Министерство образования и науки Российской Федерации

Севастопольский государственный университет

Институт информационных технологий

Кафедра ИС

# ОТЧЁТ

по лабораторной работе №1

по дисциплине «Технологии обработки информации»

на тему «Спектральный анализ сигналов»

Выполнил:

ст. гр. ИС/б-21-2-о

Мовенко К. М.

Проверил:

Карлусов В.Ю.

Севастополь

2024

# ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить навыки использования преобразования Фурье. Научиться находить амплитудный и фазовый спектры сигнала и проводить анализ свойств этих характеристик. Получить представление о спектре дискретного сигнала. Получить навыки использования функций среды MATLAB.

# вариант задания

Вариант 2. Двусторонний (симметричный) экспоненциальный импульс

где – амплитуда импульса, – множитель в показателе экспоненты, который определяет скорость убывания импульса.



Рисунок 1 − Двусторонний (симметричный) экспоненциальный импульс

# ХОД РАБОТЫ

## Расчёт значений сигнала и построение его графика

Для выполнения работы был выбран математический пакет Scilab, являющийся аналогом MATLAB и разделяющий с ним многие функции.

Далее был написан скрипт, который вычисляет значения сигнала на заданном промежутке времени (листинг 1). Формула сигнала и значения параметров были взяты из варианта задания.

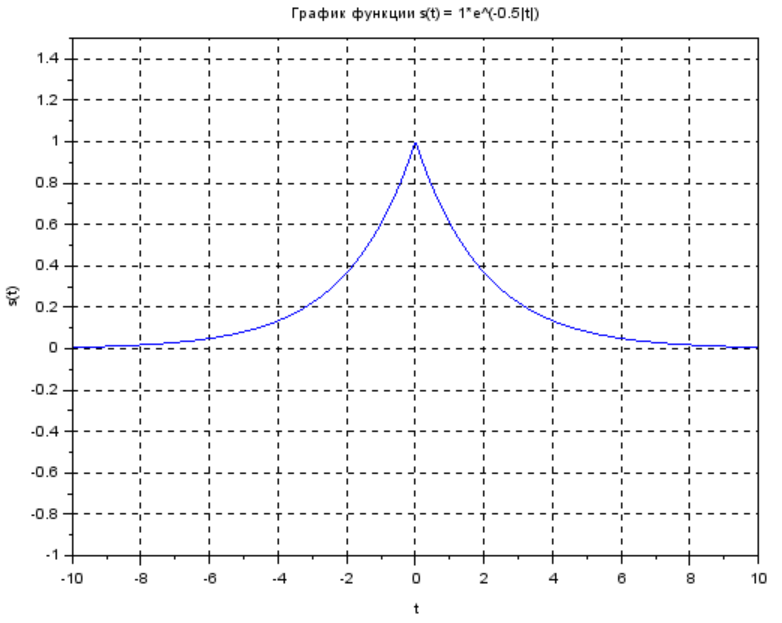


Рисунок 2 – График значений сигнала на интервале времени

## Расчёт преобразования Фурье

Как было сказано в варианте, сигнал представляет собой двухсторонний экспоненциальный импульс. Он симметричен относительно вертикальной оси, т.е. является чётным. Значит, его амплитудный спектр будет содержать только чётные гармоники, а фазовый спектр будет иметь фазовые сдвиги, кратные 180 градусов.

Для вывода спектральной функции сигнала была взята формула прямого преобразования Фурье:

В неё была подставлена известная по варианту функция сигнала . Затем через преобразования (с учётом чётности ) был получен и решён интеграл экспоненциальной функции.

Также стоит уточнить, что амплитудный спектр является модулем спектральной функции , а фазовый спектр – её аргументом .

На основе имеющейся информации был написан код для построения графиков амплитудного и фазового спектров (листинг 2).

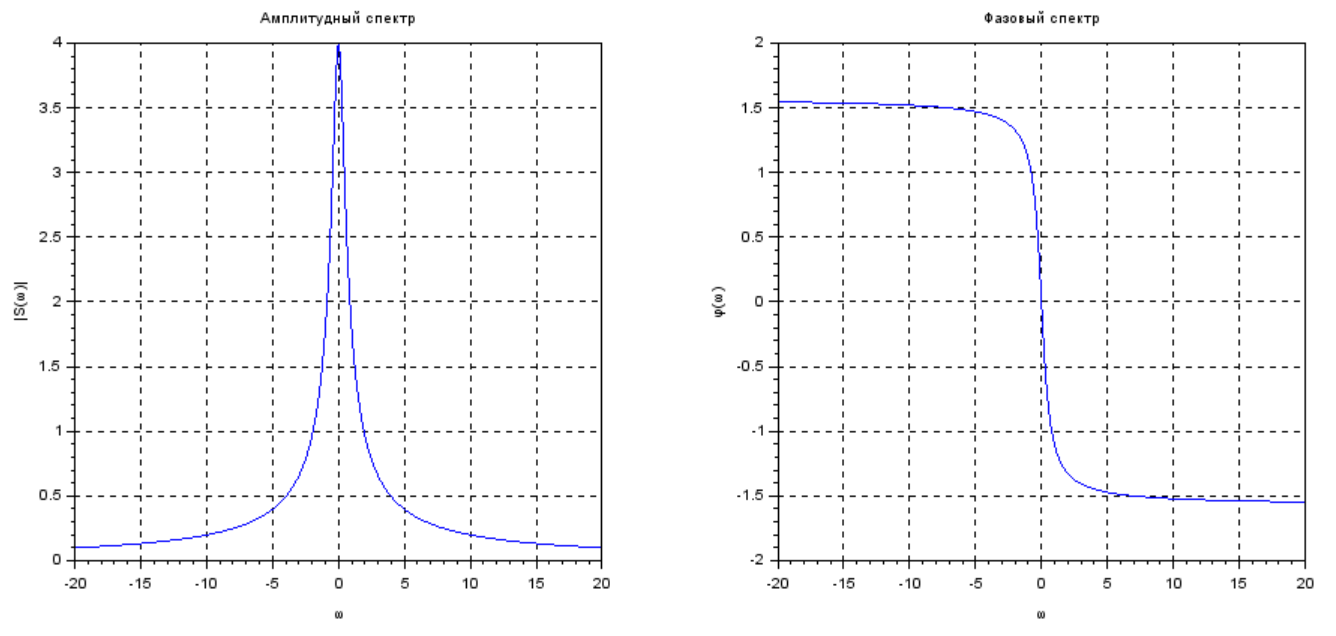


Рисунок 3 – Графики амплитудного и фазового спектров

## Расчёт эффективной ширины спектра и базы сигнала

Был написан код, который по заданным параметрам и спектральной функции вычисляет эффективную ширину спектра и базу сигнала (листинг 3).

Эффективная ширина спектра составила 4.97, база сигнала B равна 19,88. Значение базы выше единицы, следовательно, длительность сигнала и эффективная ширина его спектра достаточно велики.

## 4. Расчет спектра дискретизированного сигнала

В общем виде было записано выражение для спектра дискретизированного сигнала, полученного из аналогового при его дискретизации с некоторой частотой (параметры из варианта подставлены):

Был написан код, который строит график амплитудного спектра дискретизированного сигнала (листинг 4). Частота дискретизации взята за 10 (затем за 2), рассматривается 20 копий.

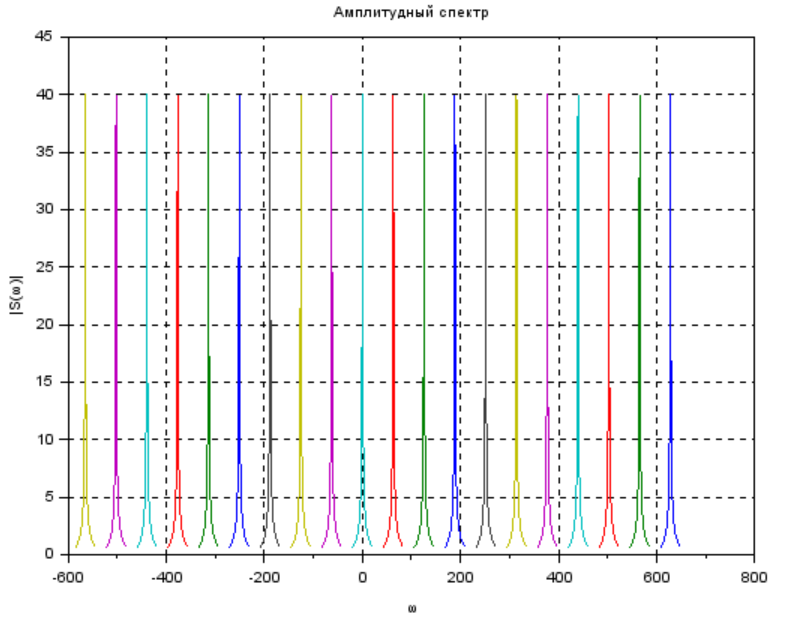


Рисунок 4 – Амплитудный спектр дискретизированного сигнала при

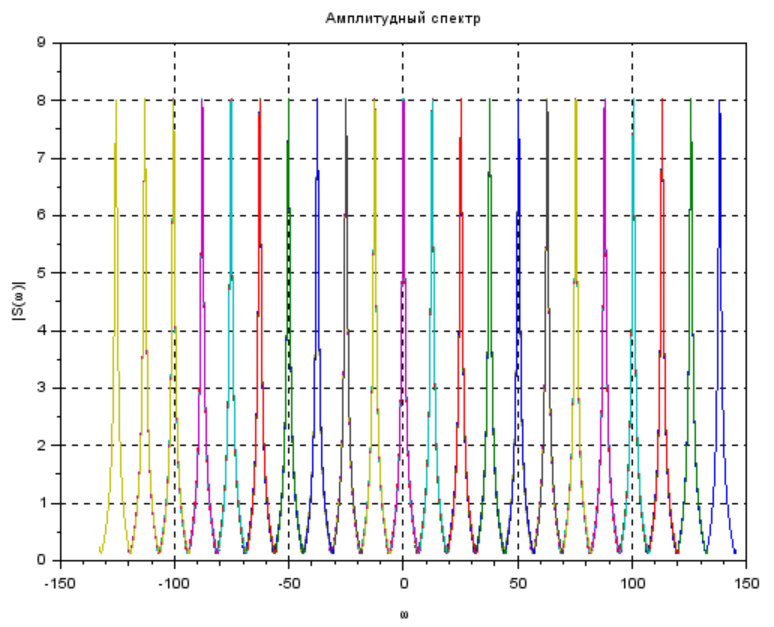


Рисунок 5 – Амплитудный спектр дискретизированного сигнала при

Проанализировав графики, можно сделать вывод, что при уменьшении частоты дискретизации наблюдается «сжатие» амплитудного спектра. Это происходит потому, что при более низкой частоте дискретизации берётся меньше образцов за единицу времени, из-за чего часть информации о сигнале упускается и спектр становится менее «широким».

# ПРОГРАММНЫЙ КОД

Листинг 1 – График значений сигнала на интервале времени

*// рассчитываем значения сигнала*

A = 1; *// амплитуда импульса*

a = 0.5; *// скорость затухания импульса*

*// вектор отсчётов времени*

t = -10:0.1:10;

*// расчёт сигнала на основе заданной формулы и условий*

s = A \* exp(-a \* abs(t));

*// построение графика сигнала*

plot(t, s)

xgrid()

xlabel('t')

ylabel('s(t)')

xtitle('График функции s(t) = 1\*e^(-0.5|t|)')

ax=gca();

ax.data\_bounds=[-10 -1; 10 1.5];

Листинг 2 – Построение графиков амплитудного и фазового спектров

A = 1; *// амплитуда импульса*

a = 0.5; *// скорость затухания импульса*

*// вектор отсчётов времени*

t = -10:0.1:10;

*// расчёт сигнала на основе заданной формулы и условий*

s = A \* exp(-a \* abs(t));

omega = -20:0.1:20; *// вектор частот*

S = A ./ (a + %i \* omega); *// спектральная функция*

*// амплитудный спектр*

Samp = abs(S);

*// фазовый спектр*

Sphase = atan(imag(S) ./ real(S));

*// графики амплитудного и фазового спектра*

clf;

subplot(1, 2, 1);

plot(omega, Samp);

title('Амплитудный спектр');

xlabel('ω');

ylabel('|S(ω)|');

xgrid();

subplot(1, 2, 2);

plot(omega, Sphase);

title('Фазовый спектр');

xlabel('ω');

ylabel('φ(ω)');

xgrid();

Листинг 3 – Расчёт эффективной ширины спектра и базы сигнала

A = 1; *// амплитуда импульса*

a = 0.5; *// скорость затухания импульса*

*// вектор отсчётов времени*

t = -10:0.1:10;

*// расчёт сигнала на основе заданной формулы и условий*

s = A \* exp(-a \* abs(t));

omega = -20:0.01:20; *// вектор частот*

S = -2\*A ./ (a + %i \* omega); *// спектральная функция*

*// амплитудный спектр*

Samp = abs(S);

*// расчёт эффективной ширины спектра*

max\_amp = max(Samp);

width = omega(abs(Samp - 0.1 \* max\_amp) == min(abs(Samp - 0.1 \* max\_amp)));

width = max(width);

*// расчёт базы сигнала*

B = width / (2 \* a); *// для двустороннего импульса*

*// вывод результатов*

disp("Эффективная ширина спектра: " + string(width));

disp("База сигнала: " + string(B));

Листинг 4 – Амплитудный спектр дискретизированного сигнала

A = 1; *// амплитуда импульса*

a = 0.5; *// скорость затухания импульса*

Fs = 10; *// частота дискретизации*

omega = -20:0.1:20; *// вектор частот*

n = -10:9; *// вектор копий спектра*

*// сдвиг частот для каждой копии спектра*

len = length(omega);

omega = repmat(omega, length(n), 1);

shift = -2 \* %pi \* Fs .\* n(:);

shift = repmat(shift, 1, len);

omega = omega + shift;

*// расчет спектральной функции для каждой копии спектра*

S = -2\*A ./ (a + %i \* omega);

*// значения дискретизированного сигнала*

S\_discrete = Fs \* sum(S, 1);

*// построение графика амплитудного спектра дискретизованного сигнала*

plot(omega, abs(S\_discrete));

xtitle('Амплитудный спектр', 'ω', '|S(ω)|');

xgrid();

# ВЫВОД

В ходе работы были получены навыки использования преобразования Фурье для нахождения спектральной функции сигнала, изучен метод нахождения амплитудного и фазового спектров сигнала. Был проведён анализ этих характеристик на примере заданного импульса. Также была освоена процедура дискретизации сигнала и получены навыки использования функций среды SciLab в спектральном анализе.