

Методы кодирования и модуляция сигналов

Лабораторная работа №1

Абдуллахи Шугофа

9 сентября 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цели и задачи работы

Освоить методы кодирования и модуляции сигналов в Octave, изучить спектральные характеристики и проверить механизмы самосинхронизации.

- Построить и проанализировать составные синусоиды.
- Исследовать приближение меандра рядом Фурье.
- Рассчитать спектры гармонических сигналов и их суммы.
- Продемонстрировать амплитудную модуляцию (АМ) и её спектр.
- Сравнить схемы линейного кодирования и их самосинхронизацию.

Визуализация функций в Octave

Построить графики функций

$$y_1$$

и

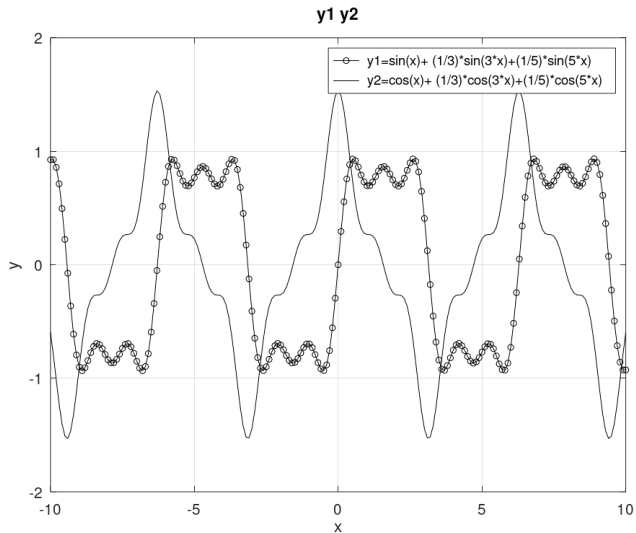
$$y_2$$

на

$$[-10; 10]$$

:

$$y_1 = \sin x + \frac{1}{3} \sin 3x + \frac{1}{5} \sin 5x, \quad y_2 = \cos x + \frac{1}{3} \cos 3x + \frac{1}{5} \cos 5x$$



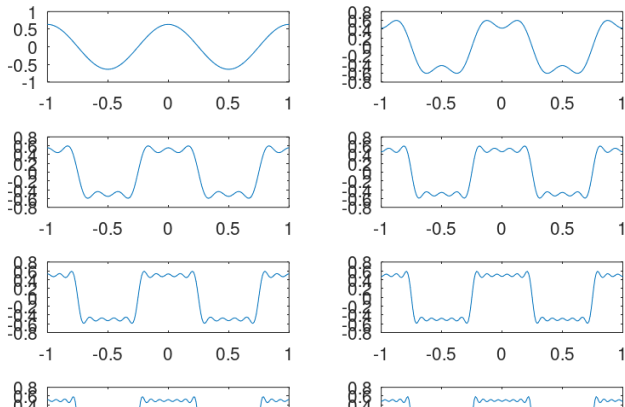
Приближение меандра рядом Фурье

- Нечётные гармоники до 8-й; амплитуда

$$\propto 1/n$$

-
- Сравнение cos- и sin-разложений.

- При малом числе гармоник сигнал близок к синусу.
- С ростом гармоник фронты круче; проявляется эффект Гиббса.
- Оба разложения дают сопоставимое приближение.



Спектры и параметры сигналов

-

$$f_s = 512$$

Гц,

$$T = 0.5$$

с.

-

$$s_1(t) = \sin(2\pi \cdot 10t)$$

,

$$s_2(t) = 0.7 \sin(2\pi \cdot 40t)$$

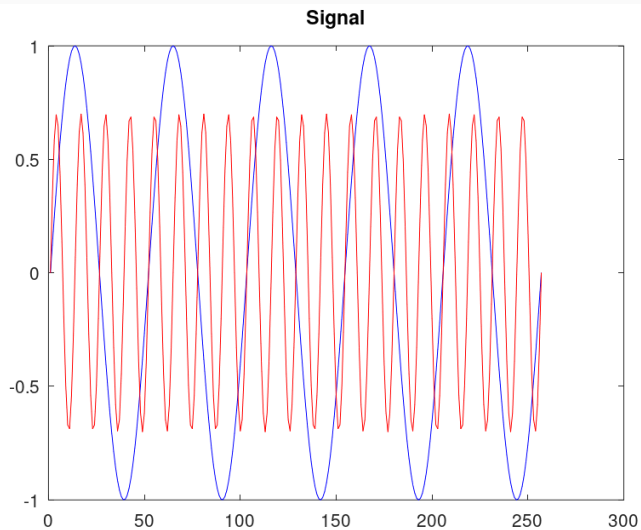
-

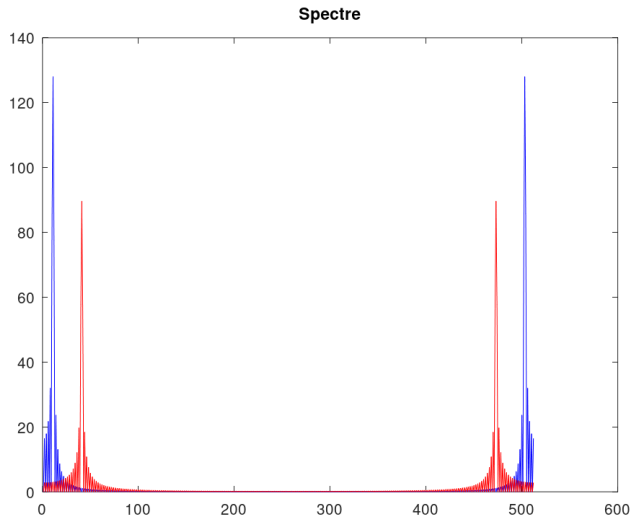
- Спектры отдельных сигналов и их суммы.

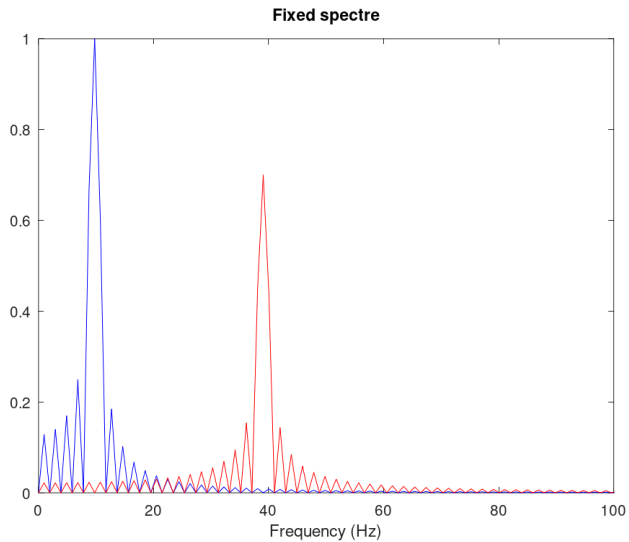
- Пики спектра соответствуют 10 и 40 Гц.
- Суммарный спектр \approx суперпозиция отдельных.
- При

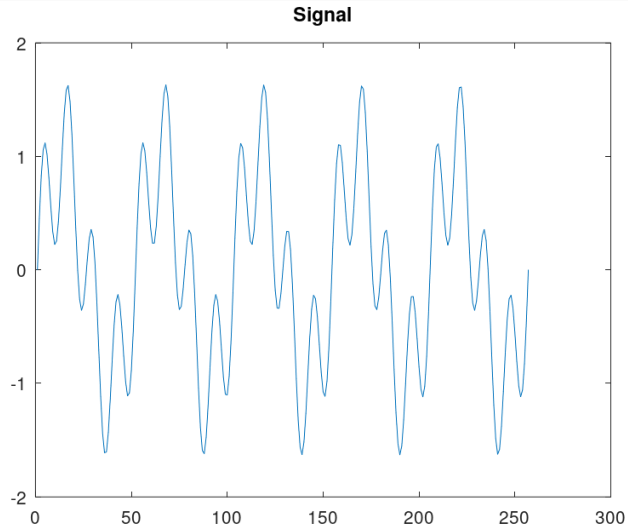
$$f_s < 80$$

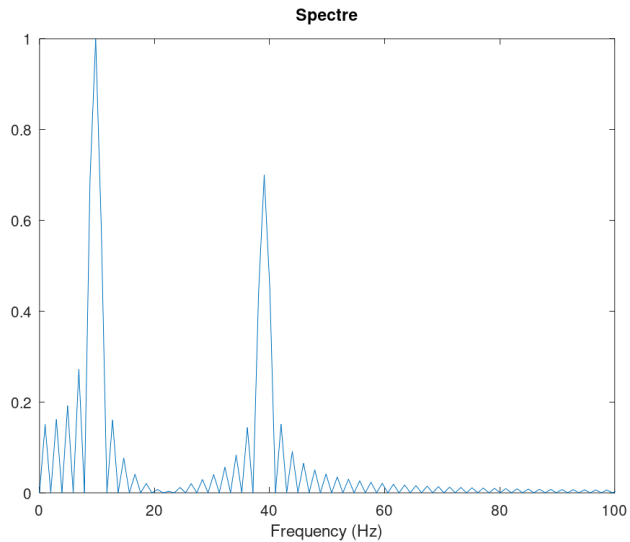
Гц возникает алиасинг (нарушение Найквиста).











Демонстрация амплитудной модуляции

-

$$f_s = 512$$

Гц,

$$T = 0.5$$

с.

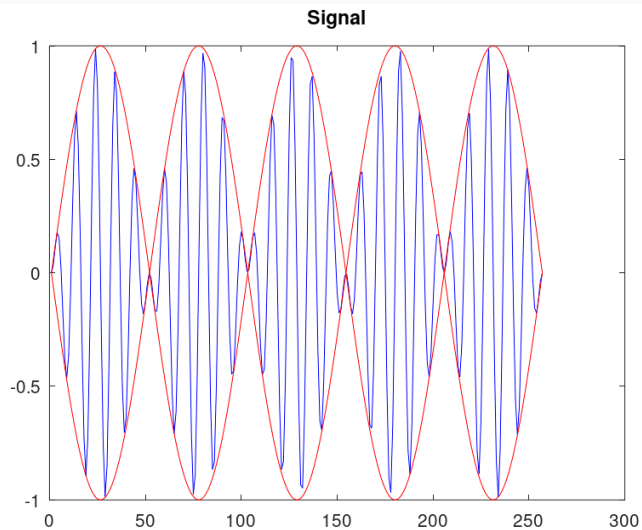
- Модулирующий: 5 Гц; несущая: 50 Гц.

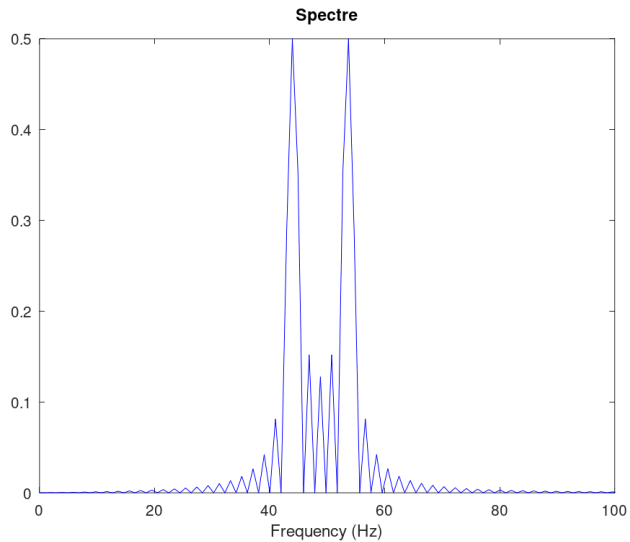
-

$$s(t) = s_1(t) \cdot s_2(t)$$

. Построить огибающую и спектр.

- Огибающая совпадает с модулирующим сигналом.
- Спектр: несущая \pm боковые полосы (суммы/разности частот).





Линейное кодирование и самосинхронизация

Unipolar, AMI, Bipolar NRZ, Bipolar RZ, Manchester, Differential Manchester.

- **Unipolar**: DC-составляющая; проблемы с сериями нулей.
- **AMI**: чередование полярности единиц устраняет DC; нули — уязвимость.
- **Bipolar NRZ**: слабая самосинхронизация при длинных сериях.
- **Bipolar RZ**: возврат к нулю — лучше синхронизация, шире спектр.
- **Manchester**: переход в середине такта — надёжная синхронизация.
- **Diff. Manchester**: устойчив к инверсии полярности канала.

Заключение

- Эксперименты подтвердили: разложение Фурье, критерий Найквиста–Котельникова, свойства самосинхронизации.
- Получены практические навыки моделирования сигналов и анализа спектров в Octave.