x(i)$. Разработайте в среде Matlab функцию $[cA, sA] = \text{SinCosAmps}(X)$, которая из комплексных значений $x(i)$ вычисляет амплитуды косинусов и синусов, на которые раскладывается сигнал $x[i]$. Если входной сигнал имеет размерность N , то выходные массивы cA и sA должны иметь размерность $N/2+1$.

```
def SinCosAmps(X):
    N = len(X)
    cA = np.zeros((N//2 + 1,), dtype=np.float64)
    sA = np.zeros((N//2 + 1,), dtype=np.float64)

    cA[0] = np.abs(X[0])/N
    cA[N//2] = np.abs(X[N//2])/N

    for k in range(1, N//2):
        cA[k] = np.abs(X[k])/N
        sA[k] = np.abs(X[N-k])/N

    return cA, sA
```

```
x_ = X0[1:10]
print("x:", x_)
cA, sA = SinCosAmps(X0[1:10])
print("Amplitudes of cosines:", cA)
print("Amplitudes of sines:", sA)
```

```
x: [ 2.32345826 +1.53069779j  2.60839969 +3.4788446j
      3.30686692 +6.75318476j  5.45887259 +15.30977114j
      52.77121418+192.42273369j -4.98346027 -22.93047315j
      -2.03498568 -11.63355982j -1.13929178 -8.0466069j
      -0.71472077 -6.25338189j]
Amplitudes of cosines: [ 0.30915045  0.48312395  0.83548517  1.80598587 22.16974623]
Amplitudes of sines: [0.          0.6993437  0.90298455 1.31224471 0.          ]
```

Задание № 3

Напишите Matlab-функцию, которая выполняет синтез сигнала $x[n]$ из амплитуд косинусов и синусов, полученных функцией SinCosAmps. Проверьте работу функции.

```
def SynthesizeSignal(cA, sA):
    N = 2 * (len(cA) - 1)
    X = np.zeros((N,), dtype=np.complex128)

    X[0] = cA[0]
    X[N//2] = cA[N//2]

    for k in range(1, N//2):
        X[k] = cA[k] + 1j * sA[k]
        X[N-k] = np.conj(X[k])

    x = np.fft.irfft(X) * N

    return x
```

```
x = SynthesizeSignal(cA, sA)
print("Synthesized signal:", x)
```

```
Synthesized signal: [ 32.37937081 -7.32791836 -28.5173662  16.92303318 14.967328
 -21.49439828 -5.3973632  22.46701044 -4.84277533 -19.64491719
 13.99600995 13.71832301 -19.41610643 -5.33702679]
```

Задание № 4

Напишите Matlab-функцию которая преобразует комплексные значения ДПФ сигнала $x(i)$ в гармонические параметры ϕ и M (см. формулу (3.9)). Если $x(i)$ имеет размерность N , то размерность массивов ϕ и M должна быть $N/2+1$. Используя разработанную функцию произвольного сигнала $x[i]$, постройте амплитудный и фазовый спектры сигнала.

```
def ConvertToHarmonics(X):  
    N = len(X)  
    M = np.abs(X[:N//2+1])  
    phi = np.angle(X[:N//2+1])  
    return M, phi
```

```
M, phi = ConvertToHarmonics(x_)  
print("Amplitude spectrum:", M)  
print("Phase spectrum:", phi)
```

```
Amplitude spectrum: [ 2.78235405  4.34811554  7.51936654 16.25387284 199.52771608]  
Phase spectrum: [0.58253771 0.92743022 1.11544264 1.22828821 1.303131  ]
```

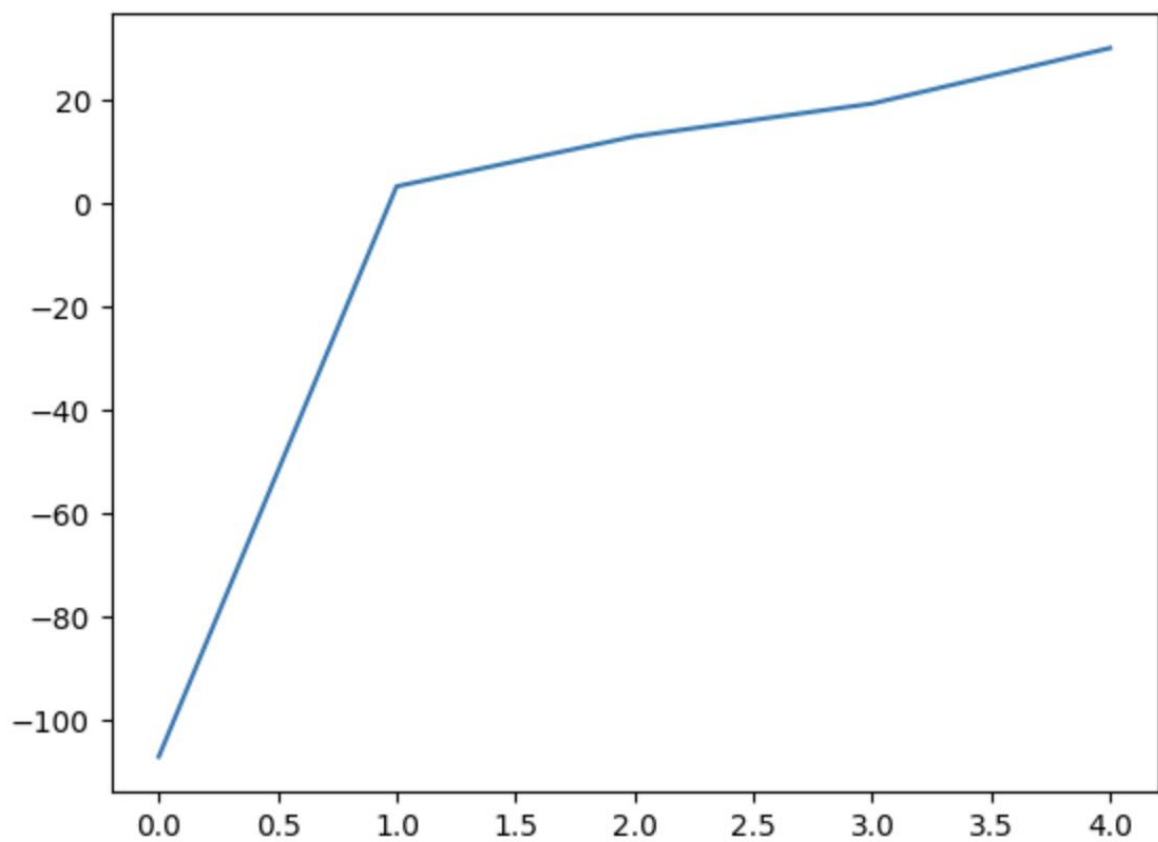
Задание № 5

Напишите Matlab-функцию которая выполняет синтез сигнала из гармонических параметров ϕ и M . Проверьте работу функции.

```
def SynthesizeFromHarmonics(M, phi):
    L = len(M)
    t = np.arange(0, L, 1)
    x = np.zeros(L)
    for k in range(L):
        x += M[k] * np.cos(2 * np.pi * k * t / L + phi[k])
    return x
```

```
M = [10, 18.54, 26, 33.12, 40]
phi = [10, 10, 10, 10, 10]

x = SynthesizeFromHarmonics(M, phi)
plt.plot(x)
plt.show()
```



Задание № 6, 7

Не удалось найти нужные файлы

Задание № 8

Выполните моделирование работы полупроводникового диода при прохождении через него синусоидального сигнала (рис. 3.15).

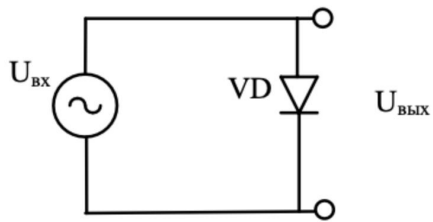


Рис.3.15. Схема для задания 3.2.8

Выходное напряжение определяется следующим образом

$$U_{\text{ВЫХ}} = \begin{cases} U_{\text{ВХ}} \times \text{acrtg}\left(\frac{1}{r_{\text{пр}}}\right), & U_{\text{ВХ}} > U_{\text{отс}} \\ U_{\text{отс}} \left(\frac{U_{\text{ВХ}}}{U_{\text{отс}}}\right)^2, & 0 < U_{\text{ВХ}} < U_{\text{отс}} \\ 0, & U_{\text{ВХ}} < 0 \end{cases}.$$

Постройте график выходного напряжения, если на входе действует сигнал

$$x(t) = 0.5 \sin(2\pi 10t), 0 < t < 0.5c$$

Для получения дискретного сигнала $x[n]$ выполните дискретизацию сигнала с частотой 100 Гц. Постройте спектры входного ($x[n]$) и выходного сигнала $y[n]$.
Какие выводы можно сделать по внешнему виду полученных спектров?

