

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева»  
(Самарский университет)

Институт информатики и кибернетики  
Кафедра технической кибернетики

Отчёт по лабораторной работе №1  
Дисциплина: «Оптическая информатика»

**Численная реализация интегральных преобразований в  
конечных пределах**

Выполнил: Гуторов Владислав  
Сергеевич  
Группа: 6402-010302D  
Вариант 8

### Задание

Реализовать численный расчёт интегрального преобразования над одномерным сигналом. Заданы входной сигнал, ядро сигнала и параметры.

$$f(x) = e^{\frac{ix}{10}},$$

$$K(\xi, x) = J_2(\alpha \xi x)x,$$

$$[a, b] = [0, c], c = 5$$

$$[p, q] = [0, 5],$$

$$\alpha = 1, m = 1000, n = 1000.$$

## Результаты работы

График амплитуды входного сигнала показан на рисунке 1.

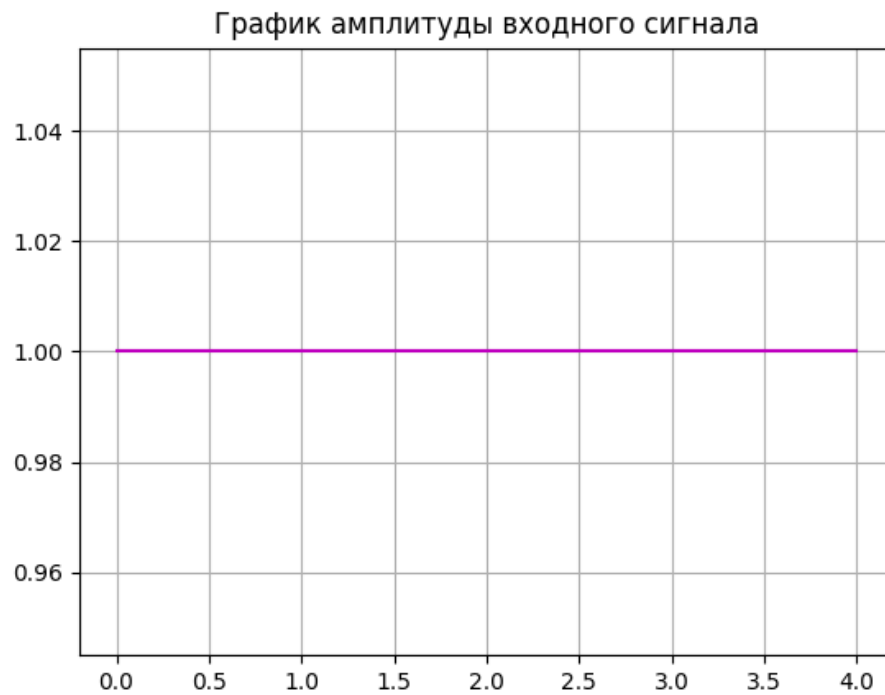


Рисунок 1- График амплитуды входного сигнала

График фазы входного сигнала показан на рисунке 2.



Рисунок 2 – График фазы входного сигнала

Задав переменную  $\beta = \frac{1}{1000000}$  получим следующие графики (Рисунок 3, 4).

График амплитуды не изменился. График фазы сжался по оси Y.

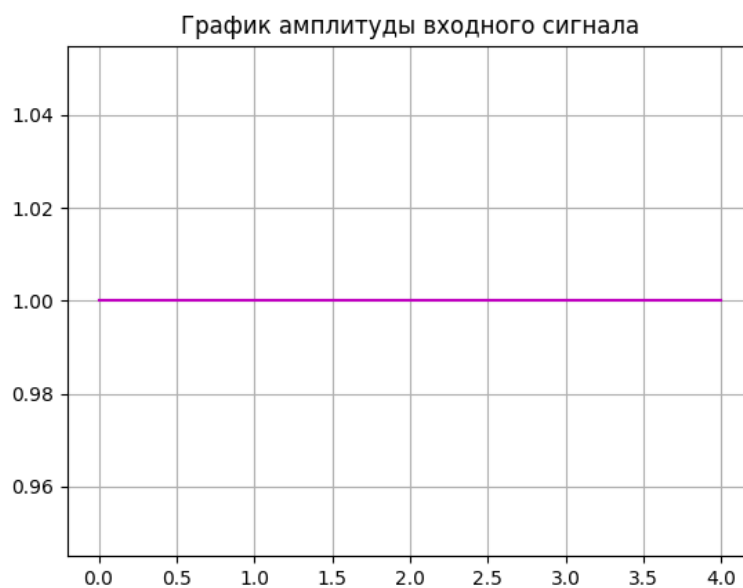


Рисунок 3 – График амплитуды входного сигнала при  $\beta = \frac{1}{1000000}$



Рисунок 4 – График фазы входного сигнала при  $\beta = \frac{1}{1000000}$

Задав переменную  $\beta = 10000$ , получим следующие графики (Рисунок 5, 6).

График амплитуды не изменился. График фазы растянулся по Y, у него появились экстремумы

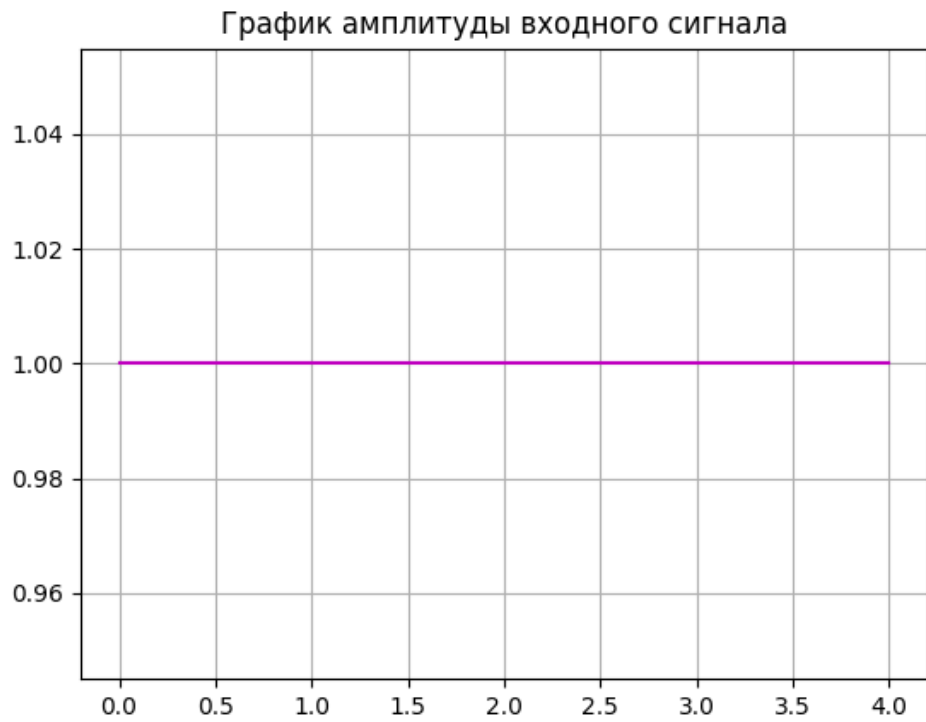


Рисунок 5 – График амплитуды входного сигнала при  $\beta = 10000$



Рисунок 6 – График фазы входного сигнала при  $\beta = 10000$

Задав переменную  $\beta = -10000$ , получим следующие графики (Рисунок 7, 8).  
Амплитуда не изменилась. Фаза отразилась относительно  $Y$ .



Рисунок 7 – График амплитуды входного сигнала при  $\beta = -10000$

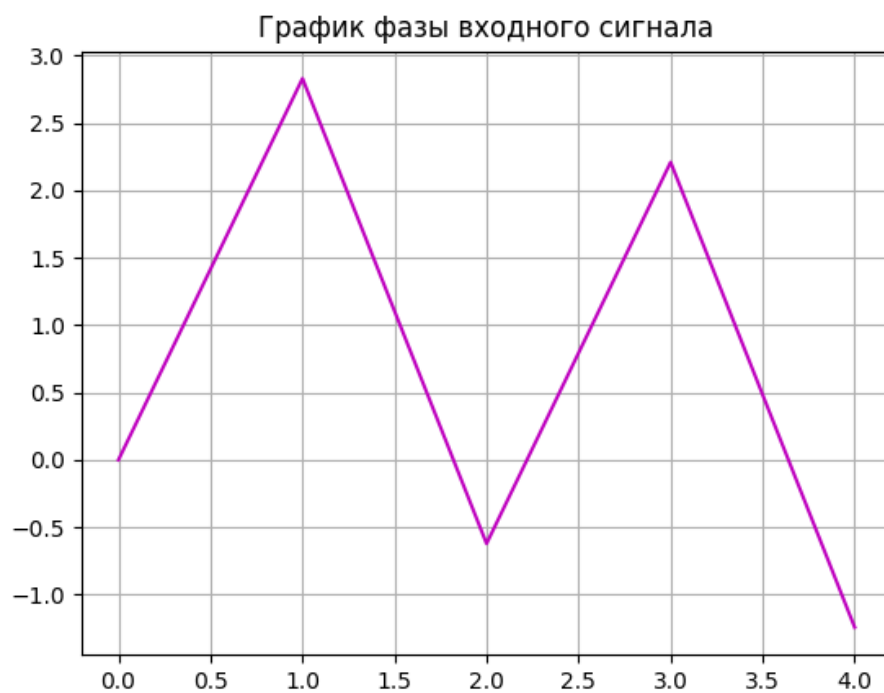


Рисунок 8 – График фазы входного сигнала при  $\beta = -10000$

На основе рисунков 5,6,7 и 8 можно сделать вывод, что график амплитуды не зависит от параметра  $\beta$  т.к. он остается без изменений, график фаз при  $\beta$  близком к нулю сжимается к оси Y, а при отрицательных значениях  $\beta$  становится отзеркаленным относительно оси X (особенно это видно, если сравнивать рисунки 6 и 8).

Графики распределения амплитуды и фазы при значениях  $\beta = 0.1$ ,  $m = 1000$ ,  $\alpha = 1$  (Рисунок 9, 10).



Рисунок 9 - График амплитуды выходного сигнала



Рисунок 10 - График фазы выходного сигнала

Далее рассмотрим, как изменятся графики после изменения параметров  $p$  и  $q$ . Поменяем их на 5 и 10 соответственно (Рисунок 11, 12).



Рисунок 11 - График амплитуды выходного сигнала при изменении  $[p, q]$



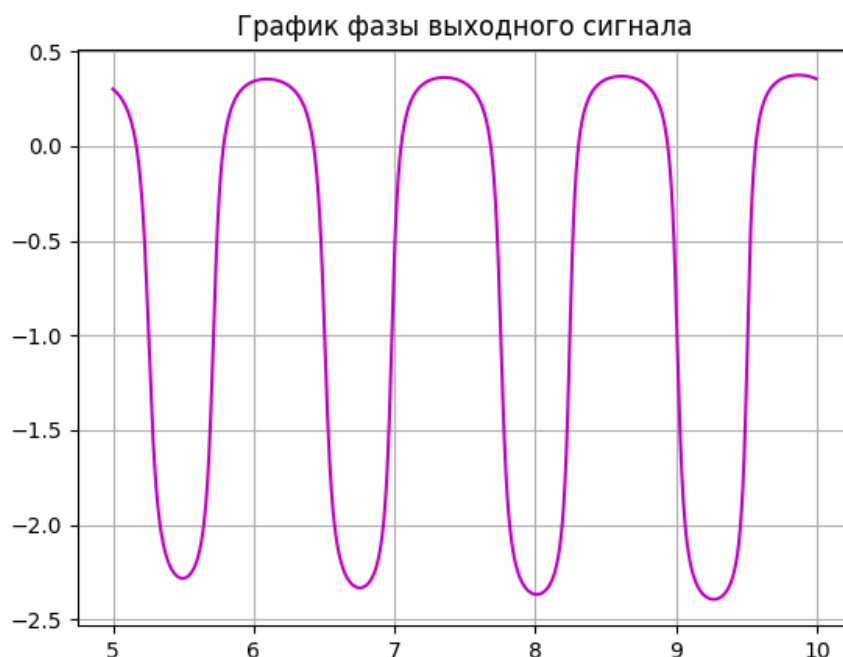


Рисунок 12 - График фазы выходного сигнала при изменении  $[p, q]$

Из рисунков 11 и 12 можно сделать вывод, что с увеличением параметров  $p$  и  $q$  графики амплитуд и фаз сжимаются относительно оси  $Y$ , относительно оси  $X$  графики не изменились.

Вернем исходные значения параметров  $p$  и  $q$ . Теперь будем изменять значения  $\alpha$ . Результаты представлены на рисунке 13 и 14 при  $\alpha = 5$  и на рисунке 15 и 16 при  $\alpha = 100$ .



Рисунок 13 - График амплитуды выходного сигнала при  $\alpha = 5$

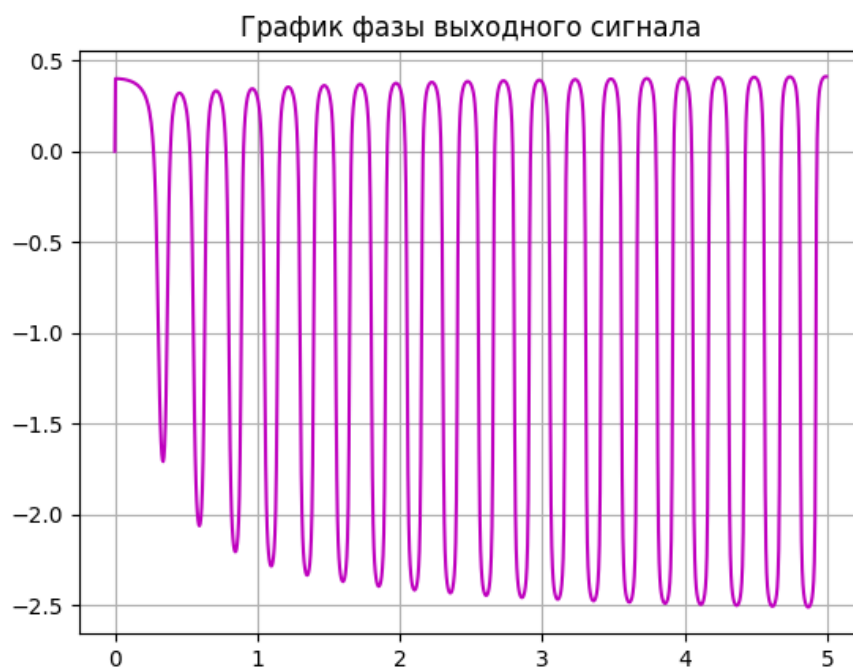


Рисунок 14 - График фазы выходного сигнала при  $\alpha = 5$

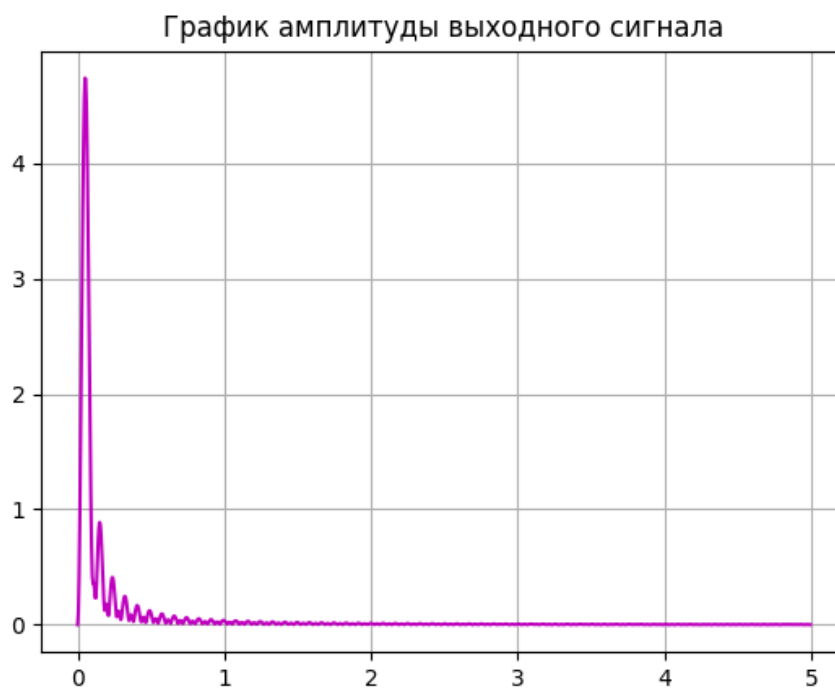


Рисунок 15 - График амплитуды выходного сигнала при  $\alpha = 15$

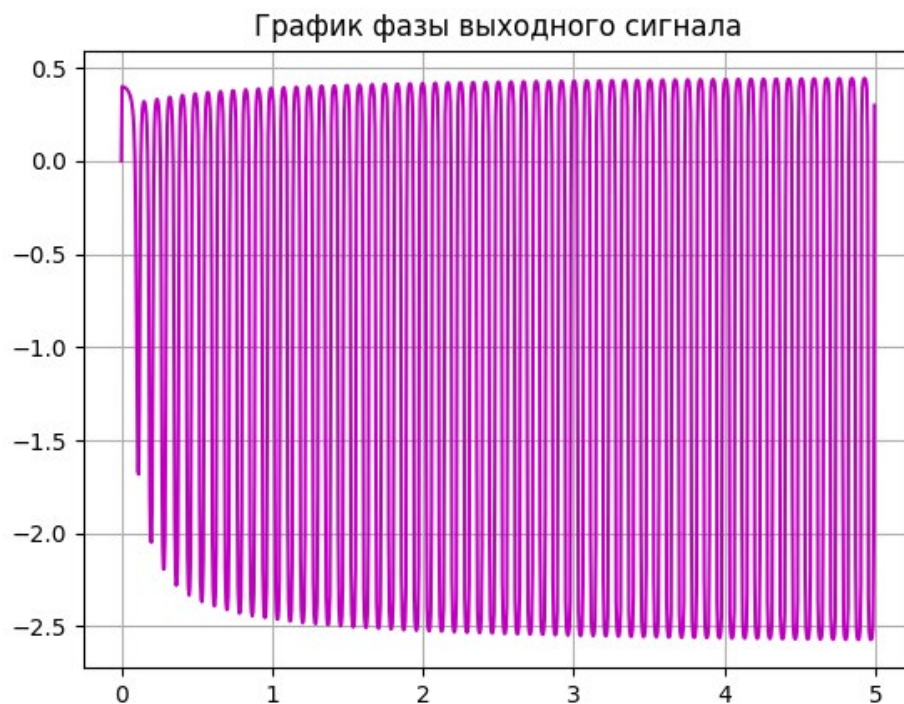


Рисунок 16 - График фазы выходного сигнала при  $\alpha = 15$

При увеличении параметра  $\alpha$  графики сжимаются по оси  $Y$ , происходит сглаживание локальных экстремумов графика амплитуды. Тогда как по оси  $X$  изменений не происходит.

Теперь изменим параметр  $c$  на значения 10 и 20 (Рисунок 17, 18 и 19, 20).



Рисунок 17 - График амплитуды выходного сигнала при  $c = 10$



Рисунок 18 - График фазы выходного сигнала при  $c = 10$



Рисунок 19 - График амплитуды выходного сигнала при  $c = 20$

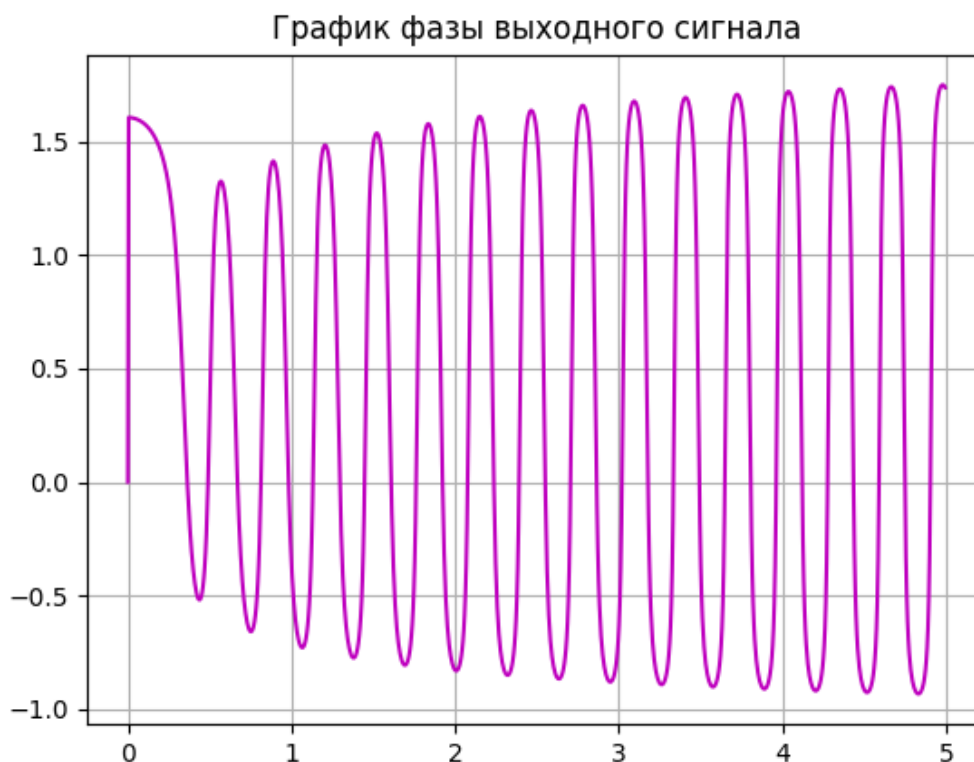


Рисунок 20 - График фазы выходного сигнала при  $c = 20$

При увеличении параметра  $c$  скачок в начале графиков амплитуд и фаз становится больше.

### Выводы

Параметр $\beta$ в исходной функции	При изменении параметра график амплитуды не изменяется. График фазы сигнала при увеличении параметра сжимается по оси $X$ и растягивается по оси $Y$ , при значении близком к нулю сжимается к оси $Y$ , при отрицательных значениях становится зеркальным относительно оси $X$ .
Выходная область $[p, q]$	С увеличением параметров графики амплитуд и фаз сжимаются относительно оси $Y$ , относительно оси $X$ графики не изменяются.
Параметр $\alpha$ в ядре оператора	С увеличением параметра графики сужаются относительно $X$ и не изменяются относительно оси $Y$ .
Параметр $c$ во входной области $[a, b]$	При увеличении параметра в начале графиков амплитуд и фаз увеличивается скачок.

## Код

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.special import jv

def draw(title, arr_x, arr_y):
    """
    Функция для построения графика

    :param title:
    :param arr_x:
    :param arr_y:
    :return:
    """

    plt.plot(arr_x, arr_y, 'm')
    plt.title(title)
    plt.grid(True)
    plt.show()

if __name__ == '__main__':
    a, b = 0, 5
    p, q = 0, 5
    m, n = 1000, 1000
    alpha = 1

    #Исходный сигнал
    betta = 1 / 10
    func = lambda x: np.exp(complex(0, 1) * x * betta)
    # arr_x = np.arange(a, b)
    # arr_y = func(arr_x)
    # draw("График амплитуды входного сигнала", arr_x, np.abs(arr_y))
    # draw("График фазы входного сигнала", arr_x, np.angle(arr_y))

    #Выходной сигнал
    hx = (b - a) / m
    hxi = (q - p) / m
    x = lambda k: a + k * hx
    xi = lambda l: p + l * hxi
    F = lambda l: (hx * sum([jv(2, x(k)*xi(l)*alpha) * x(k) * func(x(k))
                           for k in range(0, n)]))
    Fl = [F(l) for l in range(0, n+1)]
    draw("График амплитуды выходного сигнала", np.arange(p, q, (q - p) / m+1), np.abs(Fl))
    draw("График фазы выходного сигнала", np.arange(p, q, (q - p) / m+1), np.angle(Fl))
```