

Отчёт по лабораторной работе 1

Методы кодирования и модуляция сигналов

Абдуллахи Шугофа

Содержание

1	Цель работы	5
2	Выполнение заданий	6
2.1	Визуализация функций в Octave	6
2.1.1	Задача	6
2.1.2	Этапы решения	6
2.1.3	Итоги	7
2.2	Приближение меандра рядом Фурье	9
2.2.1	Задача	9
2.2.2	Параметры моделирования	9
2.2.3	Ход работы	9
2.2.4	Выводы	10
2.3	Спектры и параметры сигналов	12
2.3.1	Задача	12
2.3.2	Этапы	12
2.3.3	Результаты и выводы	12
2.4	Демонстрация амплитудной модуляции	16
2.4.1	Задача	16
2.4.2	Ход работы	16
2.4.3	Итоги	16
2.5	Линейное кодирование и самосинхронизация	18
2.5.1	Задача	18
2.5.2	Проведённые шаги	18
2.5.3	Анализ	19
2.5.4	Результаты: формы сигналов	20
2.5.5	Результаты: самосинхронизация	22
2.5.6	Результаты: спектры сигналов	24
3	Заключение	26

Список иллюстраций

2.1	График функции y_1	8
2.2	Графики функций y_1 и y_2	8
2.3	Меандр через \cos -ряд	11
2.4	Меандр через \sin -ряд	11
2.5	Два синусоидальных сигнала	13
2.6	Спектры сигналов	14
2.7	Исправленный спектр	14
2.8	Суммарный сигнал	15
2.9	Спектр суммы	15
2.10	АМ-сигнал и огибающая	17
2.11	Спектр АМ-сигнала	18

Список таблиц

1 Цель работы

Основная задача заключалась в освоении методов кодирования и модуляции сигналов с применением языка Octave. В рамках работы предстояло изучить их спектральные характеристики, параметры, а также проверить механизмы самосинхронизации.

2 Выполнение заданий

2.1 Визуализация функций в Octave

2.1.1 Задача

Необходимо было построить графики двух функций:

$$y_1(x) = \sin(x) + \frac{1}{3} \sin(3x) + \frac{1}{5} \sin(5x),$$

$$y_2(x) = \cos(x) + \frac{1}{3} \cos(3x) + \frac{1}{5} \cos(5x),$$

на интервале

$$[-10; 10]$$

и сохранить результаты в формате .eps и .png.

2.1.2 Этапы решения

- В скрипте был задан диапазон изменения аргумента

x

.

- Определены выражения для функций

y_1

и

y_2

.

- Построен график функции

y_1

и сохранён в нужных форматах.

- На одном графике совместно изображены обе функции с добавлением легенды.

2.1.3 Итоги

График первой функции представлен на рис. 1, а изображение обеих функций одновременно — на рис. 2.

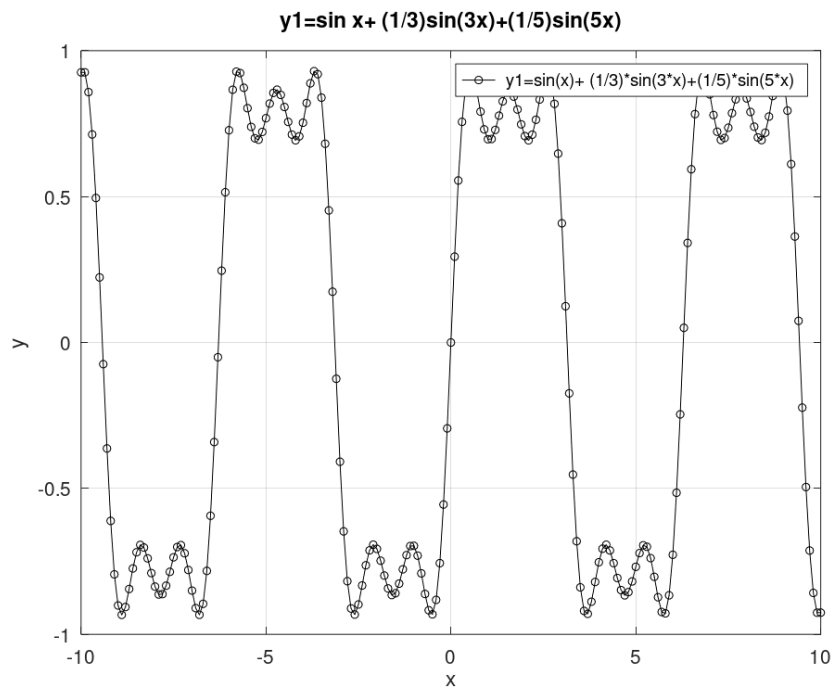


Рис. 2.1: График функции y_1

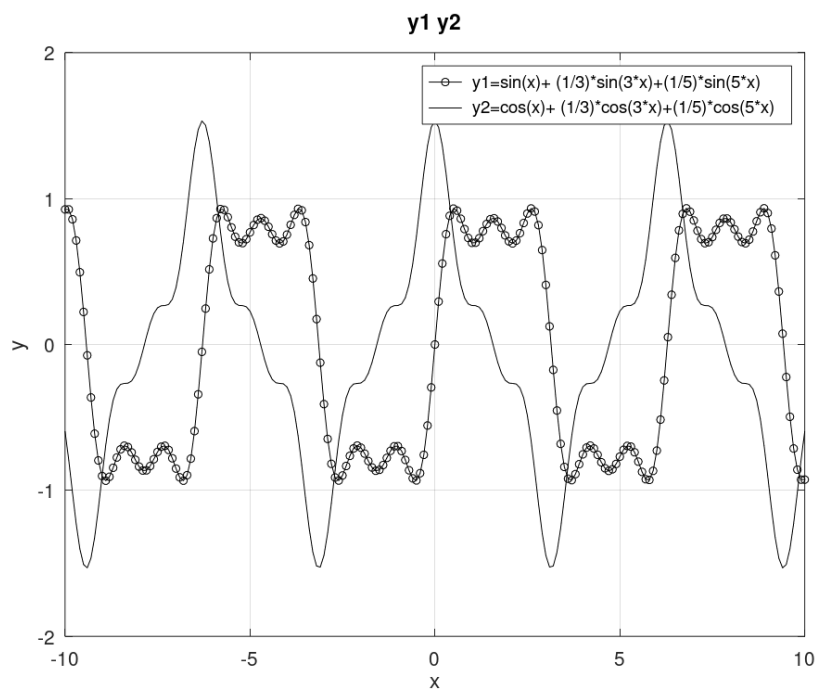


Рис. 2.2: Графики функций y_1 и y_2

2.2 Приближение меандра рядом Фурье

2.2.1 Задача

Нужно было исследовать приближения меандра при увеличении числа нечётных гармоник, рассматривая разложения через ряды синусов и косинусов.

2.2.2 Параметры моделирования

- количество гармоник: 8;

- временной диапазон:

$$[-1; 1]$$

с шагом 0.01;

- амплитуда сигнала: 1;
- период: 1.

Амплитуда каждой нечётной гармоники обратно пропорциональна её номеру.

2.2.3 Ход работы

1. Построены частичные суммы ряда Фурье при числе гармоник от 1 до 8.
2. Получены два набора графиков: для cos-разложения (с чередующимися знаками) и для sin-разложения (только положительные члены).

3. Каждый вариант показан в отдельной области окна для наглядного сравнения.
4. Результаты сохранены в виде .png изображений.

2.2.4 Выводы

- При малом числе гармоник сигнал близок к синусоидальной форме.
- С ростом числа гармоник фронты становятся более крутыми, сигнал всё больше напоминает прямоугольный.
- Вблизи точек разрыва наблюдается эффект Гиббса, сохраняющийся при любом числе гармоник.
- Оба варианта разложения дают одинаковое качество приближения.

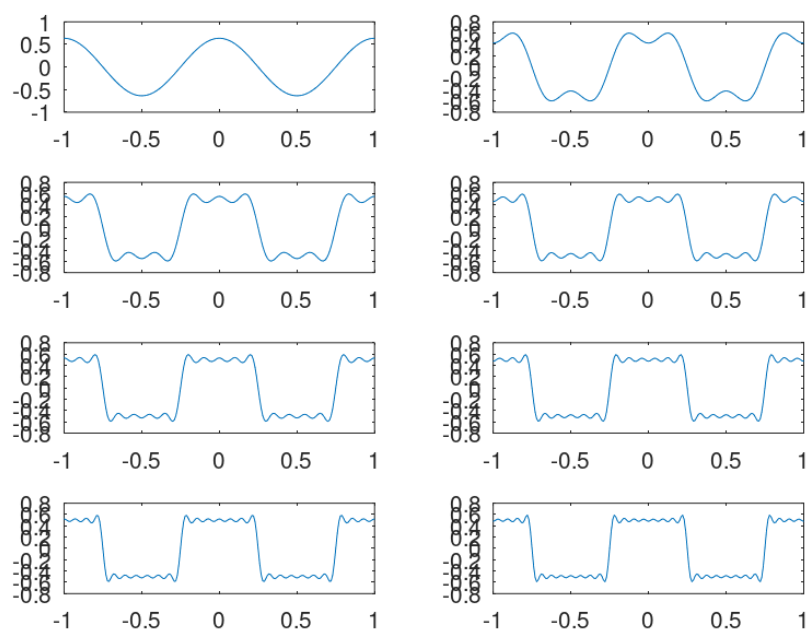


Рис. 2.3: Меандр через \cos -ряд

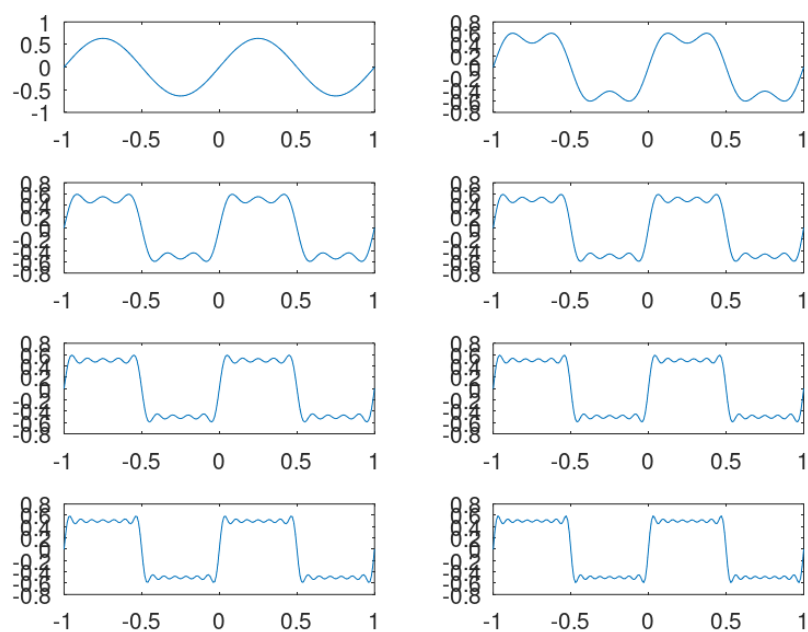


Рис. 2.4: Меандр через \sin -ряд

2.3 Спектры и параметры сигналов

2.3.1 Задача

Рассмотреть два гармонических сигнала с разными частотами, их спектры и спектр их суммы. Дополнительно исследовать влияние уменьшения частоты дискретизации ниже 80 Гц.

2.3.2 Этапы

- В каталоге `spectre1` заданы параметры: длительность 0.5 с, частота дискретизации 512 Гц, частоты 10 и 40 Гц, амплитуды 1 и 0.7.
- Сгенерированы два сигнала:

$$s_1(t) = a_1 \sin(2\pi f_1 t), \quad s_2(t) = a_2 \sin(2\pi f_2 t).$$

- Выполнено построение графиков и расчёт спектров с применением БПФ.
- Произведена нормировка и удаление отрицательных частот.
- Для суммарного сигнала в каталоге `spectre_sum` вычислен спектр.

2.3.3 Результаты и выводы

- При дискретизации 512 Гц спектры отображаются корректно, пики чётко выделяются.

- Суммарный спектр совпадает с суперпозицией отдельных спектров.
- При снижении частоты дискретизации ниже 80 Гц возникает эффект алиасинга: сигнал 40 Гц отображается искажённо.
- Для корректной дискретизации необходимо соблюдать критерий Найквиста–Котельникова.

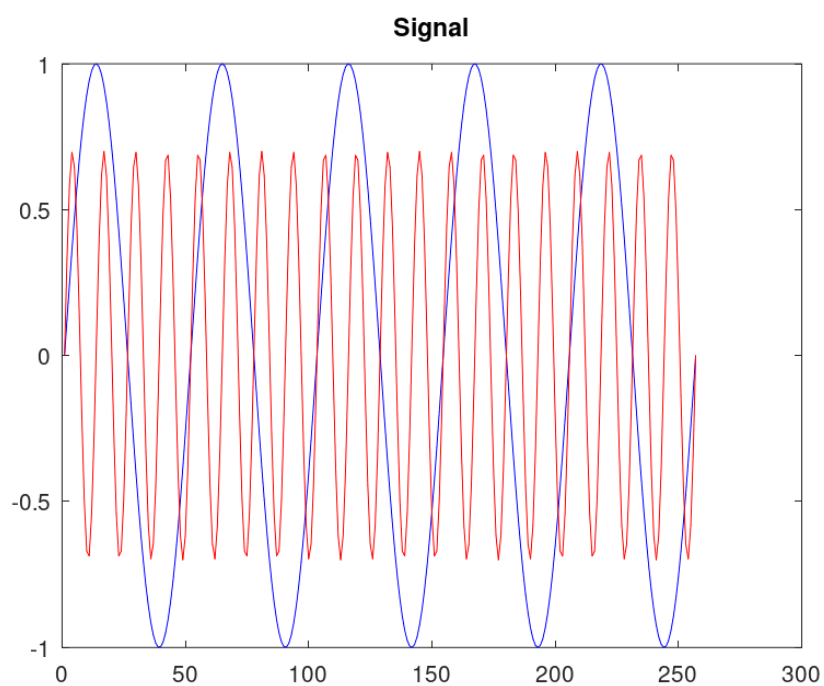


Рис. 2.5: Два синусоидальных сигнала

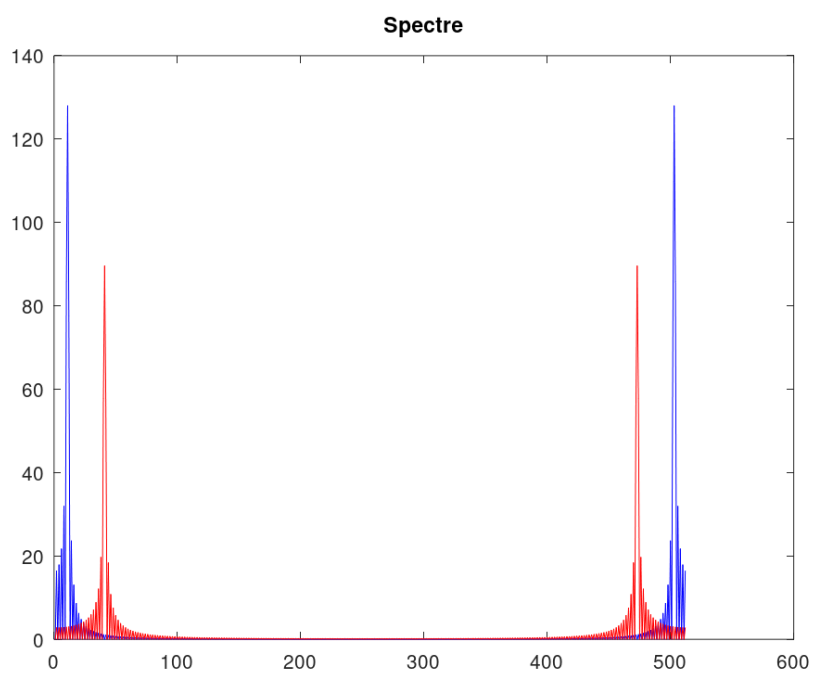


Рис. 2.6: Спектры сигналов

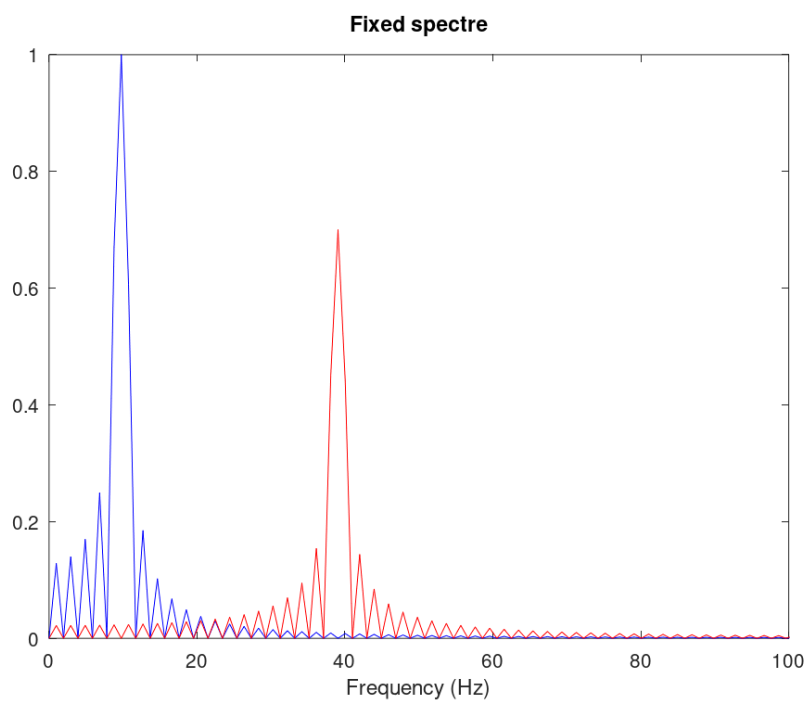


Рис. 2.7: Исправленный спектр

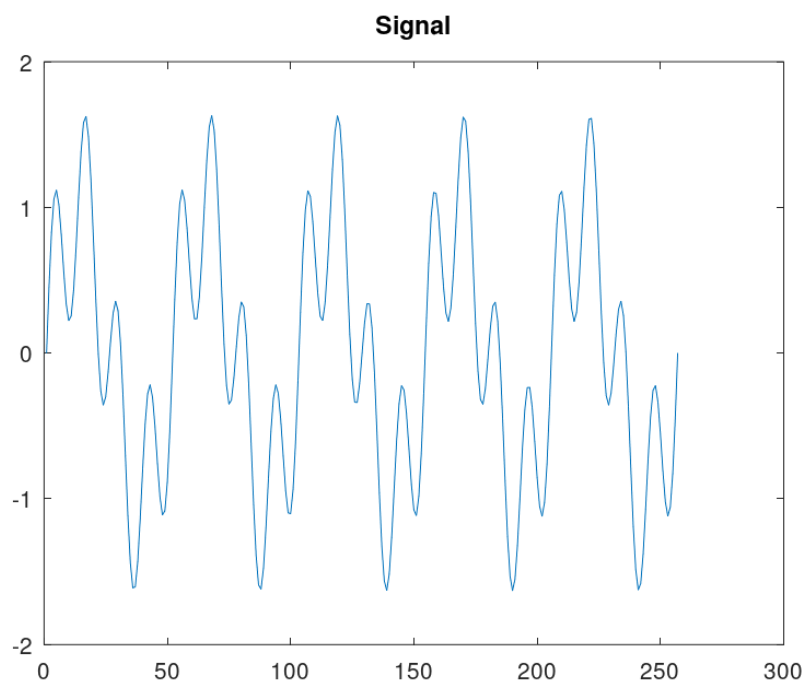


Рис. 2.8: Суммарный сигнал

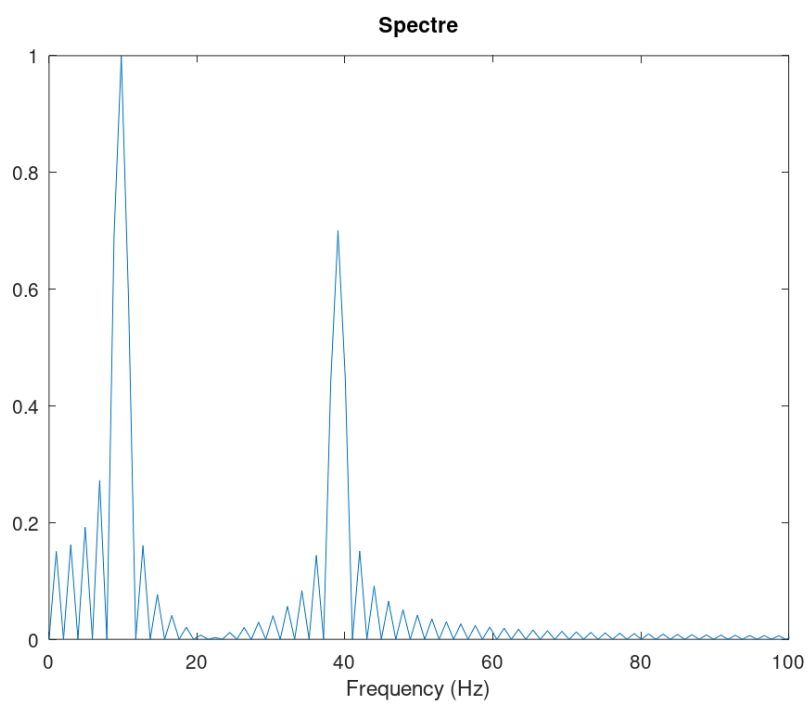


Рис. 2.9: Спектр суммы

2.4 Демонстрация амплитудной модуляции

2.4.1 Задача

Исследовать АМ путём модуляции низкочастотного сигнала синусоидой высокой частоты и рассмотреть его спектр.

2.4.2 Ход работы

1. В файле `am.m` определены параметры: длительность 0.5 с, дискретизация 512 Гц, частоты: модулирующая — 5 Гц, несущая — 50 Гц.
2. Построены: модулирующий сигнал, несущая и АМ-сигнал:

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

3. Выполнено построение огибающей.
4. Получен спектр модулированного сигнала через БПФ.

2.4.3 Итоги

- На графике видна огибающая, совпадающая с модулирующим сигналом.
- Спектр состоит из несущей и двух боковых полос, расположенных симметрично.

- Результаты подтверждают принцип свёртки спектров.

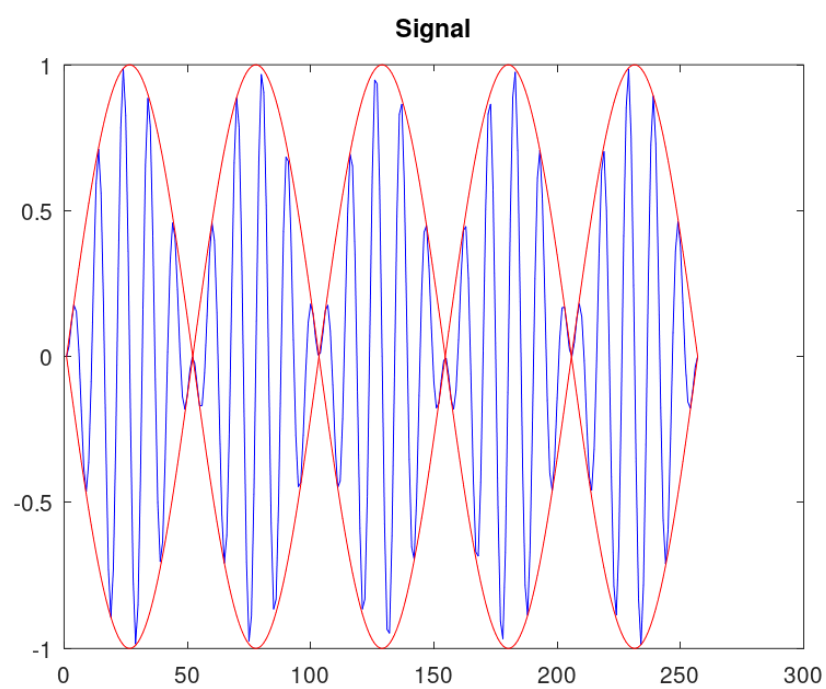


Рис. 2.10: АМ-сигнал и огибающая

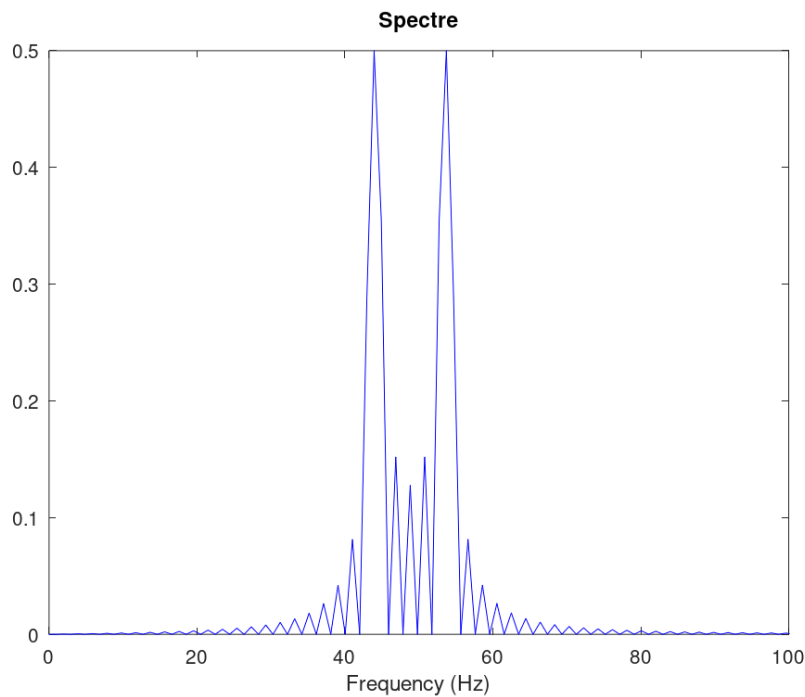


Рис. 2.11: Спектр АМ-сигнала

2.5 Линейное кодирование и самосинхронизация

2.5.1 Задача

Создать кодированные сигналы по заданным битовым последовательностям для разных схем кодирования, проверить устойчивость к длинным сериям одинаковых символов и сравнить спектры.

2.5.2 Проведённые шаги

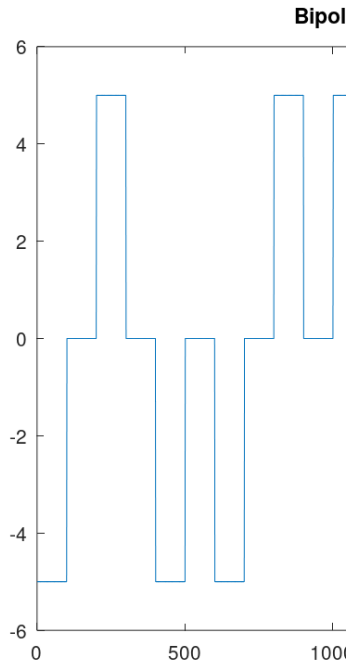
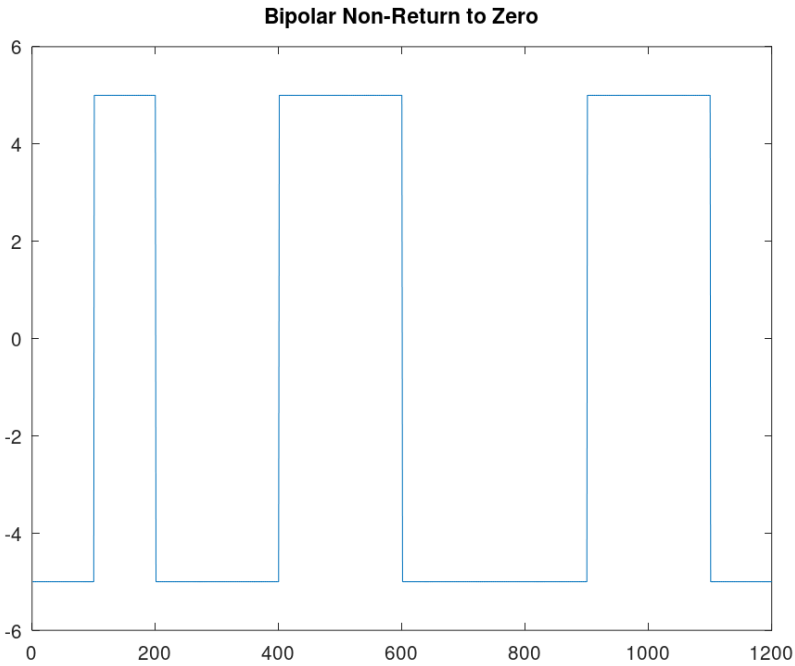
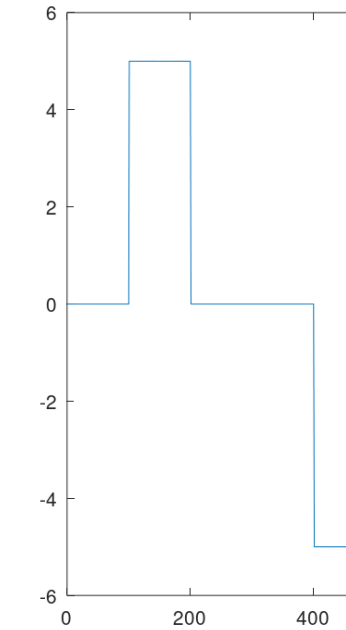
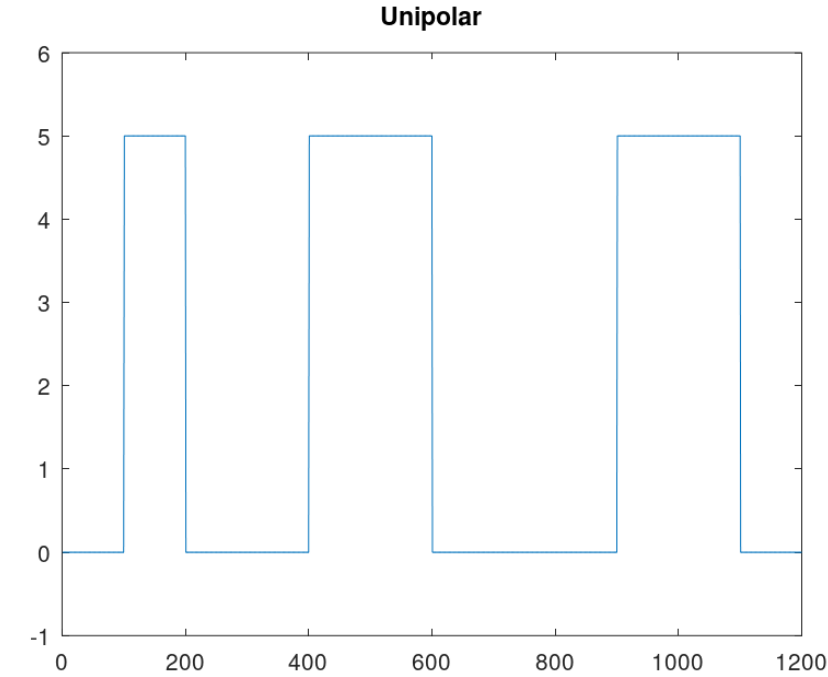
- Сформированы три последовательности: основная, тестовая для длинных серий и набор для расчёта спектров.

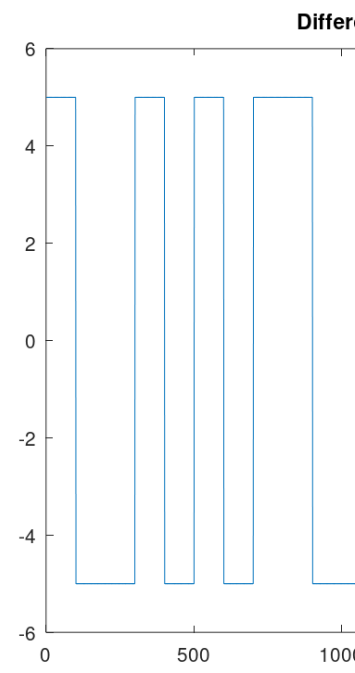
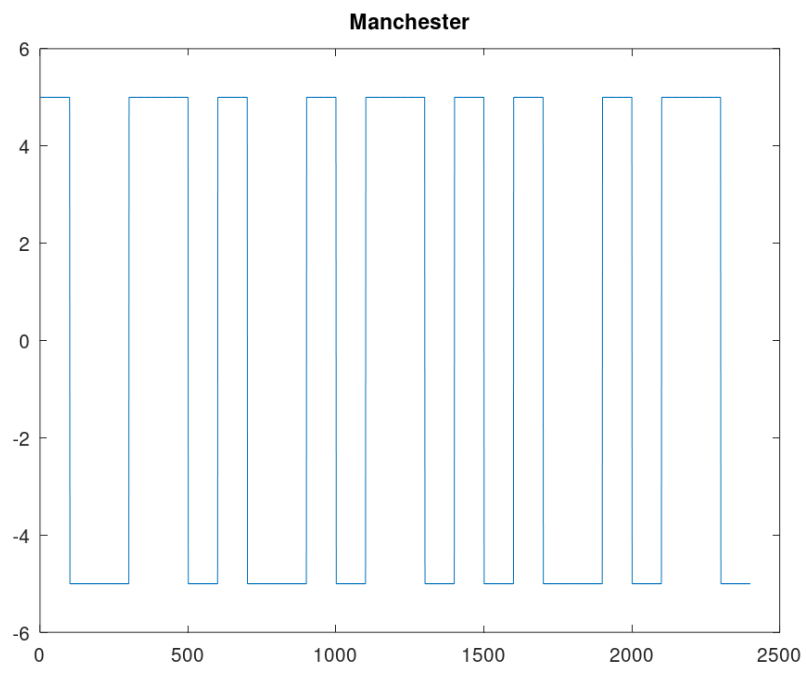
- Для каждого кода построены: форма сигнала, демонстрация самосинхронизации, спектр.
- Рассмотренные методы: Unipolar, AMI, Bipolar NRZ, Bipolar RZ, Manchester, Differential Manchester.

2.5.3 Анализ

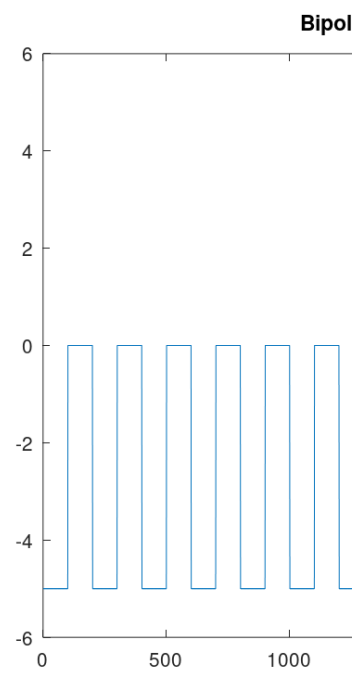
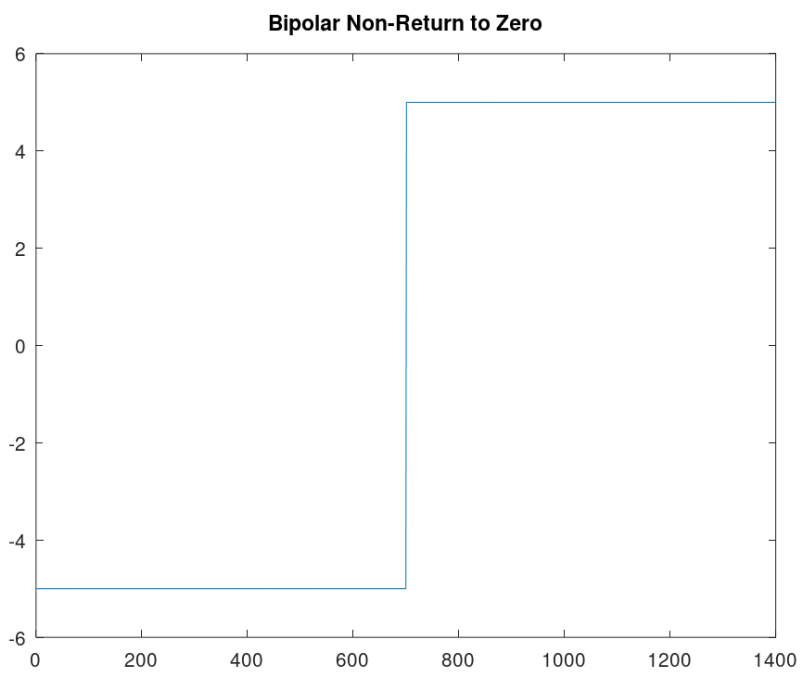
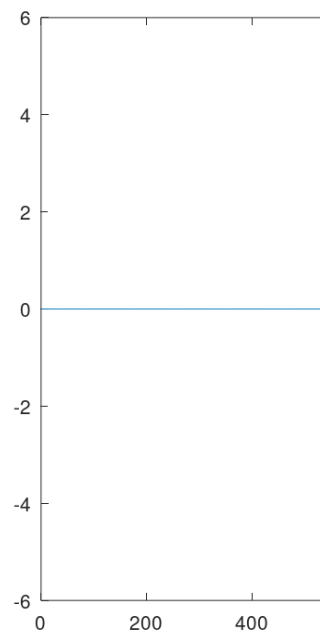
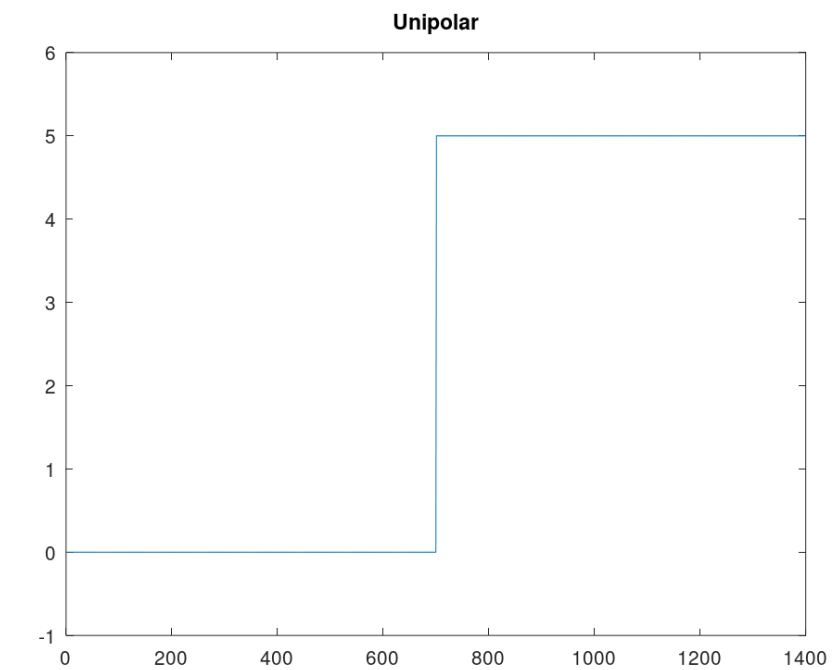
- **Unipolar**: отсутствие переходов при длинных сериях нулей, выраженная DC-составляющая.
- **AMI**: единицы чередуют полярность, что устраняет DC. Проблема — длинные серии нулей.
- **Bipolar NRZ**: синхронизация теряется при сериях одинаковых битов, подавление DC слабое.
- **Bipolar RZ**: возврат к нулю в каждом такте повышает самосинхронизацию, но увеличивает ширину спектра.
- **Manchester**: переход в середине такта обеспечивает надёжную синхронизацию, но удваивает эффективную полосу.
- **Differential Manchester**: сохраняет свойства Manchester и устойчив к инверсии полярности канала.

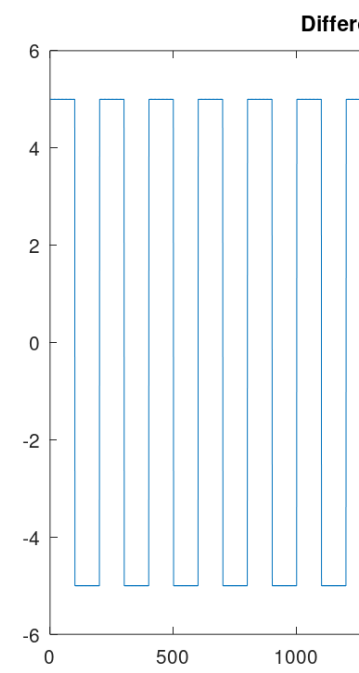
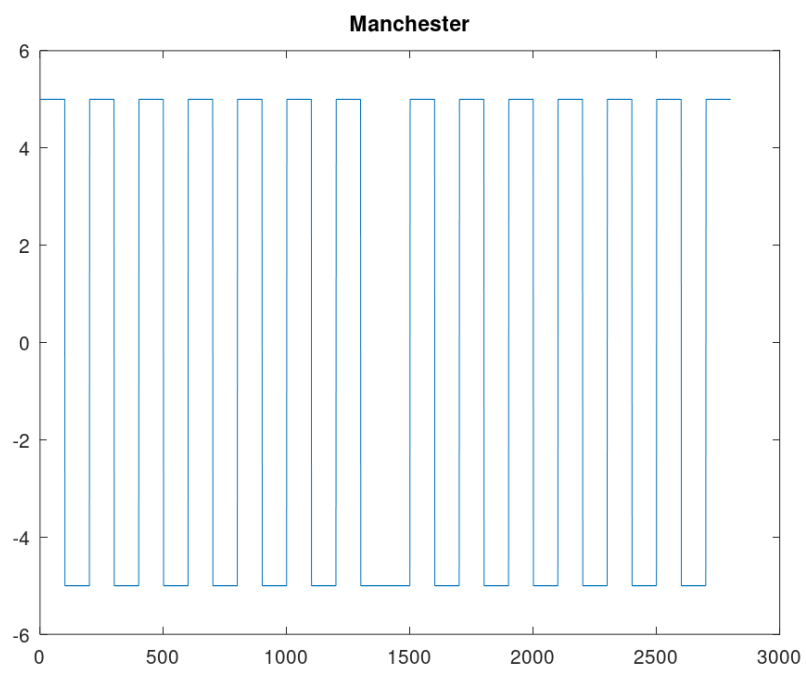
2.5.4 Результаты: формы сигналов



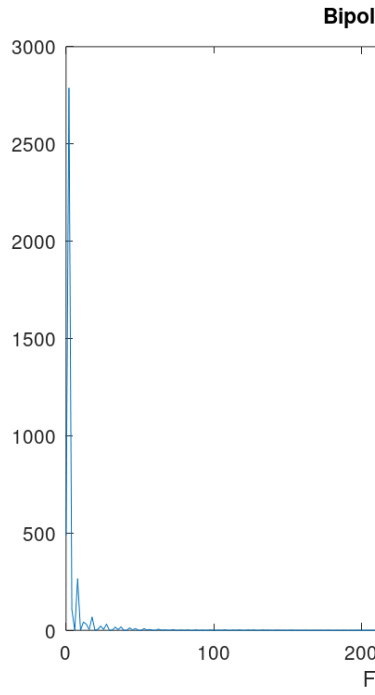
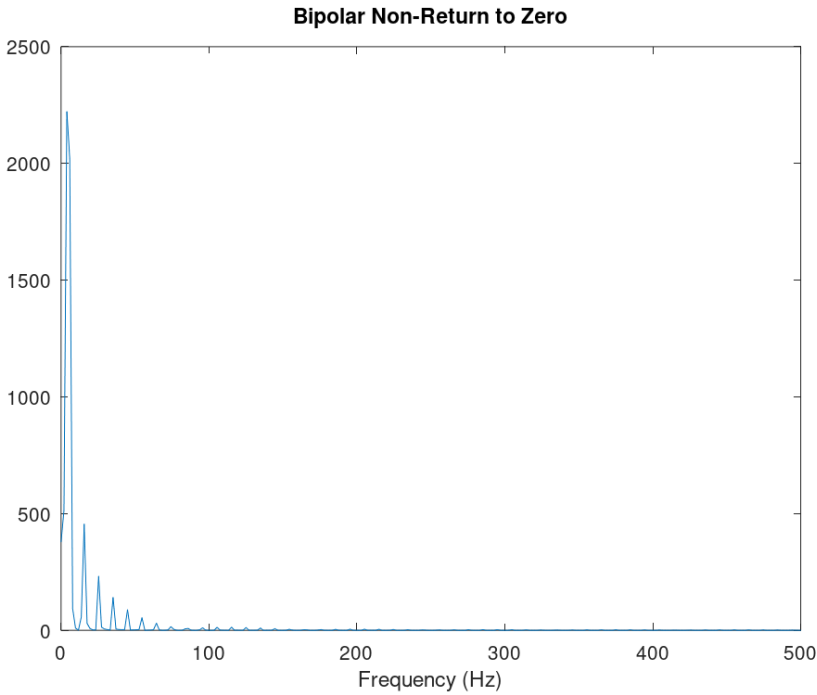
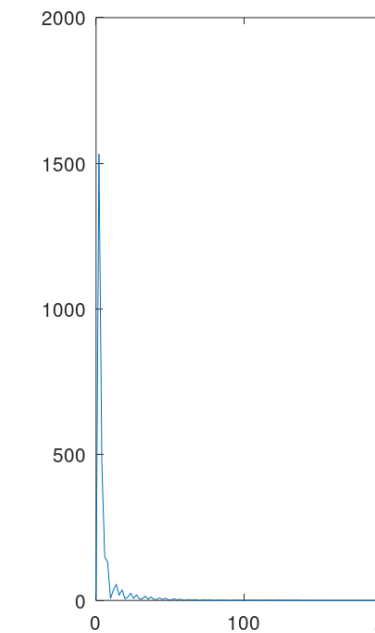
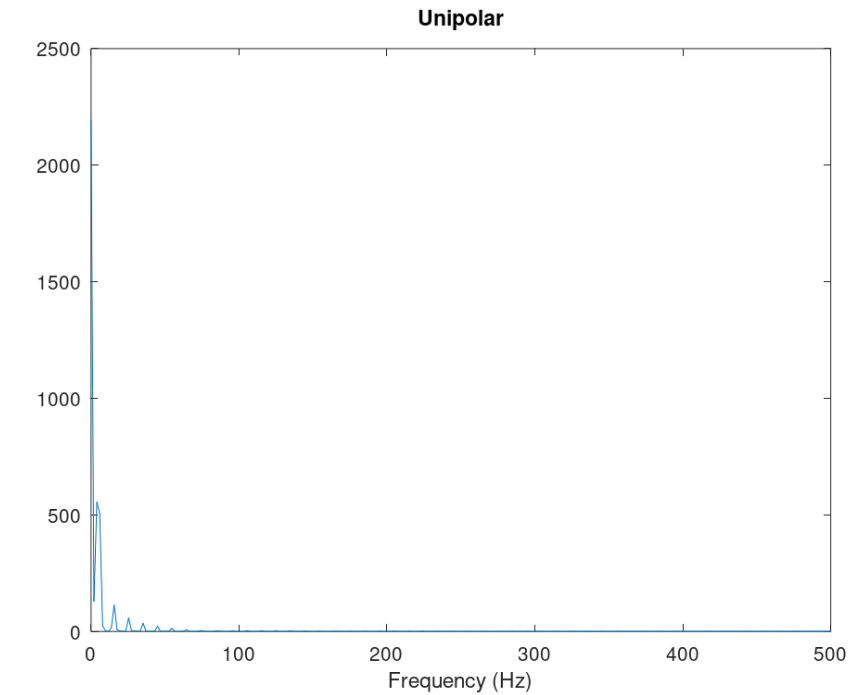


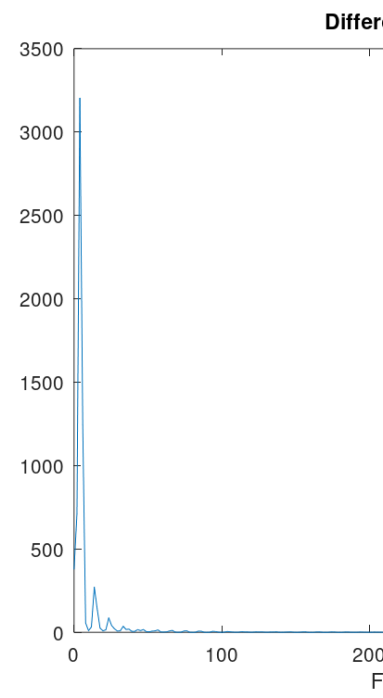
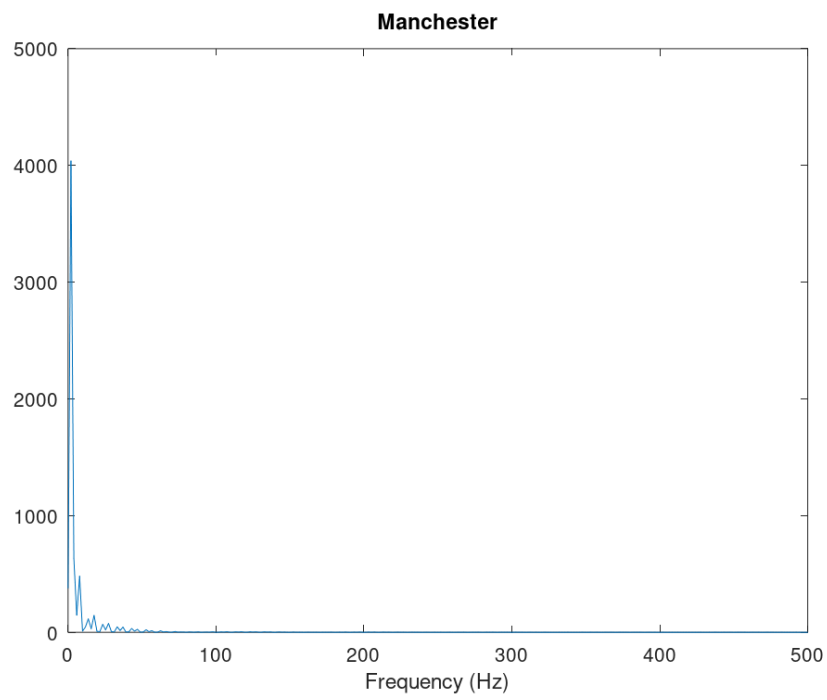
2.5.5 Результаты: самосинхронизация





2.5.6 Результаты: спектры сигналов





3 Заключение

Выполненная работа охватила ключевые методы формирования сигналов, их спектральный анализ, амплитудную модуляцию и линейное кодирование. Эксперименты в Octave подтвердили теоретические положения о разложении в ряд Фурье, критерии Найквиста, свойства самосинхронизации и спектральное распределение энергии. Полученные результаты закрепили практические навыки в области цифровой обработки сигналов.