

Тема: Получение спектральных характеристик сигналов.

Студент _____ подпись	Мальцев Д.Ю. ФИО
Руководитель _____ подпись	Заева М.А.

Москва 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1 Расчетная часть	3
2 Графическое представление спектров	4
3 Анализ спектров	7
4 Расчет SNR	8

1 Расчетная часть

С учетом того, что частота дискретизации равна 100кГц, то амплитудный спектр будет распределен в интервале частоты Найквиста (-50кГц; 50кГц). Если сохранить 10000 отсчетов для алгоритма БПФ, то разница между отсчетами $100000 \text{ Гц} / 10000 = 10 \text{ Гц}$.

Если работать с 10000 отсчетами, тогда номер отсчета, соответствующего частоте заданного сигнала:

$21972,65625 / 10 = 2197,265625$, т.е. 2197-2198 отсчёты. Был задан 2197 отсчёт.

Спектр гармонической функции $s(t) = u \cos(\omega_0 t)$:

$$\begin{aligned} S(\omega) &= \int_{-\infty}^{\infty} u \cos(\omega_0 t) e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} u \frac{1}{2} [e^{j\omega_0 t} + e^{-j\omega_0 t}] e^{-j\omega t} dt = \\ &= \frac{1}{2} U e^{-j\omega t} + \frac{1}{2} U e^{-j\omega_0 t} .(1) \end{aligned}$$

Спектр сигнала раздваивается (с коэффициентом $\frac{1}{2}$) и смешается влево и вправо по оси частот на частоты $\pm \omega_0$.

Для 8192 отсчётов частота будет равна $100000 \text{ Гц} / 8192 = 12,20703125 \text{ Гц}$.
Получается для частоты $21972.656249999996 / 12,20703125 = 1800$ отсчёт.

3 Графическое представление спектров

На рисунках 2.1 - 2.2 изображены графические представления амплитудного спектра сигнала для 10000 отсчетов.

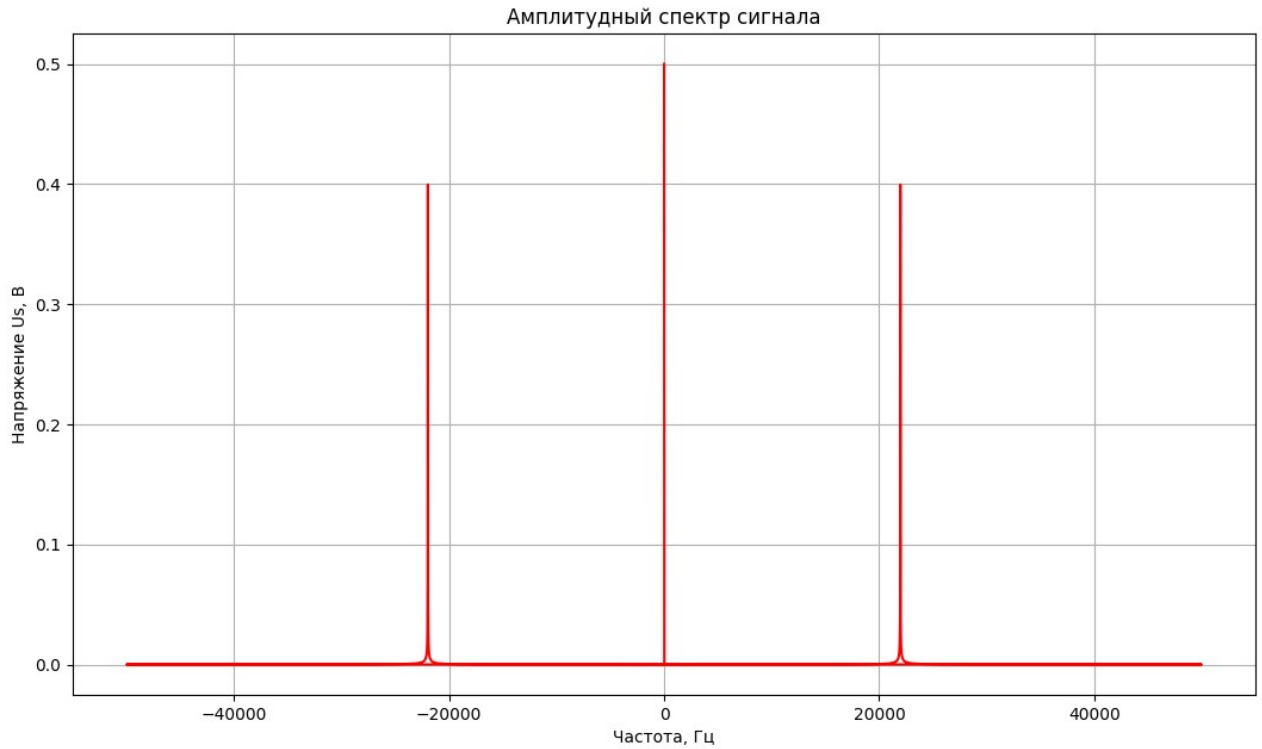


Рис. 2.1. Графическое представление амплитудного спектра сигнала

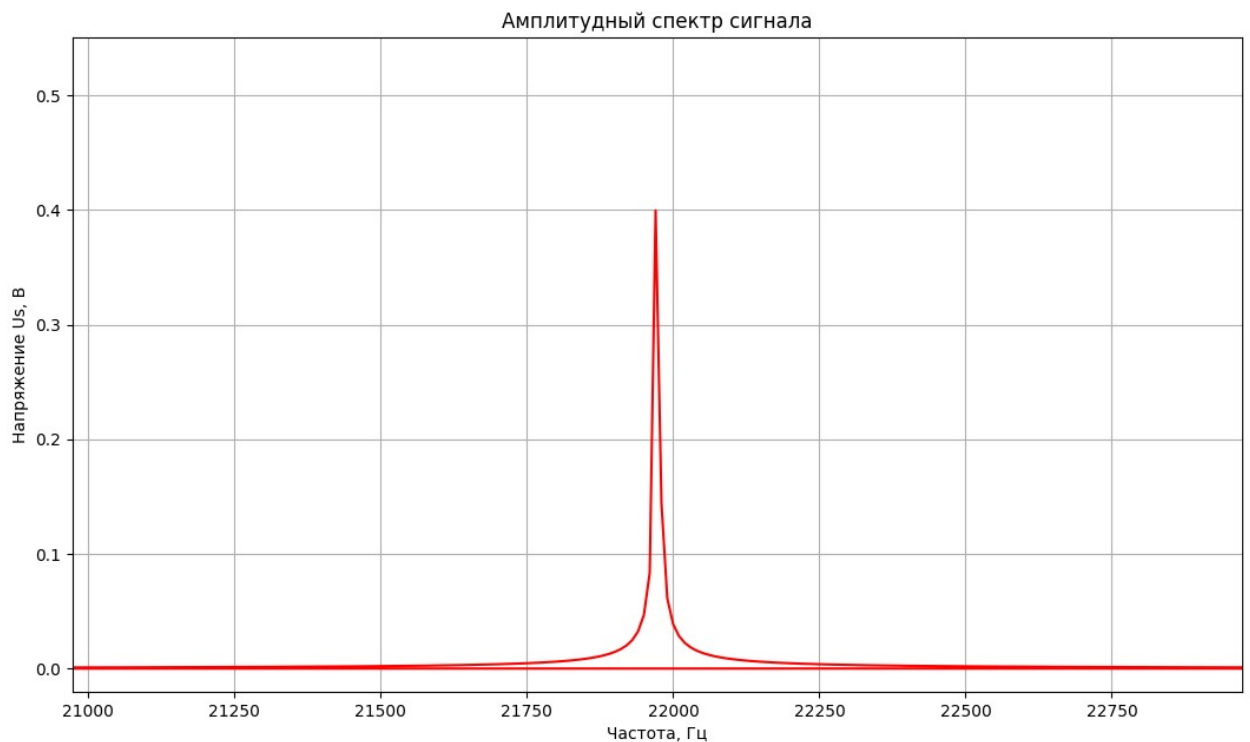


Рис. 2.2. Графическое представление амплитудного спектра сигнала (5%)

На рисунке 2.3 изображено графическое представление амплитудного спектра шума для 10000 отсчетов.

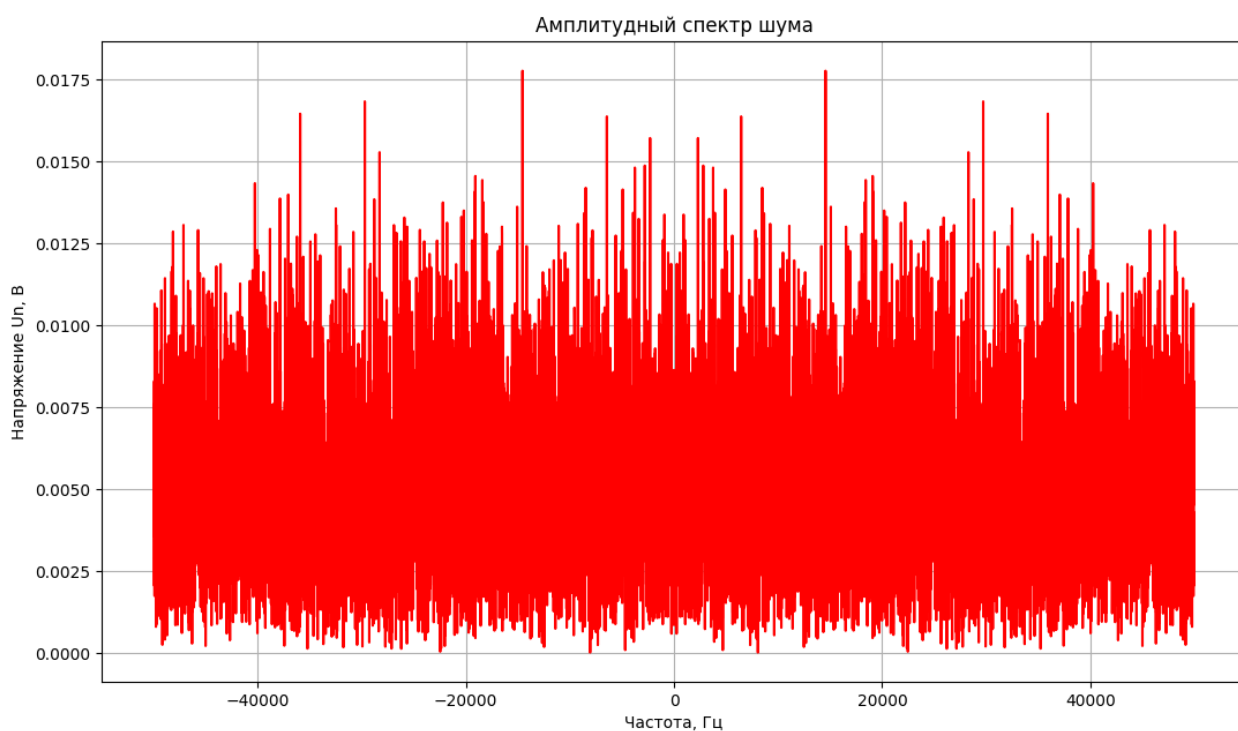


Рис. 2.3. Графическое представление амплитудного спектра шума

На рисунках 2.6 - 2.7 изображены графические представления амплитудного спектра смеси сигнала и шума для 10000 отсчетов.

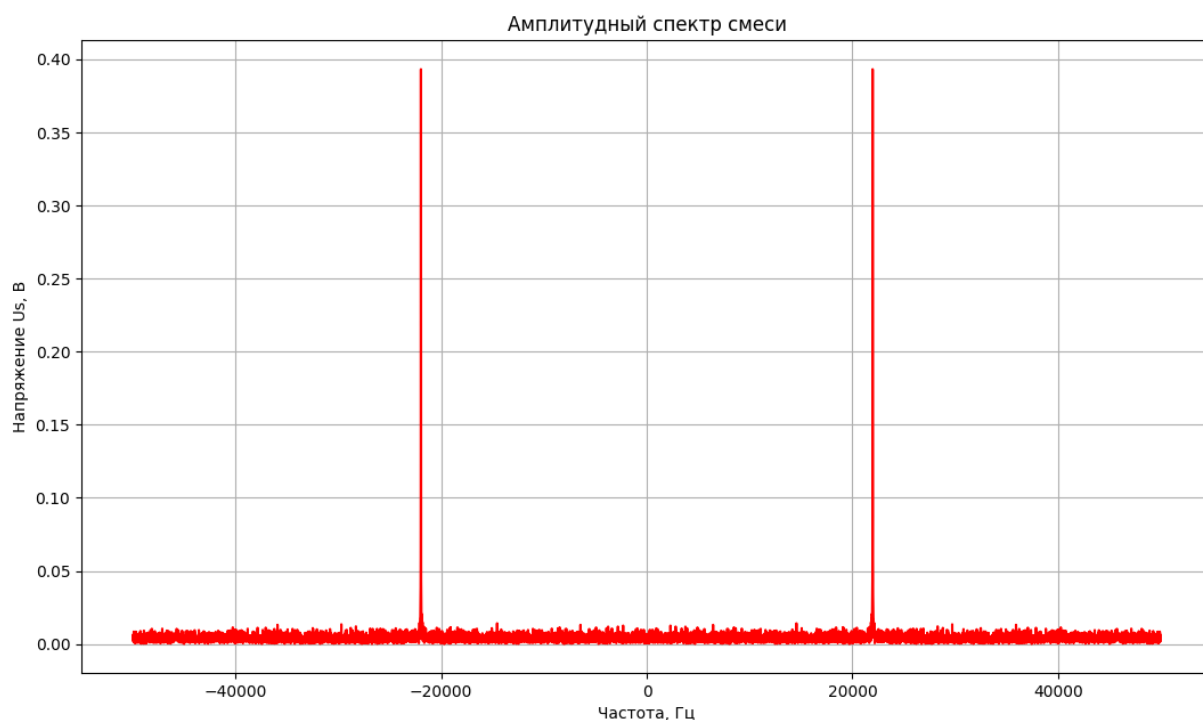


Рис. 2.4. Графическое представление амплитудного смеси сигнала и шума

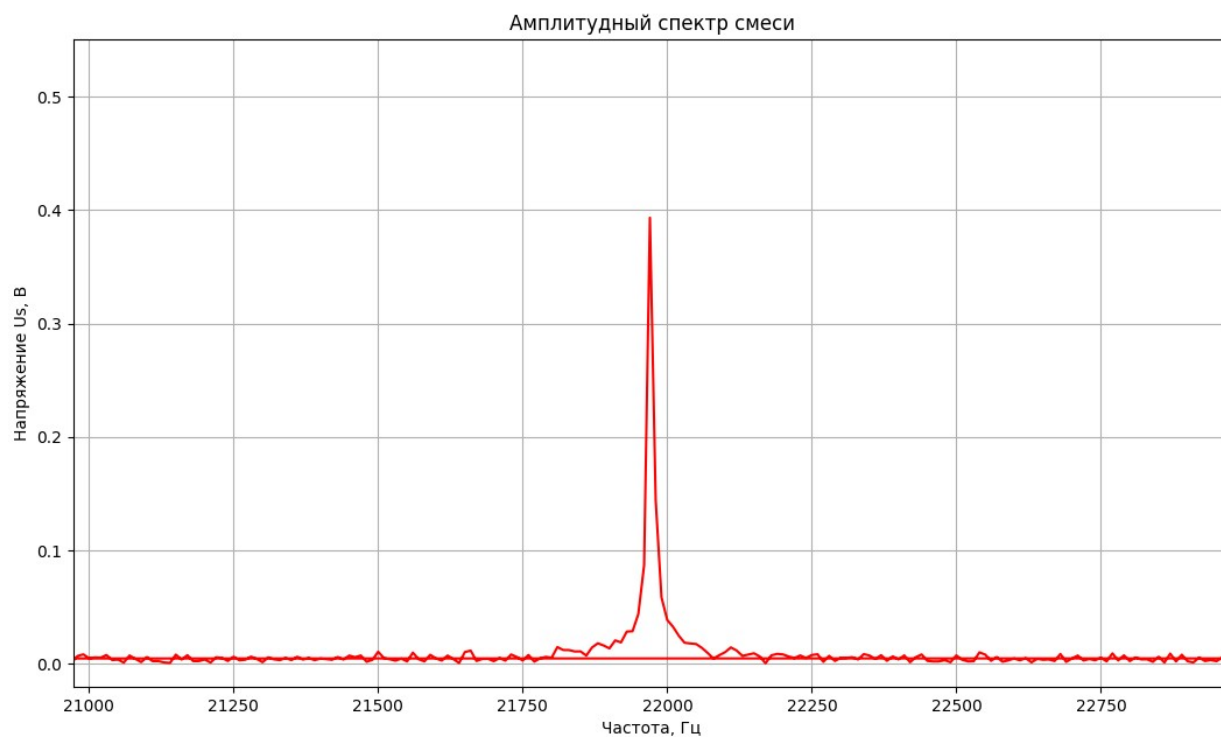


Рис. 2.5. Графическое представление амплитудного смеси сигнала и шума(5%)

4 Анализ спектров

Согласно формуле (1) из расчетной части, на амплитудных спектрах мы получили максимум в точке 0 равный амплитуде сигнала. На частотах $\pm\omega_0$ половину от амплитуды. На спектре смеси сигналов в точке 0 отсутствует сигнал, т. к. была сделана центровка.

Как видно из графиков спектров теоретические значения полностью совпадают с практическими.

```
Номер отсчета +w: 2197  
Номер отсчета -w: 7803
```

Для 8192 отсчётов на практике получены следующие значения, которые полностью совпадают с теоретическими расчётами.

```
Номер отсчета +w: 1800  
Номер отсчета -w: 6392
```

4 Расчет SNR

Для расчёта средней мощности была использована следующая формула:

$$P_{\text{ср}} = s(\omega_0)^2$$

После чего была определена общая мощность сигнала и шума:

$$P_{\text{сиг+шум}} = \sum s(\omega_i)^2, \text{ где } i = 1 \dots 10000$$

Мощность шума рассчитывается как разность мощности сигнала и шума по всему интервалу.

Тогда отношение средней мощности к мощности шума будет практическим SNR

При значении амплитуды сигнала равного 1 SNR равно:

Практическое отношение SNR: 1.0220102898920593

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были в среде Python было реализовано преобразование методом быстрого преобразования Фурье массивов полученных в лабораторных работах 1-3, а именно сигнала, шума и сигнала + шум.

В расчётной части были вычислены длины БПФ и номер отсчёта.

С помощью полученных данных были построены амплитудные спектры для сигнала, шума и сигнала+шум. Также был проведен анализ полученных результатов с теоретическими значениями. Данные значения полностью совпадают с практическими.

Произведен расчёт SNR для амплитуды сигнала 1. Полученные значения совпадают в пределах погрешности.