

## 1. Цель работы

Вычислить спектры сигналов (преобразование Фурье для каждого сигнала); построить графики, определить ширину полосы частот, занимаемой каждым сигналом и множеством всех сигналов. Вычислить спектр последовательности сигналов (для нескольких различных последовательностей различной длины); сравнить со спектрами одиночных сигналов, объяснить различие; определить ширину полосы частот, занимаемой различными последовательностями сигналов, сравнить эти значения между собой, объяснить различие.

Вариант задания: ЧМ, 1.

$$f_0 = 980 \text{ Гц}, f_1 = 1180 \text{ Гц}$$

$$V_m = 300 \text{ Бод}, V_{\text{inf}} = 300 \text{ бит/с}$$

## 2. Вывод выражений спектра отрезка гармоник

Имеется сигнал:

Спектр данного сигнала будет рассчитываться следующим образом:

– некоторая произвольная функция(огibaющая)

– гармонический сигнал(несущая)

По теореме о свертке:  $\square_{\square}(\square) = \square(\square) \square \square(\square)$ , где  $\square(\square) \square \square(\square)$ ,  $\square(\square) \square \square(\square)$

где,

Тогда получаем, что:

Рассмотрим функцию:

Подставим  $\varphi(\omega)$  в формулу прямого преобразования Фурье:

Подставим в выражение (1.1) получившуюся формулу (1.2) и получим итоговое выражение преобразования Фурье для отрезка функции косинуса:

Теперь рассмотрим сигнал:

– некоторая произвольная функция(огibaющая)

– гармонический сигнал(несущая)

По теореме о свертке:  $\varphi_s(\omega) = \varphi(\omega) \varphi_c(\omega)$ , где  $\varphi(\omega) \varphi_c(\omega)$ ,  $\varphi_c(\omega) \varphi(\omega)$

где,

Аналогично выражениям (1.1) и (1.2) получаем:

(1.4)

Подставим значение спектра огibaющего сигнала  $\varphi(\omega)$ , определенное по формуле (1.5), в формулу (1.4) и получим итоговое выражение преобразования Фурье для отрезка функции синуса:

### 3. Преобразование Фурье для сигнального множества

Преобразование Фурье  $\varphi_i(\omega)$  сигналов дискретной частотной модуляции  $\varphi_\omega(\omega)$ , где  $i = 0 \dots q-1$ , выглядит следующим образом:

Амплитудные спектры сигналов дискретной фазовой модуляции будут определяться как модули функций  $\square_\square(\square)$ .

Ширина полосы частот:

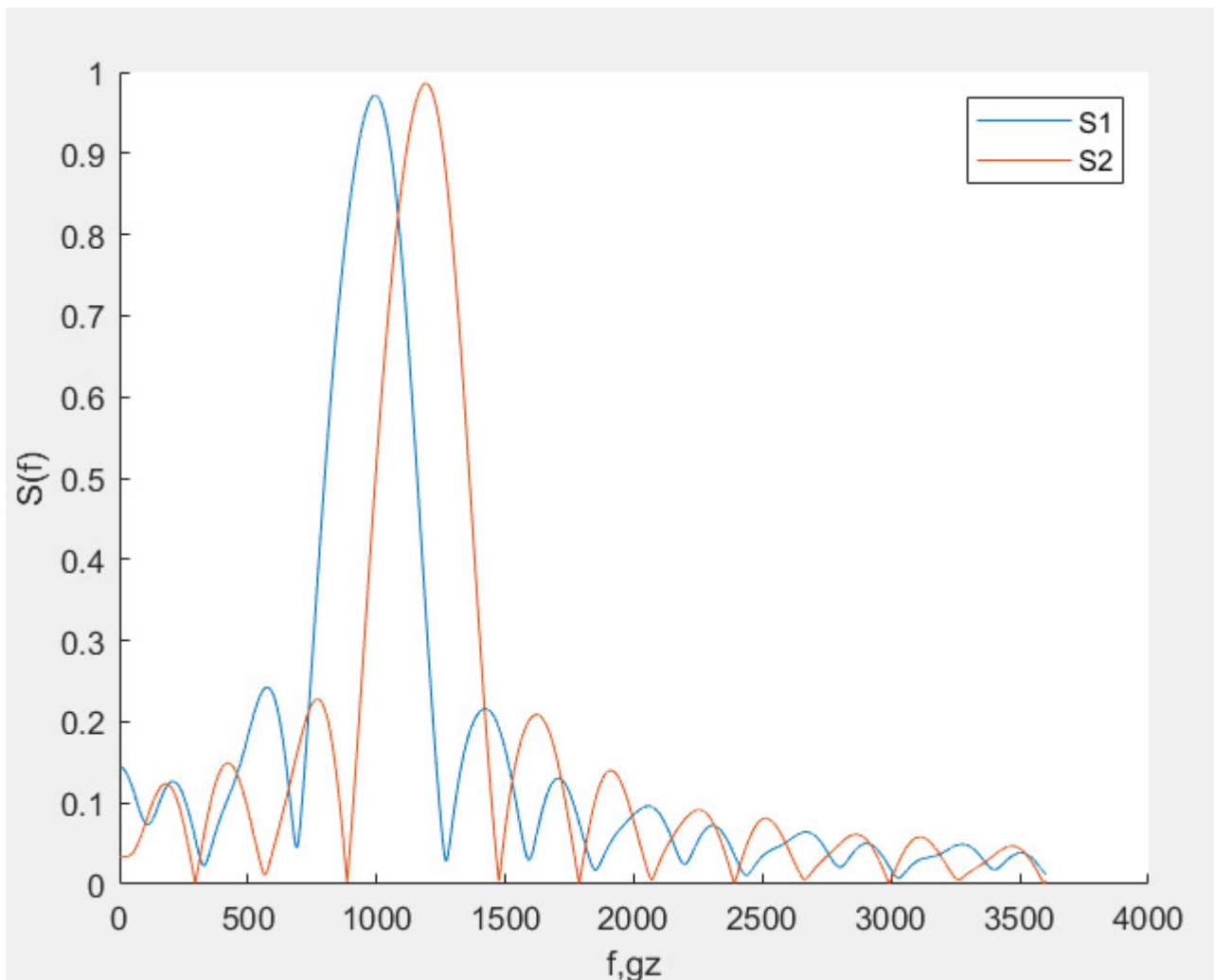


Рисунок 1 Амплитудные спектры сигналов

#### 4. Вывод выражения спектра последовательности сигналов

Последовательность сигналов можно задать следующим образом:

Воспользуемся свойствами преобразования Фурье:

1) Задержка:  $\square(\square - \square) = \square(\square) \square^{-\square 2 \square \square}$

2) Линейность:

$$S(f) = S_1(f) + S_2(f) + S_3(f) + \dots$$

$S(f)$

Получаем, что:

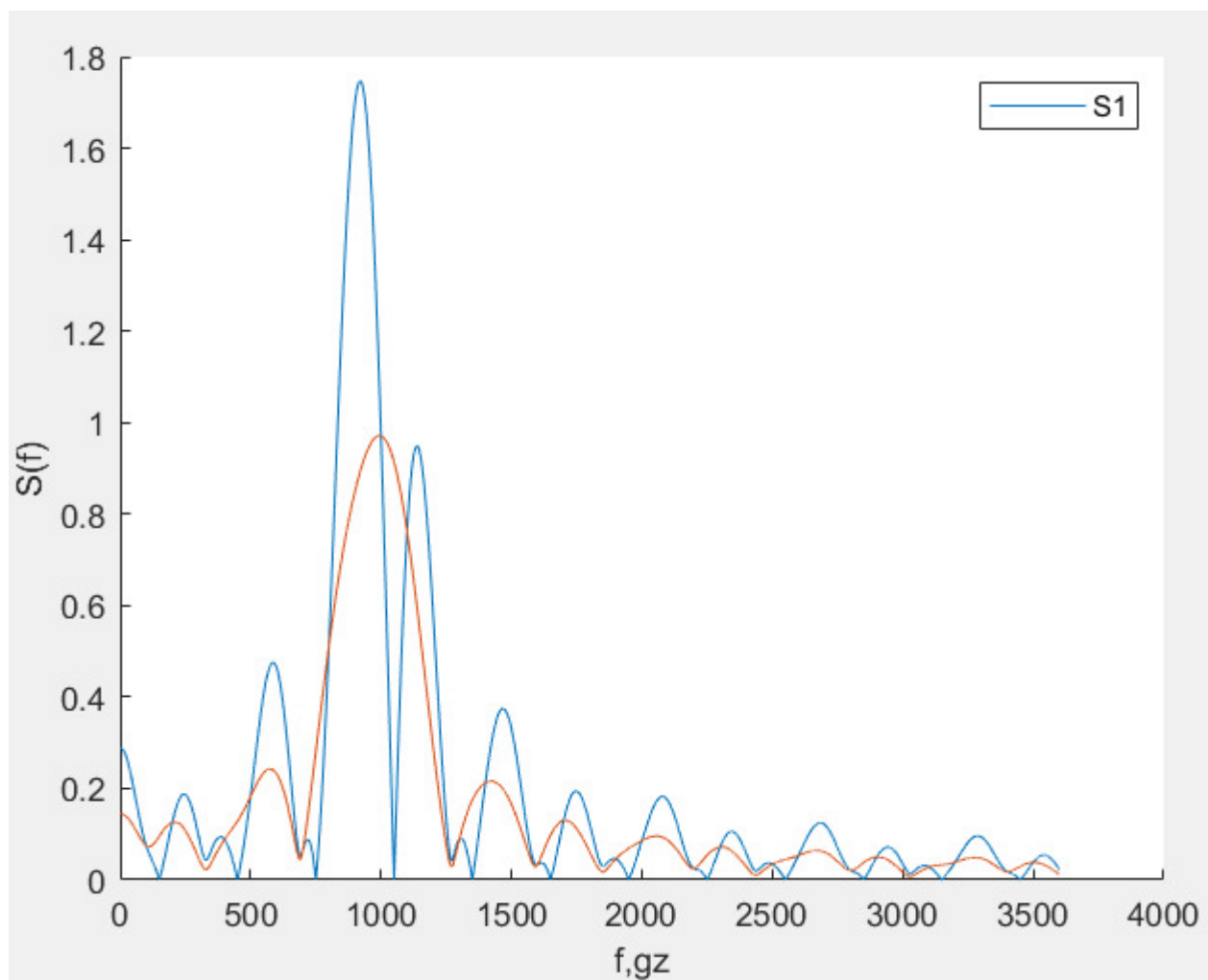


Рисунок 2 Спектр последовательности длиной 2, заданной одним индексом

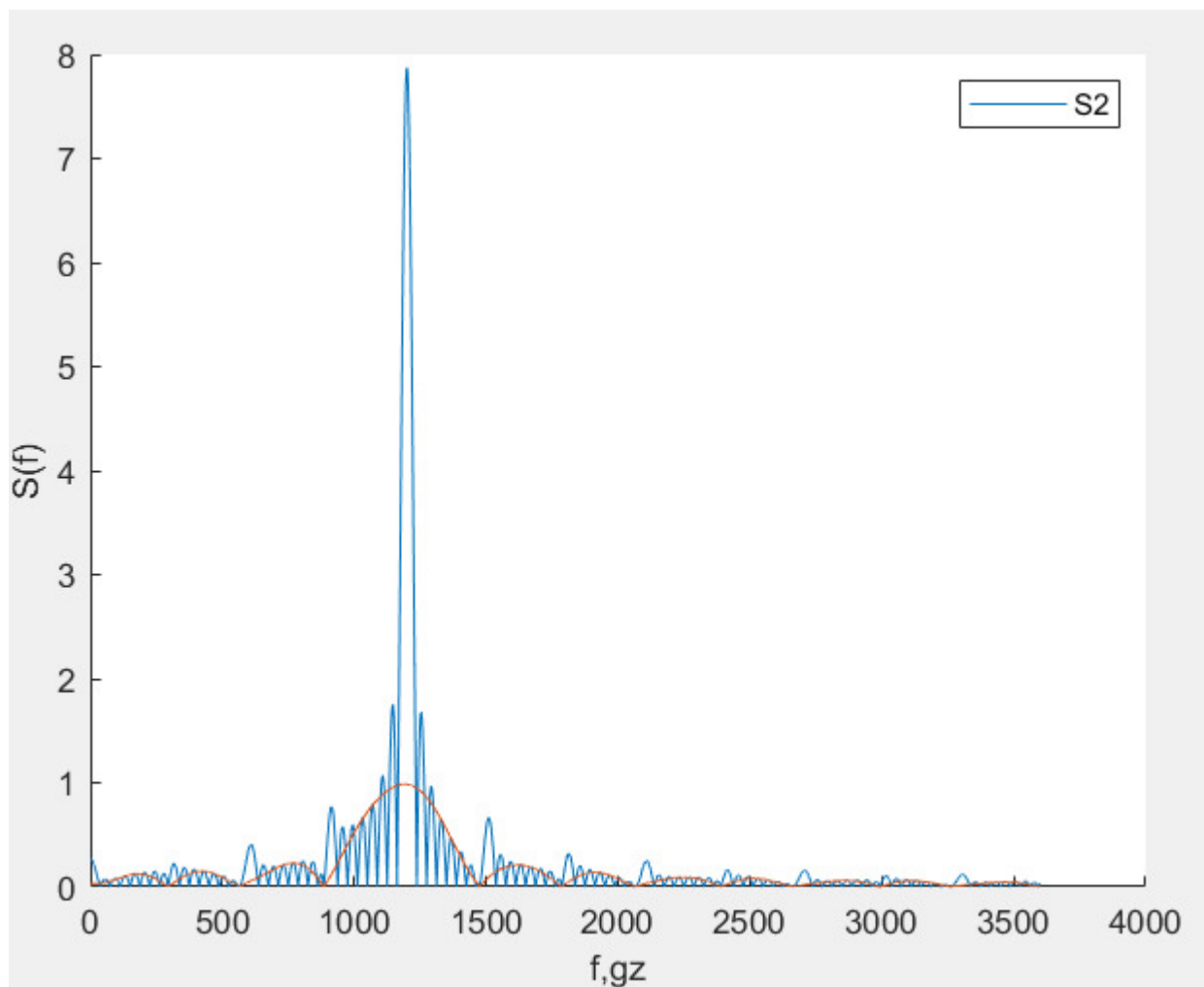


Рисунок 3 Спектр последовательности длиной 8, заданной одним индексом

## 5. Вывод

В ходе данной лабораторной работы были выведены формулы преобразования Фурье для отрезков гармоник сигналов косинуса и синуса. Было проведено преобразование Фурье для сигналов множества с фазовой модуляцией, определены их амплитудные спектры и ширина полосы частот.

Так же была выведена формула преобразования Фурье для последовательностей сигналов, определен спектр для различных последовательностей, состоящих из сигналов множества, и построены соответствующий графики для нескольких различных последовательностей.

Ширина полосы частот при сложении  $N$  одинаковых сигналов уменьшается в  $N$  раз.

## 6. Код

```
clear all
clc
close all
nFig = 1; % Vi=300, Vm=300
T = 1/300;
A = 1;
F0 = 980;
F1 = 1180;
Ns = 1000;
df = (1 / T) / Ns;
f = 0:df:3600;%779
S1 = A*sinc((f-F0)*T)+sinc((f+F0)*T).*exp(-1j*pi*f*T);%579
S2 = A*sinc((f-F1)*T)+sinc((f+F1)*T).*exp(-1j*pi*f*T);%590
figure(nFig)
hold on
plot(f, abs(S1(:)))
plot(f, abs(S2(:)))
hold off
xlabel('f,gz')
ylabel('S(f)')
legend('S1')

N = 8;%Приблизительно уменьшается в n раз
S12 = zeros(1, length(f));
S22 = zeros(1, length(f));
for l = 1:N
    S12 = S12 + S1.*exp(-1j*2*pi*(l-1)*f*T);
    S22 = S22 + S2.*exp(-1j*2*pi*(l-1)*f*T);
end
figure();
hold on;
plot(f, abs(S12(:)));
plot(f, abs(S1));
hold off
xlabel('f,gz')
ylabel('S(f)')
legend('S1')
figure();
hold on;
plot(f, abs(S22(:)));
plot(f, abs(S2));
xlabel('f,gz')
ylabel('S(f)')
legend('S2')
```