

# Лабораторная работа №1

## Сетевые технологии

---

Иванов Сергей Владимирович, НПИбд-01-23

9 сентября 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Цель работы

Изучение методов кодирования и модуляции сигналов с помощью высокогоуровневого языка программирования Octave. Определение спектра и параметров сигнала. Демонстрация принципов модуляции сигнала на примере аналоговой амплитудной модуляции. Исследование свойства самосинхронизации сигнала.

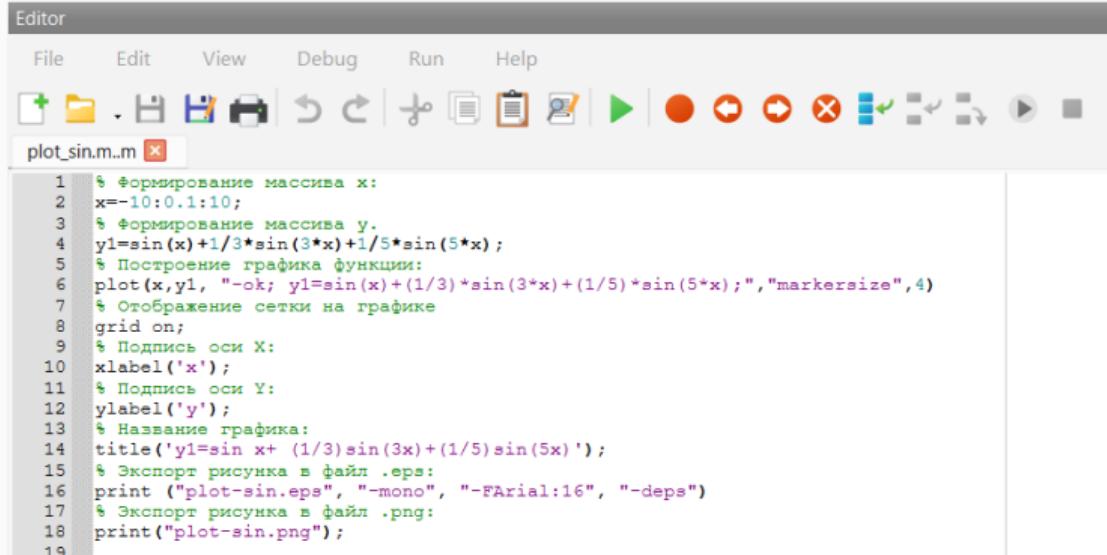
## **Выполнение работы**

---

## Программа plot\_sin.m

Запустим Octave с оконным интерфейсом. Перейдем в окно редактора. Создадим новый сценарий. Сохраним его в рабочий каталог с именем. В окне редактора повторим листинг по построению графика функции (рис. 1).

# Программа plot\_sin.m



The screenshot shows the MATLAB Editor window with the title bar "Editor". Below it is a menu bar with "File", "Edit", "View", "Debug", "Run", and "Help". A toolbar with various icons follows. The main area contains a script named "plot\_sin.m.m" with the following code:

```
1 % Формирование массива x:  
2 x=-10:0.1:10;  
3 % Формирование массива у.  
4 y1=sin(x)+1/3*sin(3*x)+1/5*sin(5*x);  
5 % Построение графика функции:  
6 plot(x,y1, "-ok; y1=sin(x)+(1/3)*sin(3*x)+(1/5)*sin(5*x);", "markersize", 4)  
7 % Отображение сетки на графике  
8 grid on;  
9 % Подпись оси X:  
10 xlabel('x');  
11 % Подпись оси Y:  
12 ylabel('y');  
13 % Название графика:  
14 title('y1=sin x+ (1/3)sin(3x)+(1/5)sin(5x)');  
15 % Экспорт рисунка в файл .eps:  
16 print ("plot-sin.eps", "-mono", "-FArial:16", "-deps")  
17 % Экспорт рисунка в файл .png:  
18 print("plot-sin.png");  
19
```

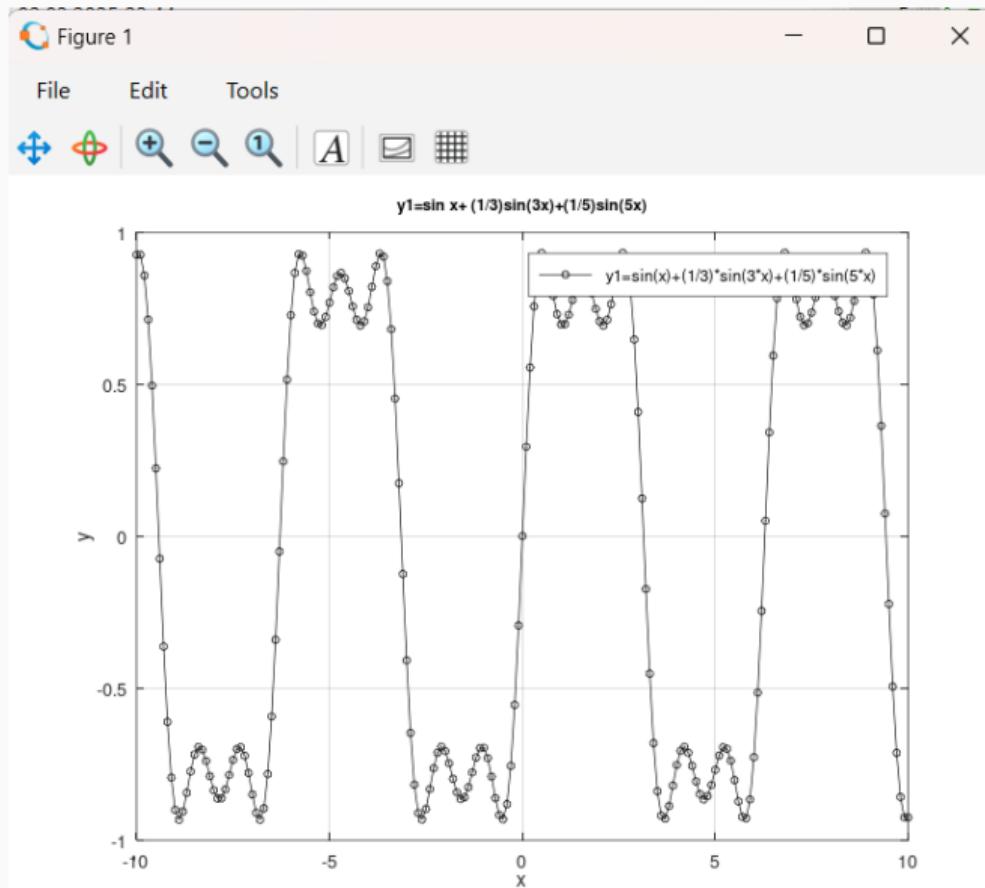
Рис. 1: Программа plot\_sin.m

## Программа `plot_sin.m`

---

Запустим сценарий. В качестве результата выполнения кода открылось окно с построенным графиком (рис. 2) и в рабочем каталоге появились файлы с графиками в форматах .eps, .png.

# Построенный график

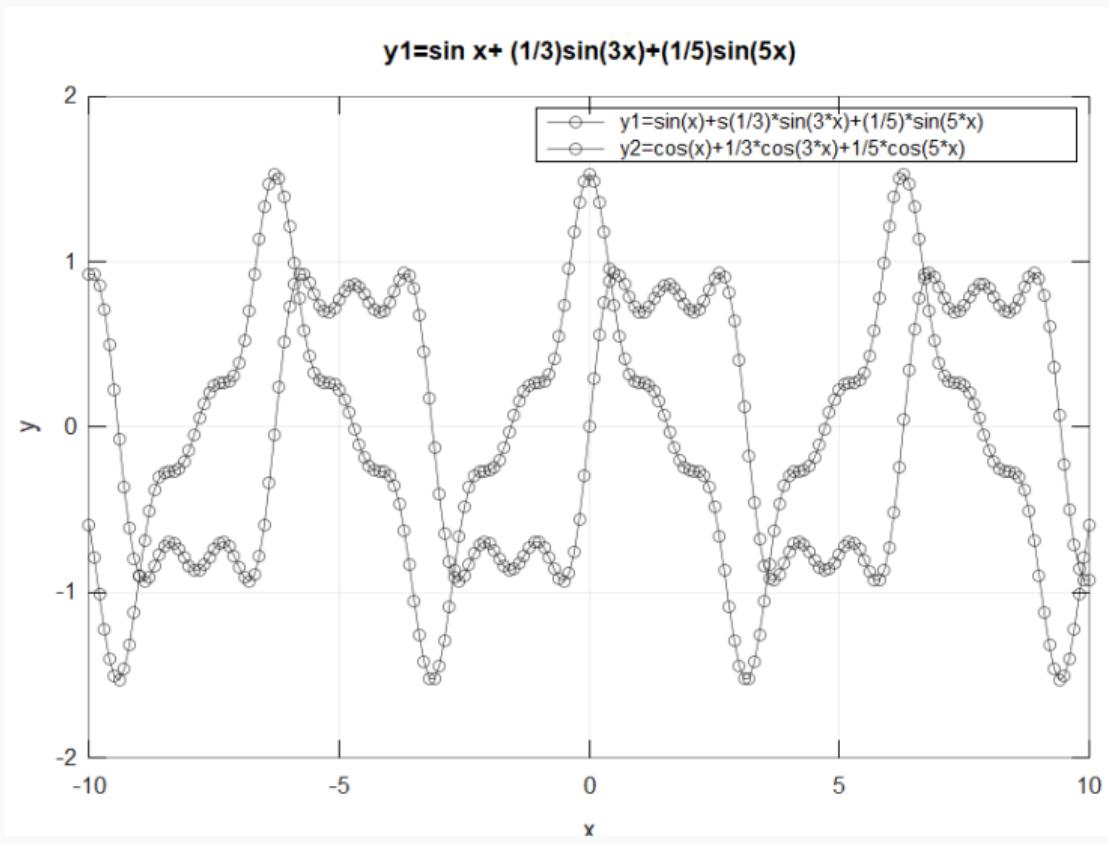


## График с cos

---

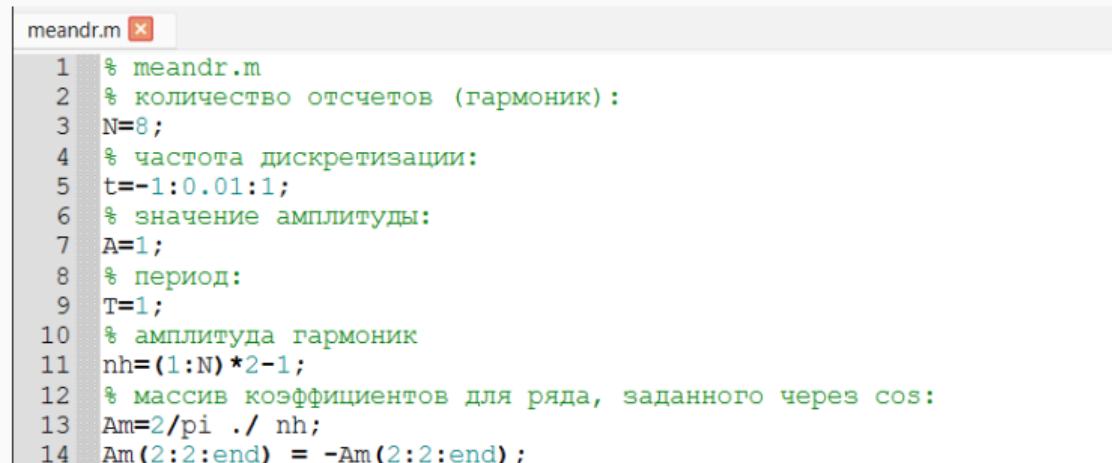
Сохраним сценарий под другим названием и изменим его так, чтобы на одном графике располагались отличающиеся по типу линий графики функций (рис. 4)

# График с cos



# Разложение импульсного сигнала в частичный ряд Фурье

Создадим новый сценарий и сохраним его в рабочий каталог с именем meandr.m. В коде повторим листинг по построению графиков меандра. (рис. 5)

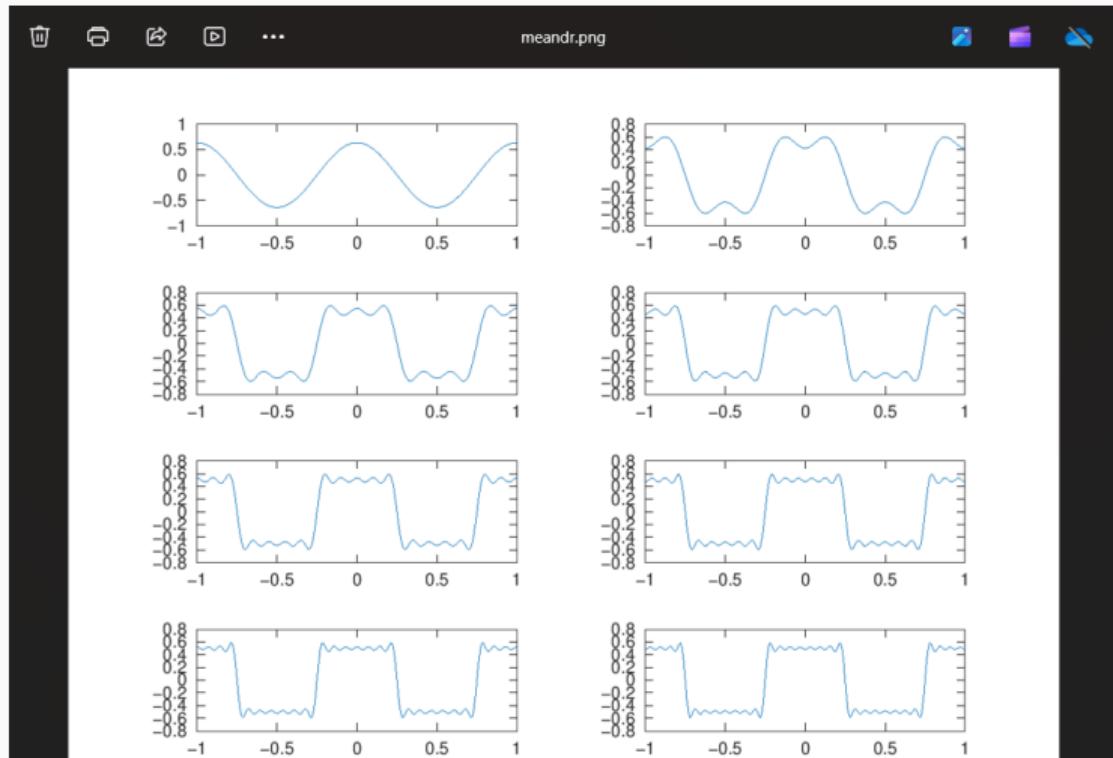


```
meandr.m
1 % meandr.m
2 % количество отсчетов (гармоник):
3 N=8;
4 % частота дискретизации:
5 t=-1:0.01:1;
6 % значение амплитуды:
7 A=1;
8 % период:
9 T=1;
10 % амплитуда гармоник
11 nh=(1:N)*2-1;
12 % массив коэффициентов для ряда, заданного через cos:
13 Am=2/pi ./ nh;
14 Am(2:2:end) = -Am(2:2:end);
```

Рис. 5: Код meandr.m

## Файл png

Экспортируем полученный график в файл в формате .png. (рис. 6)



# Меандр через синусы

Скорректируем код для реализации меандра через синусы. Получим графики. (рис. 7)

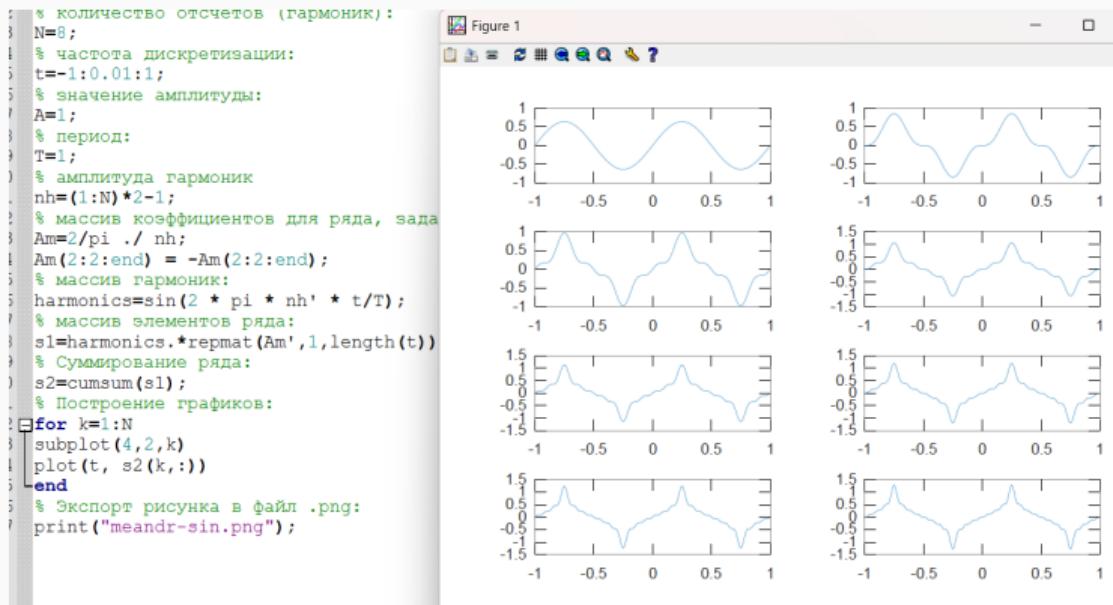


Рис. 7: Меандр через синусы

# График сигналов разной частоты

Создадим каталог spectre1 и в нём новый сценарий с именем, spectre.m. В коде повторим листинг по построению сигналов разной частоты. (рис. 8)

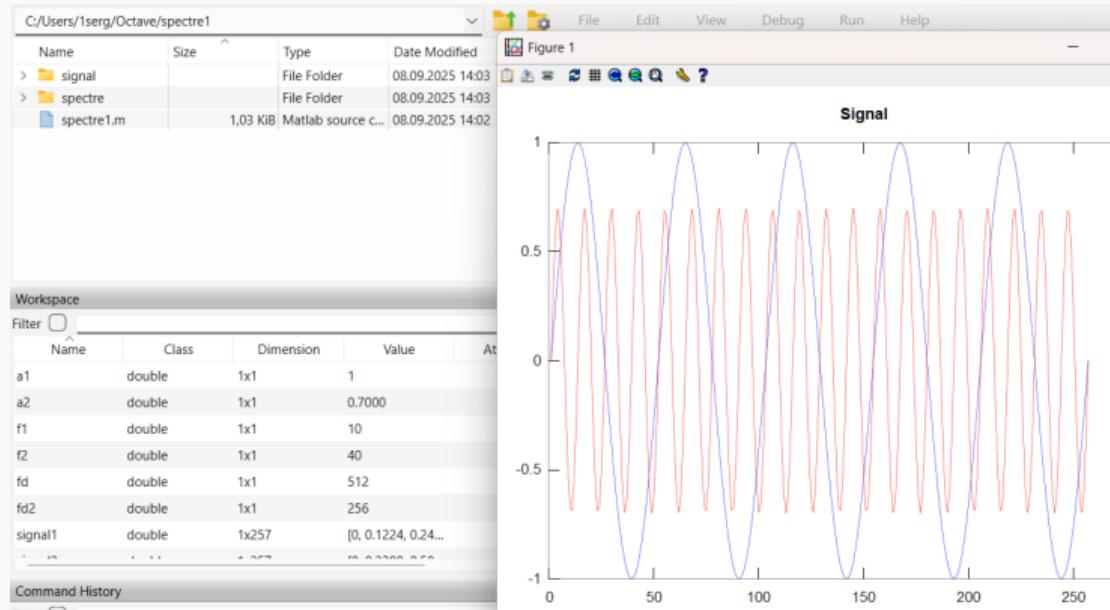
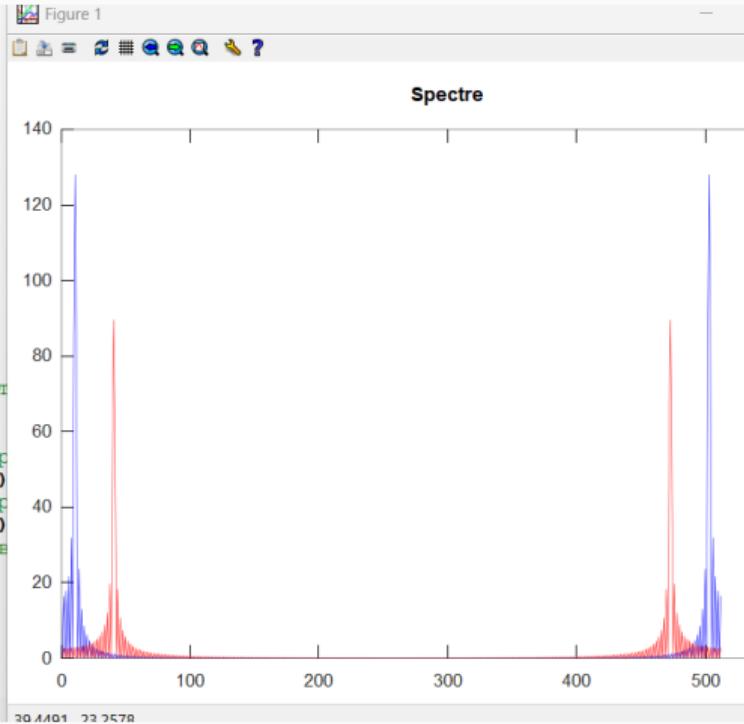


Рис. 8: График сигналов разной частоты

# График спектра сигнала

Добавим код для нахождения спектров сигналов с помощью быстрого преобразования Фурье и получим график. (рис. 9)

```
% Амплитуда второго сигнала:  
a2 = 0.7;  
% Массив отсчётов времени:  
t = 0:1./fd:tmax;  
% Спектр сигнала:  
fd2 = fd/2;  
% Два сигнала разной частоты:  
signal1 = a1*sin(2*pi*t*f1);  
signal2 = a2*sin(2*pi*t*f2);  
% График 1-го сигнала:  
plot(signal1,'b');  
% График 2-го сигнала:  
hold on  
plot(signal2,'r');  
hold off  
title('Signal');  
% Экспорт графика в файл в кат  
print 'signal/spectre.png';  
% Посчитаем спектр  
% Амплитуды преобразования Фур  
spectre1 = abs(fft(signal1,fd))  
% Амплитуды преобразования Фур  
spectre2 = abs(fft(signal2,fd))  
% Построение графиков спектров  
plot(spectre1,'b');  
hold on  
plot(spectre2,'r');  
hold off  
title('Spectre');  
print 'spectre/spectre.png';
```



## Скорректированный график спектра

Скорректируем график спектра: отбросим дублирующие отрицательные частоты, а также примем в расчёт то, что на каждом шаге вычисления быстрого преобразования Фурье происходит суммирование амплитуд сигналов. (рис. 10)

# Скорректированный график спектра

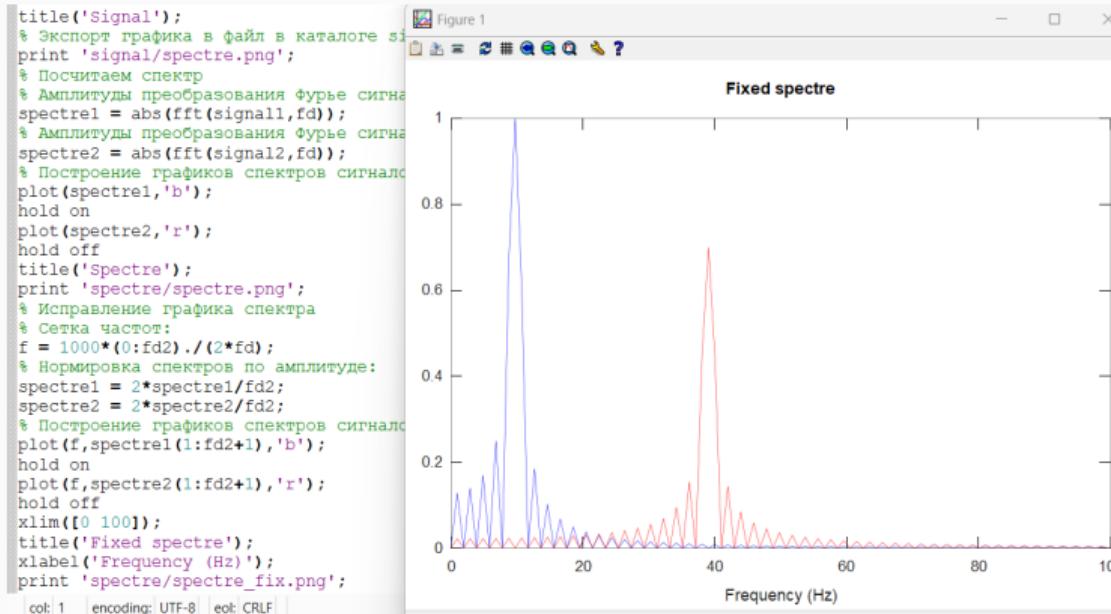


Рис. 10: Скорректированный график спектра

## Графики суммарного сигнала

Найдем спектр суммы рассмотренных сигналов, создав каталог `spectr_sum` и файл в нём `spectre_sum.m`. В результате получился аналогичный предыдущему результат, т.е. спектр суммы сигналов равен сумме спектров сигналов, что вытекает из свойств преобразования Фурье. (рис. 11)

# Графики суммарного сигнала

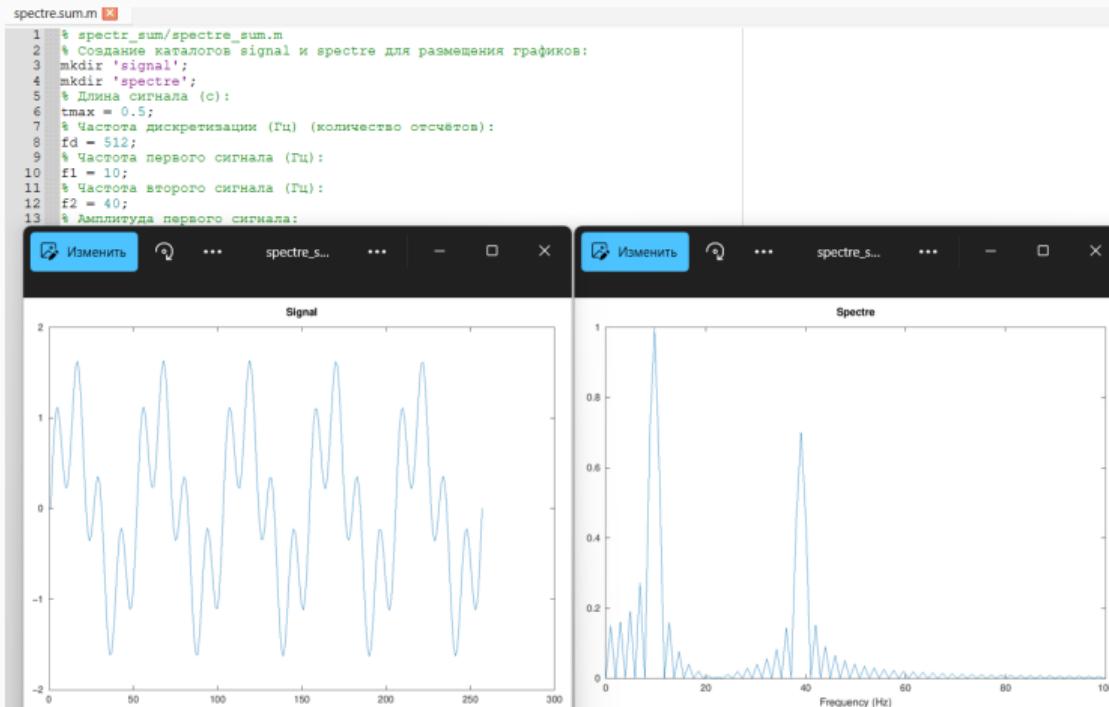
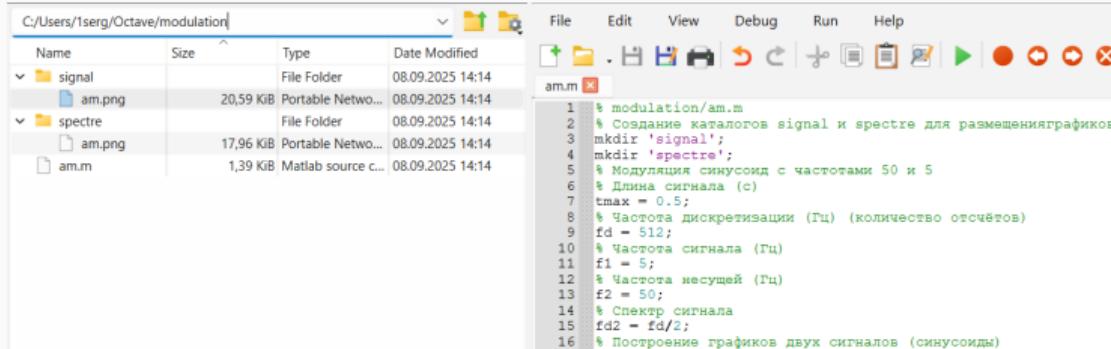


Рис. 11: Графики суммарного сигнала

# Амплитудная модуляция

Создадим каталог `modulation` и в нём новый сценарий с именем `am.m`.  
Добавим в файле `am.m` код из листинга. (рис. 12)



The screenshot shows the Octave IDE interface. On the left is a file browser window titled 'C:/Users/1serg/Octave/modulation' showing two folders: 'signal' and 'spectre', each containing an 'am.png' file, and a single 'am.m' file. On the right is a code editor window titled 'am.m' with the following MATLAB code:

```
1 % modulation/am.m
2 % Создание каталогов signal и spectre для размещения графиков:
3 mkdir 'signal';
4 mkdir 'spectre';
5 % Модуляция синусоид с частотами 50 и 5
6 % Длина сигнала (с)
7 tmax = 0.5;
8 % Частота дискретизации (Гц) (количество отсчётов)
9 fd = 512;
10 % Частота сигнала (Гц)
11 f1 = 5;
12 % Частота несущей (Гц)
13 f2 = 50;
14 % Спектр сигнала
15 fd2 = fd/2;
16 % Построение графиков двух сигналов (синусоиды)
```

Рис. 12: Каталог `modulation`

# Графики амплитудной модуляции

В результате получаем, что спектр произведения представляет собой свёртку спектров (рис. 13)

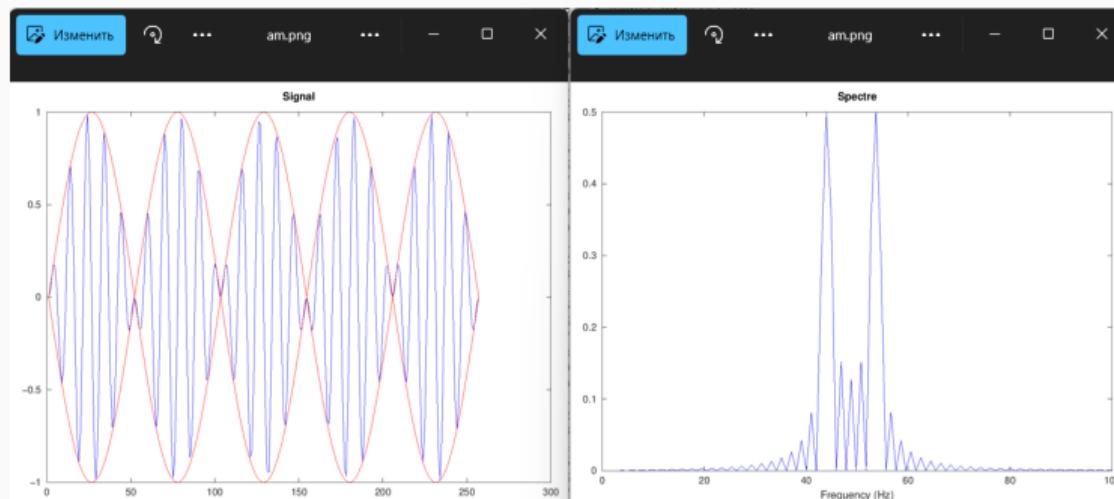


Рис. 13: Графики амплитудной модуляции

# Кодирование сигнала. Исследование свойства самосинхронизации сигнала

Создадим каталог coding и в нём файлы main.m, maptowave.m, unipolar.m, ami.m, bipolarnrz.m, bipolarrrz.m, manchester.m, diffmanc.m, calcspctre.m (рис. 14)

C:/Users/1serg/Octave/coding				
Name	Size	Type	Date Modified	
ami.m	0 байты	Matlab source c...	08.09.2025	14:19
bipolarnrz.m	0 байты	Matlab source c...	08.09.2025	14:19
bipolarrrz.m	0 байты	Matlab source c...	08.09.2025	14:19
calcspctre.m	0 байты	Matlab source c...	08.09.2025	14:20
diffmanc.m	0 байты	Matlab source c...	08.09.2025	14:20
main.m	0 байты	Matlab source c...	08.09.2025	14:18
manchester.m	0 байты	Matlab source c...	08.09.2025	14:19
maptowave.m	0 байты	Matlab source c...	08.09.2025	14:18
unipolar.m	0 байты	Matlab source c...	08.09.2025	14:18

## Проверка пакета

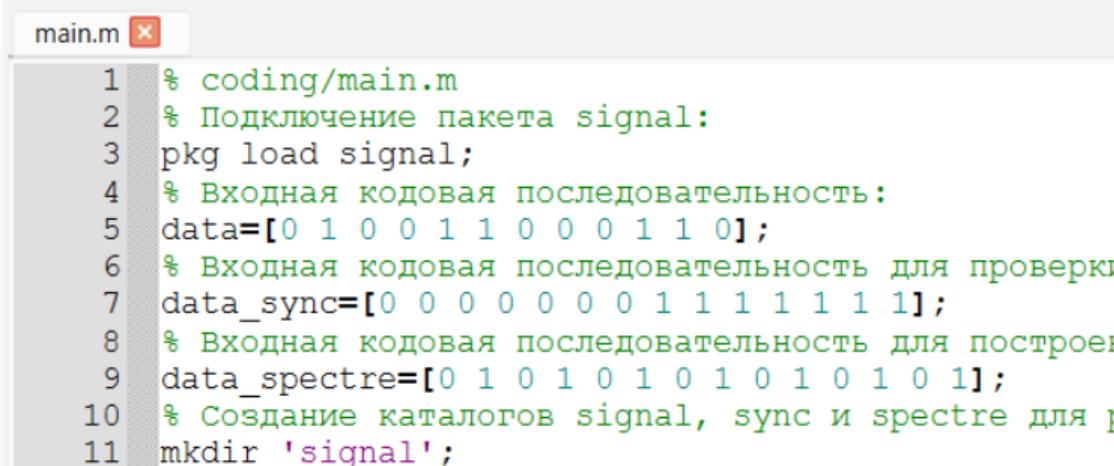
В окне интерпретатора команд проверим, установлен ли пакет расширений signal. Видим, что он установлен. (рис. 15)

0	quaternion		2.4.0		C:\Program Files\GNU
	queueing		1.2.8		C:\Program Files\GNU
	signal		1.4.6		C:\Program Files\GNU

Рис. 15: Проверка пакета

## Код main.m

В файле main.m подключим пакет signal и скопируем программу из листинга.  
(рис. 16)



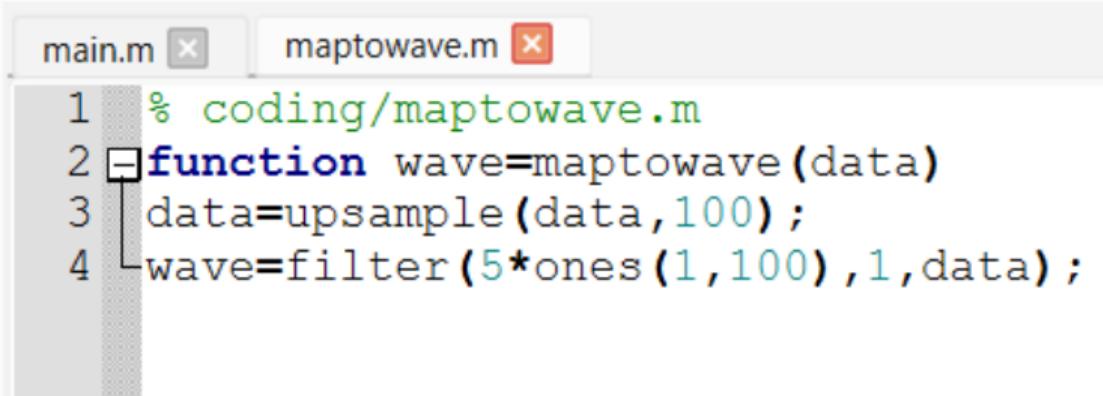
The screenshot shows a MATLAB code editor window titled "main.m". The code contains the following MATLAB script:

```
1 % coding/main.m
2 % Подключение пакета signal:
3 pkg load signal;
4 % Входная кодовая последовательность:
5 data=[0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0];
6 % Входная кодовая последовательность для проверки
7 data_sync=[0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1];
8 % Входная кодовая последовательность для построения
9 data_spectre=[0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1];
10 % Создание каталогов signal, sync и spectre для работы
11 mkdir 'signal';
```

Рис. 16: Код main.m

## Файл maptowave.m

В файле maptowave.m пропишем функцию, которая по входному битовому потоку строит график сигнала. (рис. 17)



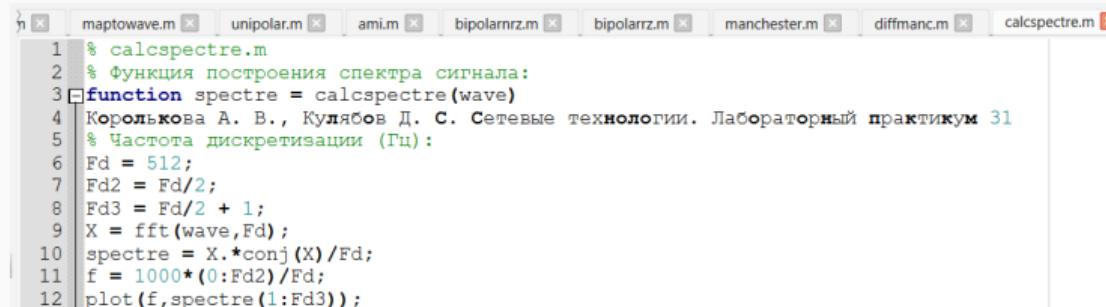
The screenshot shows a MATLAB interface with two tabs at the top: 'main.m' and 'maptowave.m'. The 'maptowave.m' tab is active. Below the tabs, there is a code editor containing the following MATLAB code:

```
1 % coding/maptowave.m
2 function wave=maptowave(data)
3 data=upsample(data,100);
4 wave=filter(5*ones(1,100),1,data);
```

Рис. 17: Файл maptowave.m

# Прописывание функций

В файлах unipolar.m, ami.m, bipolarnrz.m, bipolarrz.m, manchester.m, diffmanc.m пропишем соответствующие коды листингов. (рис. 18)



The screenshot shows a MATLAB workspace window with several files listed in the tab bar: maptowave.m, unipolar.m, ami.m, bipolarnrz.m, bipolarrz.m, manchester.m, diffmanc.m, and calcspectre.m. The 'calcspectre.m' file is open and displayed in the editor. The code is as follows:

```
1 % calcspectre.m
2 % Функция построения спектра сигнала:
3 function spectre = calcspectre(wave)
4 Королькова А. В., Кулябов Д. С. Сетевые технологии. Лабораторный практикум 31
5 % Частота дискретизации (Гц):
6 Fd = 512;
7 Fd2 = Fd/2;
8 Fd3 = Fd/2 + 1;
9 X = fft(wave,Fd);
10 spectre = X.*conj(X)/Fd;
11 f = 1000*(0:Fd2)/Fd;
12 plot(f,spectre(1:Fd3));
```

Рис. 18: Прописывание функций

## Полученные графики

---

Запустим главный скрипт main.m. В каталоге signal получены файлы с графиками кодированного сигнала, в каталоге sync – файлы с графиками, иллюстрирующими свойства самосинхронизации, в каталоге spectre – файлы с графиками спектров сигналов. (рис. 19)

# Полученные графики

▼	signal		File Folder	08.09.2025 14:27
	ami.png	12,71 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	unipolar.png	13,26 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	manchester....	13,45 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	diffmanc.png	13,96 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	bipolarrz.png	14,04 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	bipolarnrz.p...	14,51 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
▼	spectre		File Folder	08.09.2025 14:27
	ami.png	14,96 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	unipolar.png	16,37 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	manchester....	16,69 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	bipolarnrz.p...	17,82 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	bipolarrz.png	18,02 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	diffmanc.png	19,07 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
▼	sync		File Folder	08.09.2025 14:27
	ami.png	12,77 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	unipolar.png	13,23 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	manchester....	13,82 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	diffmanc.png	14,30 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	bipolarrz.png	14,35 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29
	bipolarnrz.p...	14,48 KiB	Portable Netwo...	08.09.2025 14:29

Рис. 19: Полученные графики

## Задание с другой частотой дискретизации.

---

### 1) Что будет, если взять частоту дискретизации меньше 80 Гц?

При снижении частоты дискретизации ниже 80 Гц высокочастотные составляющие сигнала могут быть потеряны, что приведёт к искажению результатов спектрального анализа.

# Задание с другой частотой дискретизации

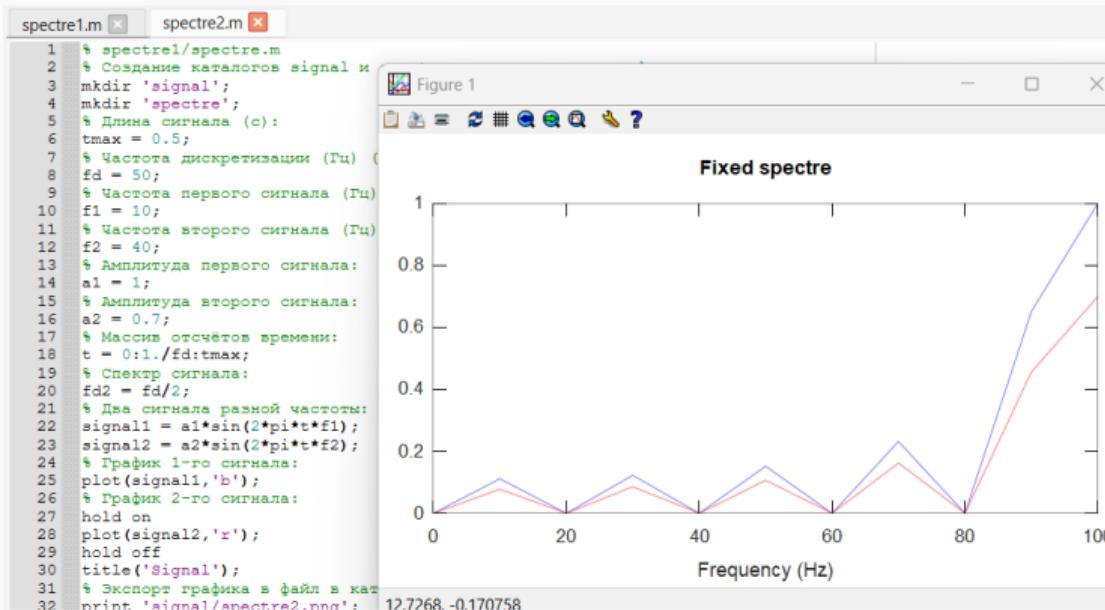


Рис. 20: Задание с другой частотой дискретизации

## **Вывод**

---

## Вывод

В рамках лабораторной работы мы изучили методов кодирования и модуляции сигналов с помощью высокоуровнного языка программирования Octave. Определили спектра и параметров сигнала. Продемонстрировали принципы модуляции сигнала на примере аналоговой амплитудной модуляции. Исследовали свойства самосинхронизации сигнала.