

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Информационная безопасность систем и технологий»

Отчет

по лабораторной работе №9

на тему «ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ»

Дисциплина: СиСПИ

Группа: 21ПИ1

Выполнил: Гусев Д. А.

Количество баллов:

Дата сдачи:

Принял: Иванов А. П.

1 Цель работы: изучение спектрального состава периодической последовательности импульсов прямоугольной формы при различных частотах следования и длительностях импульсов.

2 Задание на лабораторную работу. Построить временные диаграммы, рассчитать и построить в масштабе амплитудные спектры следующих сигналов:

- Периодической последовательности прямоугольных импульсов с амплитудой $U_0 = N + 1$ (В), длительностью $\tau = MN + 1$ (мс) и периодом $T = (N \bmod 3 + 2)\tau$ (мс). Здесь N — последняя цифра номера студенческого билета (например, 4), MN — две последние цифры номера студенческого билета (например, 94), $x \bmod y$ — операция взятия по модулю, эквивалентная взятию остатка от деления x на y (например, $4 \bmod 3 = 1$).

- Периодической последовательности прямоугольных импульсов с длительностью в 2 раза меньшей, чем в п. 1.

- Периодической последовательности прямоугольных импульсов с длительностью как в п. 1, но в 2 раза большим периодом.

- Одиночного прямоугольного импульса с амплитудой и длительностью как в п. 1.

3 Выполнение работы.

3.1 Были рассчитаны параметры сигнала для первой последовательности. Из условия задания $N = 8$, $MN = 8$.

$$U_0 = N + 1 = 8 + 1 = 9 \text{ В}$$

$$\tau = MN + 1 = 8 + 1 = 9 \text{ мс}$$

$$T = (8 \bmod 3 + 2) * 9 = 4 * 9 = 36 \text{ мс}$$

Были рассчитаны C_n и f с помощью программы на python. Программа приведена в приложении А. Была построена диаграмма амплитудного спектра. Результат представлен на рисунке 1.

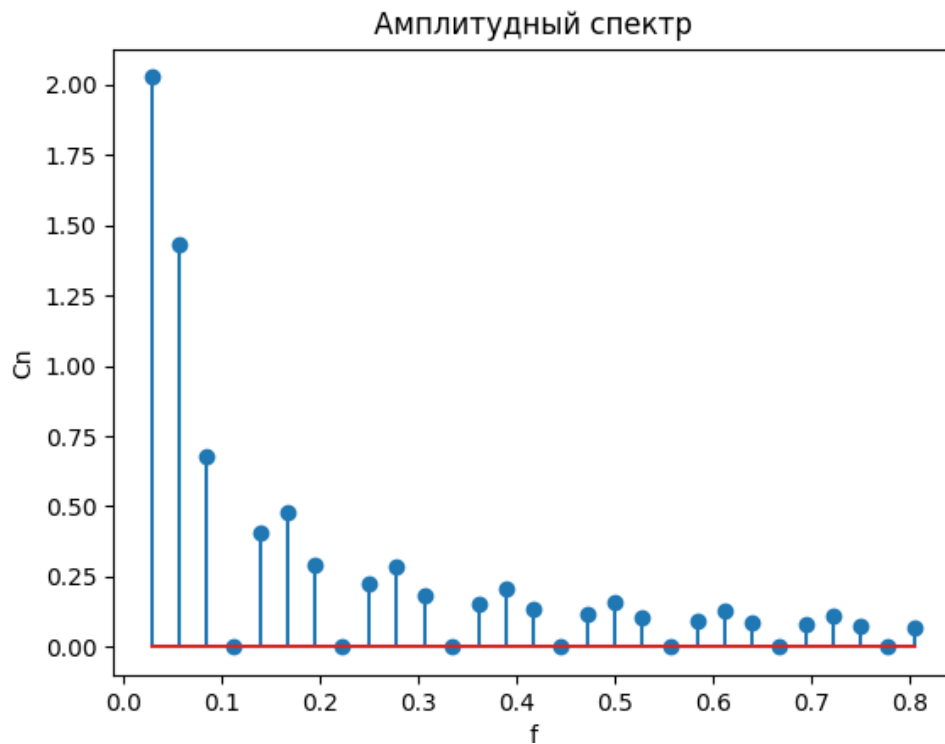


Рисунок 1 — Амплитудный спектр 1-го сигнала

3.2 Был построен амплитудный спектр для периодической последовательности прямоугольных импульсов с длительностью 4,5 ms.

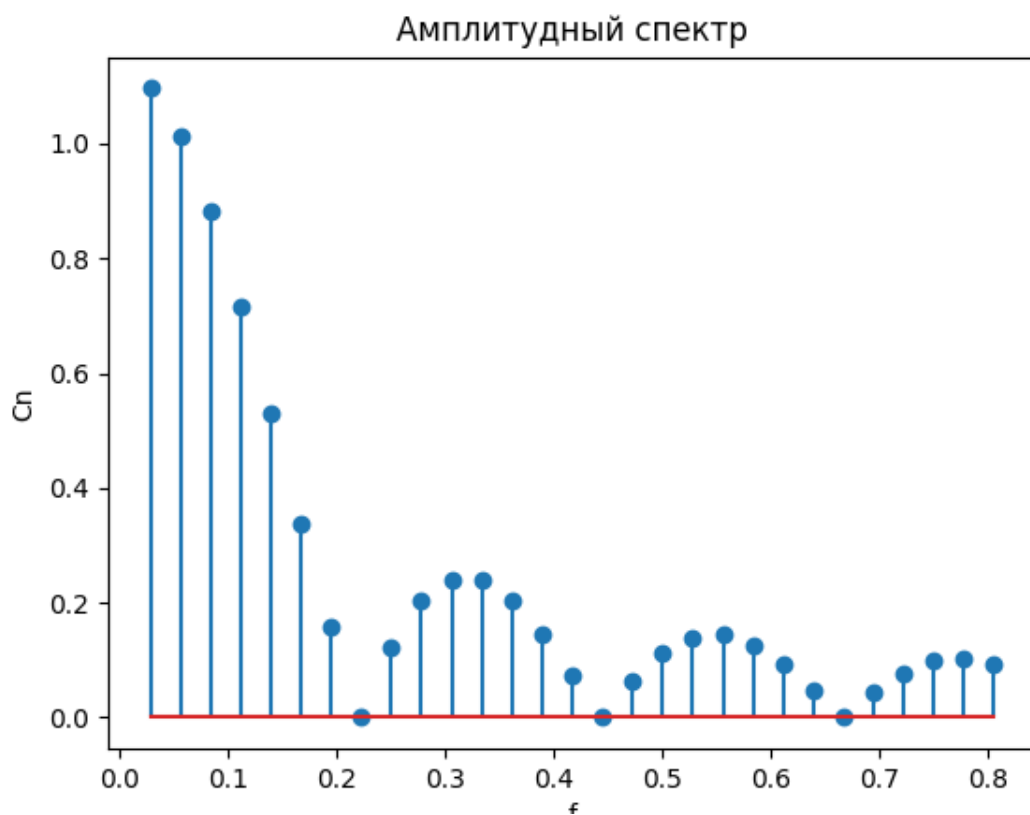


Рисунок 2 — Амплитудный спектр 2-го сигнала

3.3 Был построен амплитудный спектр для периодической последовательности прямоугольных импульсов с длительностью 9 ms и периодом 72 ms.

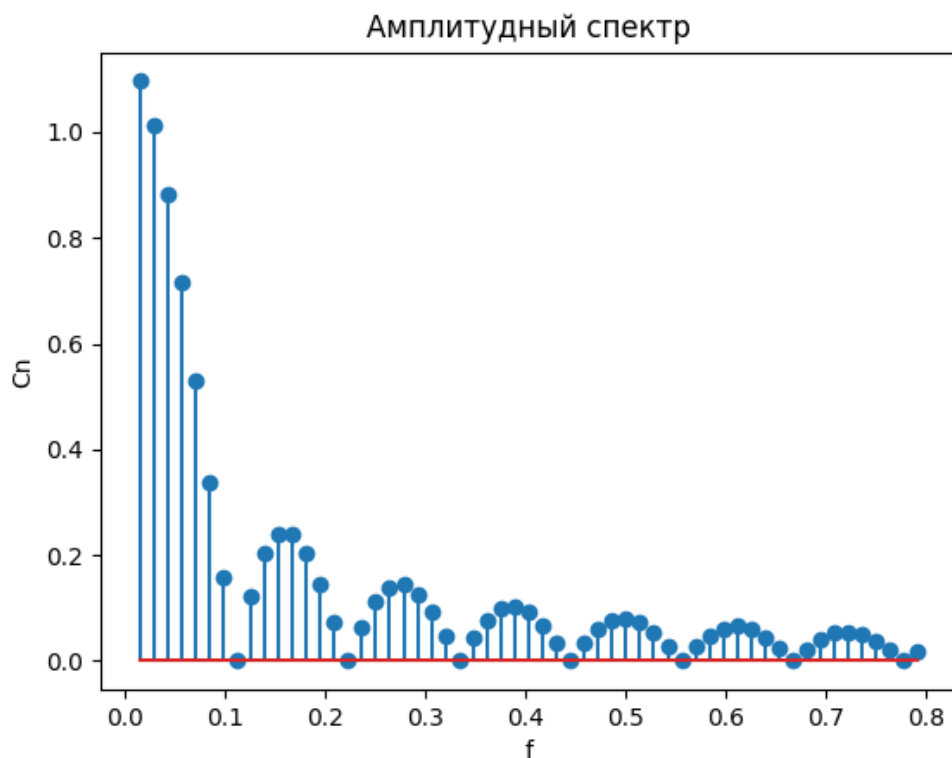


Рисунок 3 — Амплитудный спектр 3-го сигнала

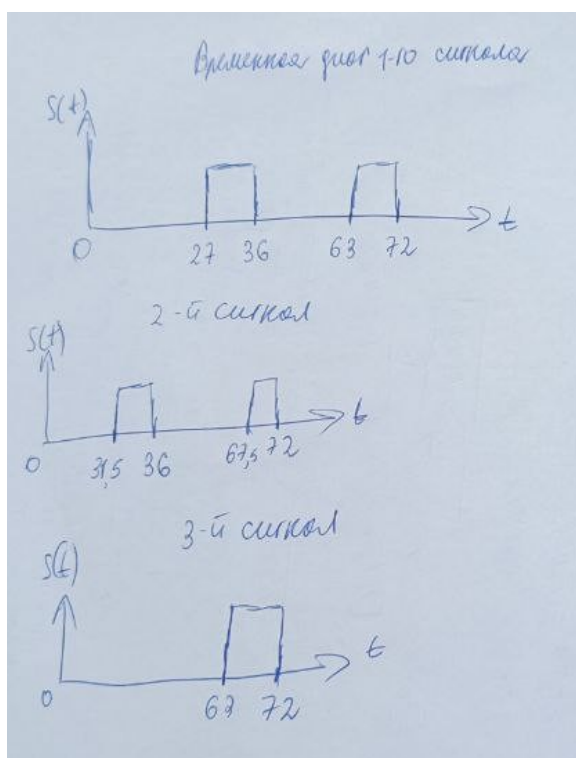


Рисунок 4 — Временные диаграммы сигналов

3.4 Был построен амплитудный спектр для 4-го одиночного сигнала. Результат представлен на рисунке 5. Временная диаграмма представлена на рисунке 6.

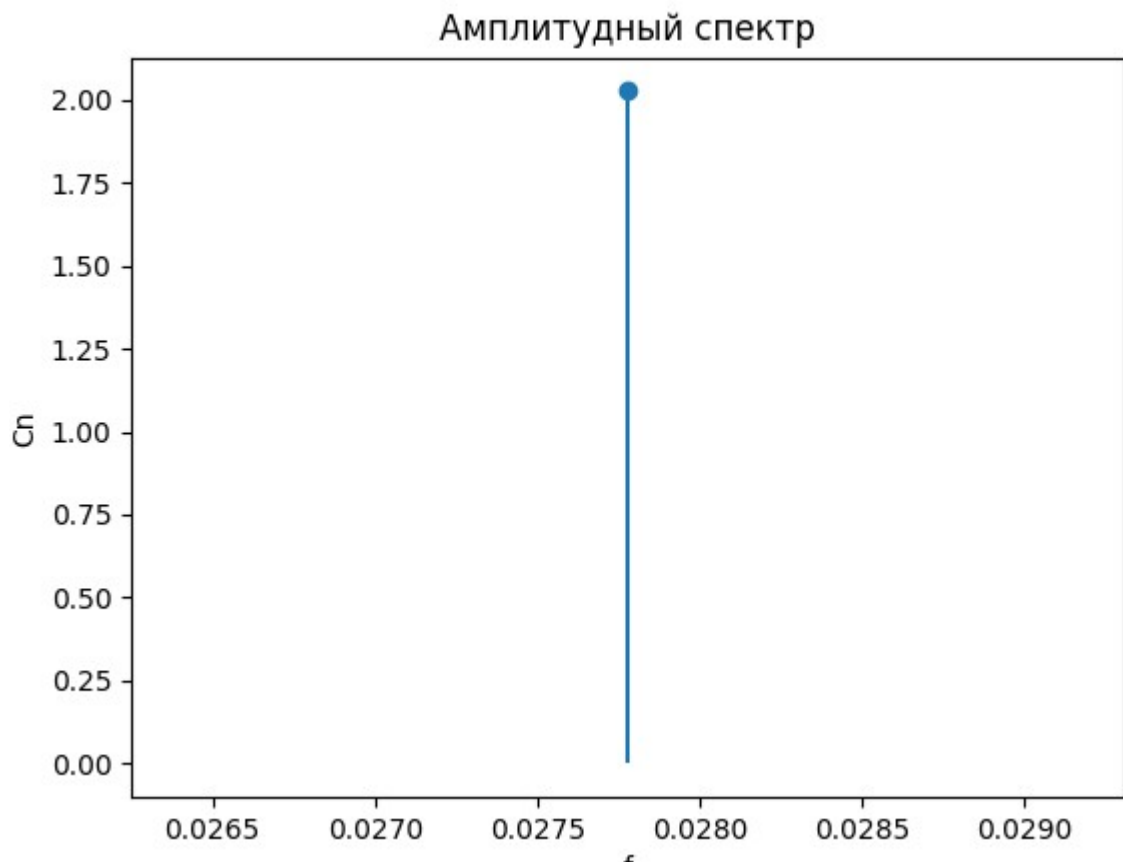


Рисунок 5 — Амплитудный спектр 5-го сигнала

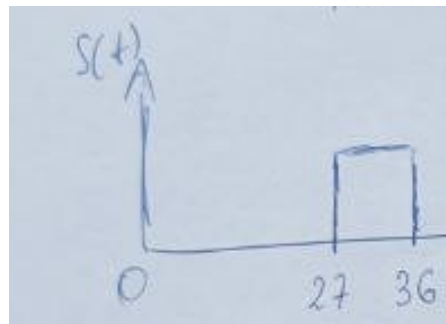


Рисунок 6 - Временные диаграмма одиночного сигнала

4 Вывод: были изучен спектральный состав периодической последовательности импульсов прямоугольной формы при различных частотах следования и длительностях импульсов.

Приложение А

Программа Python

```
from math import sin, pi
import matplotlib.pyplot as plt

signals = [{'U': 9, 'T': 36, 't': 9}, {'U': 9, 'T': 36, 't': 4.5}, {'U':
9, 'T': 72, 't': 9}]

def Cn(number: int, sig: dict) -> tuple:
    Q = sig['T'] / sig['t']
    multiplier1 = (sig['U'] / Q)
    multiplier2 = (pi * number) / Q
    multiplier3 = sin(multiplier2)
    return multiplier1 * abs(multiplier3 / multiplier2), number /
sig['T']

def handler(sig: dict) -> tuple[list, ...]:
    amplitudes = []
    frequencies = []

    n = 1
    while True:
        cnumber, freq = Cn(n, sig)
        amplitudes.append(cnumber)
        frequencies.append(freq)
        if freq > pi / 4:
            break
        n += 1
    return frequencies, amplitudes

for signal in signals:
    plt.stem(*handler(signal))
```

```
plt.xlabel('f')  
plt.ylabel('Cn')  
plt.title('Амплитудный спектр')  
plt.show()
```