

Отчёт по лабораторной работе 1

Методы кодирования и модуляция сигналов

Авдадаев Джамал

НФИбд-02-23

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	6
2.2 Приближение меандра рядом Фурье	8
2.2.1 Задача	8
2.2.2 Параметры моделирования	8
2.2.3 Ход работы	8
2.2.4 Выводы	8
2.3 Спектры и параметры сигналов	10
2.3.1 Задача	10
2.3.2 Этапы	10
2.3.3 Результаты и выводы	10
2.4 Демонстрация амплитудной модуляции	13
2.4.1 Задача	13
2.4.2 Ход работы	14
2.4.3 Итоги	14
2.5 Линейное кодирование и самосинхронизация	16
2.5.1 Задача	16
2.5.2 Проведённые шаги	16
2.5.3 Анализ	16
2.5.4 Результаты: формы сигналов	18
2.5.5 Результаты: самосинхронизация	20
2.5.6 Результаты: спектры сигналов	22
3 Заключение	24

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	AM-сигнал и огибающая	17
2.11	Спектр AM-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 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 $[-10; 10]$ с использованием среды Octave и экспортовать полученный результат в файлы форматов *.eps* и *.png*.

2.1.2 Этапы решения

- В скрипте был задан диапазон изменения аргумента x .
- Определены выражения для функций $y_1(x)$ и $y_2(x)$.
- Построен график функции $y_1(x)$ и сохранён в требуемых форматах.
- На одном графике совместно изображены обе функции с добавлением легенды.

2.1.3 Итоги

График функции $y_1(x)$ представлен на рис. 2.1.

Графики функций $y_1(x)$ и $y_2(x)$ показаны на рис. 2.2.

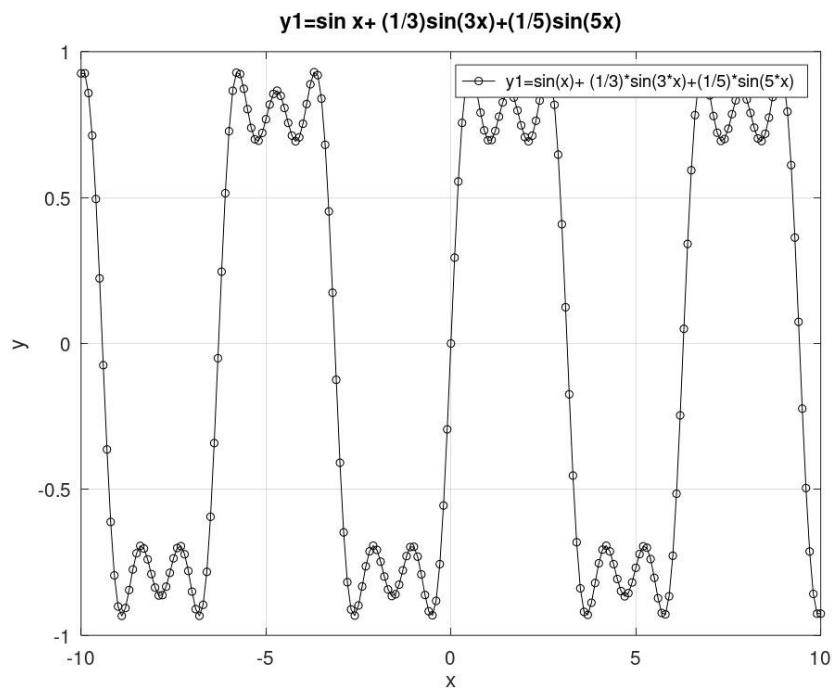


Рис. 2.1: График функции y_1

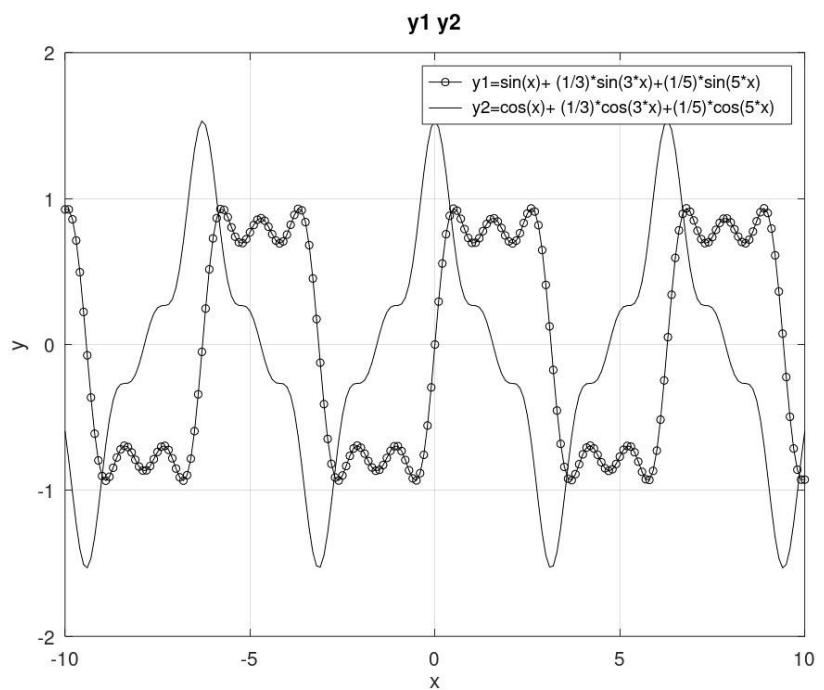


Рис. 2.2: Графики функций y_1 и y_2

2.2 Приближение меандра рядом Фурье

2.2.1 Задача

Необходимо было реализовать разложение импульсного сигнала в форме меандра в частичный ряд Фурье.

Требовалось построить графики меандра, полученные при различном количестве нечётных гармоник, и сохранить результаты в графическом формате.

2.2.2 Параметры моделирования

- количество гармоник: 8;
- временной диапазон: $[-1; 1]$ с шагом 0.01;
- амплитуда сигнала: 1;
- период сигнала: 1.

Амплитуда каждой нечётной гармоники обратно пропорциональна её номеру.

2.2.3 Ход работы

- Построены частичные суммы ряда Фурье при числе гармоник от 1 до 8.
- Получены графики приближения меандра при различном количестве нечётных гармоник.
- Каждый вариант отображён в отдельной области окна для наглядного сравнения.
- Результаты сохранены в виде графических файлов.

2.2.4 Выводы

- Графики меандра, полученные с использованием **cos-разложения**, представлены на рис. 2.3, а результаты приближения меандра с использованием **sin-разложения** показаны на рис. 2.4.

- При увеличении числа нечётных гармоник форма сигнала становится более близкой к прямоугольной.
Вблизи точек разрыва наблюдается эффект Гиббса, сохраняющийся при любом числе гармоник.

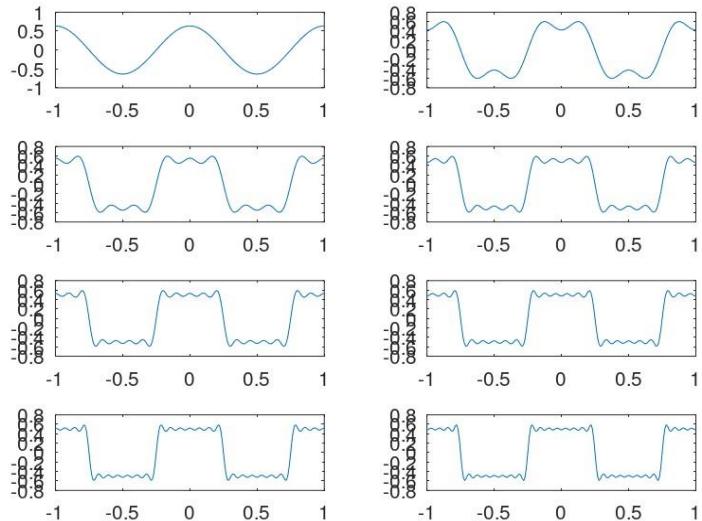


Рис. 2.3: Меандр через cos-ряд

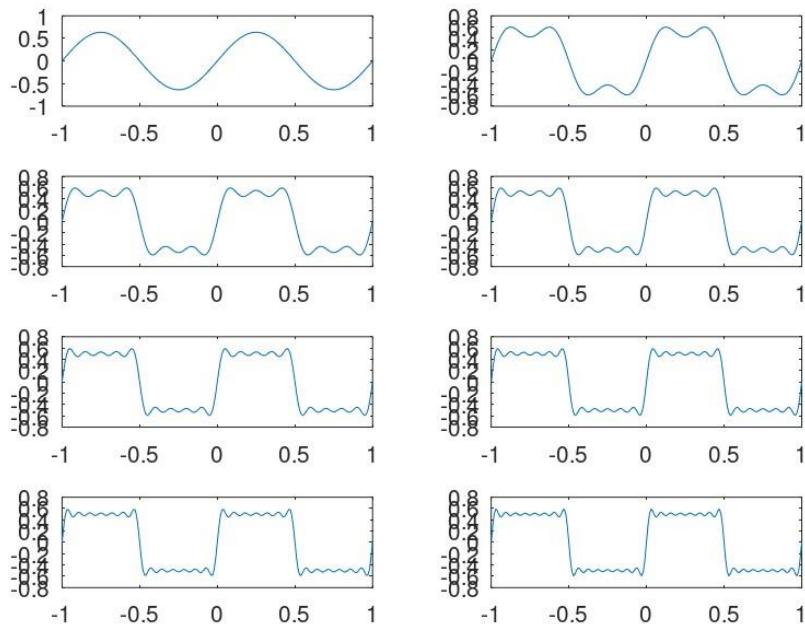


Рис. 2.4: Меандр через sin-ряд

2.3 Спектры и параметры сигналов

2.3.1 Задача

Определить спектры двух отдельных синусоидальных сигналов и спектр их суммы.

Выполнить построение спектров при заданной частоте дискретизации, а также рассмотреть результат при уменьшении частоты дискретизации ниже 80 Гц.

2.3.2 Этапы

- Заданы параметры моделирования: длительность сигнала 0.5 с, частота дискретизации 512 Гц, частоты сигналов 10 Гц и 40 Гц, амплитуды 1 и 0.7.
- Сформированы два синусоидальных сигнала разной частоты.
- Построены графики сигналов (рис. 2.5).
- Выполнено вычисление спектров сигналов с использованием быстрого преобразования Фурье.
- Построены графики спектров (рис. 2.6).
- Выполнена корректировка спектров: удалены дублирующие отрицательные частоты и произведена нормировка амплитуды (рис. 2.7).
- Определён спектр суммы двух сигналов (рис. 2.8, 2.9).

2.3.3 Результаты и выводы

- Графики синусоидальных сигналов представлены на рис. 2.5.
- Спектры отдельных сигналов показаны на рис. 2.6, исправленные спектры — на рис. 2.7.
- Суммарный сигнал и его спектр приведены на рис. 2.8 и рис. 2.9.
- Спектр суммы совпадает с суммой спектров отдельных сигналов.
- При снижении частоты дискретизации ниже 80 Гц наблюдается эффект алиасинга.

- Для корректной дискретизации необходимо соблюдать критерий Найквиста–Котельникова. Для корректной дискретизации необходимо соблюдать критерий Найквиста–Котельникова.

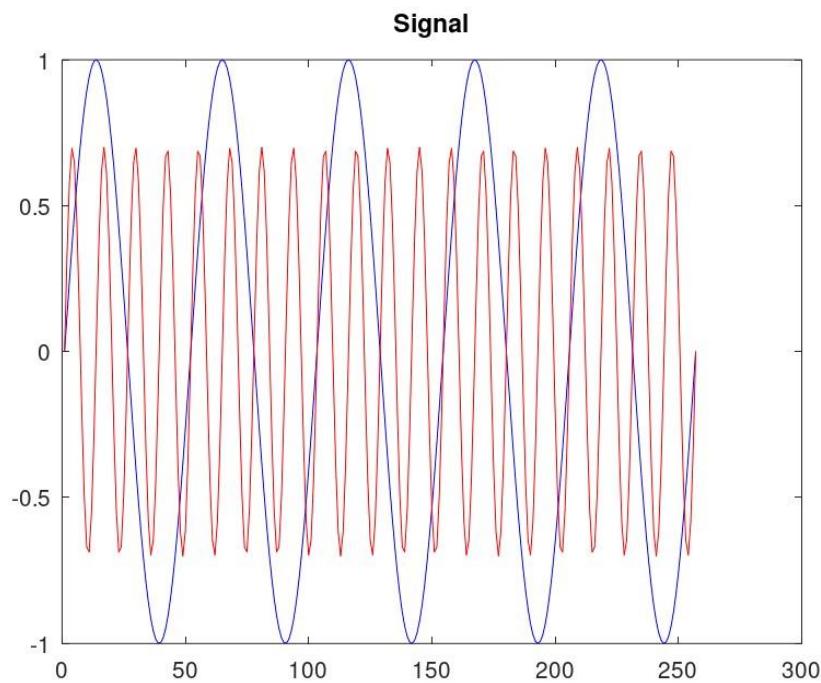


Рис. 2.5: Два синусоидальных сигнала

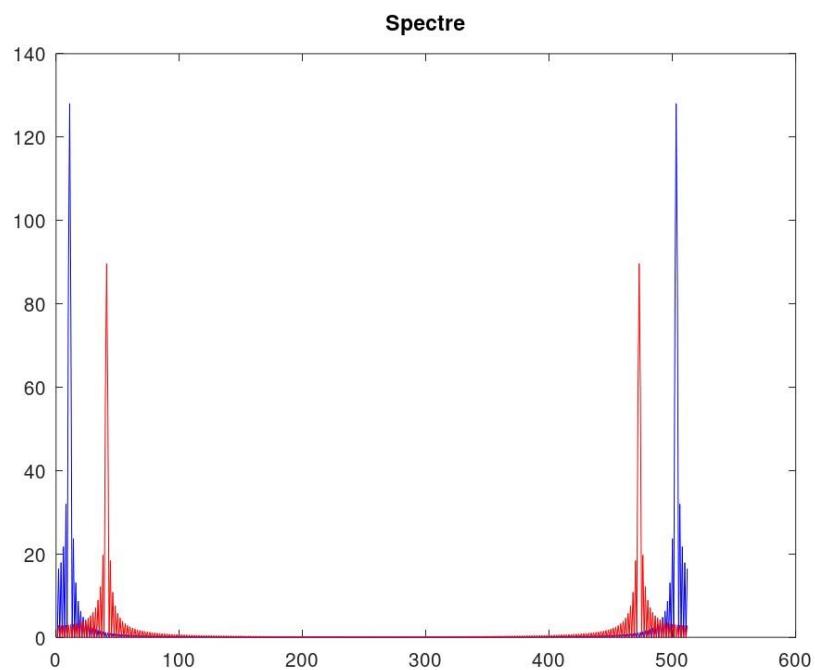


Рис. 2.6: Спектры сигналов

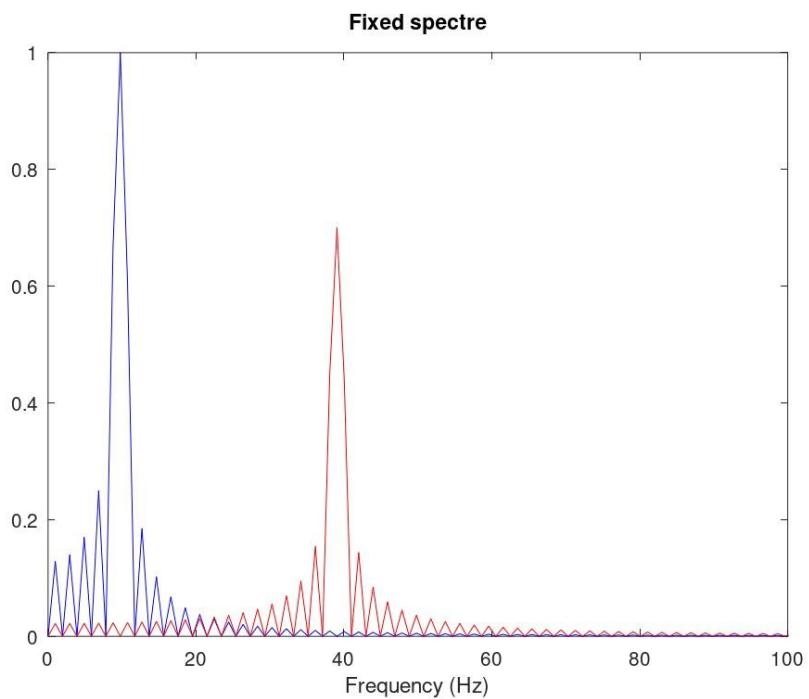


Рис. 2.7: Исправленный спектр

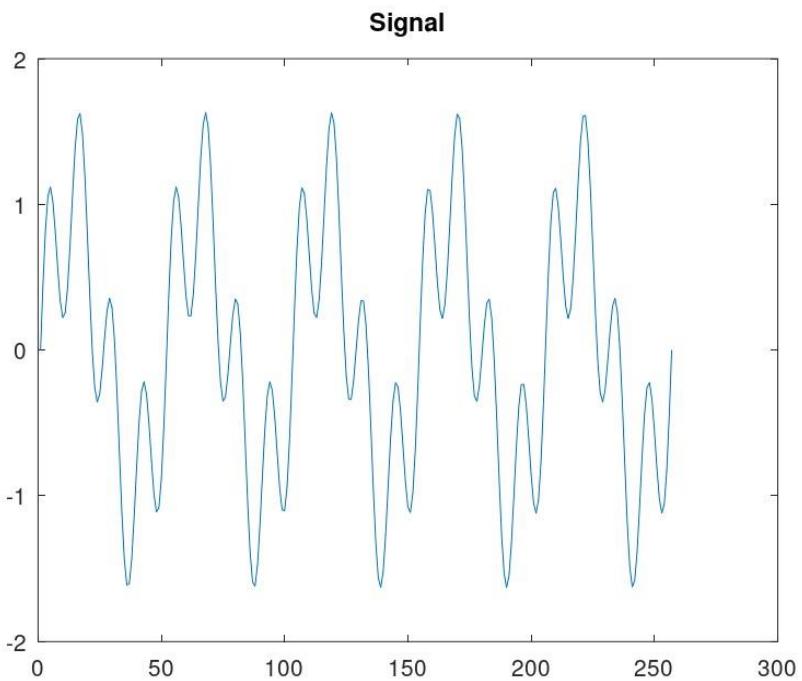


Рис. 2.8: Суммарный сигнал

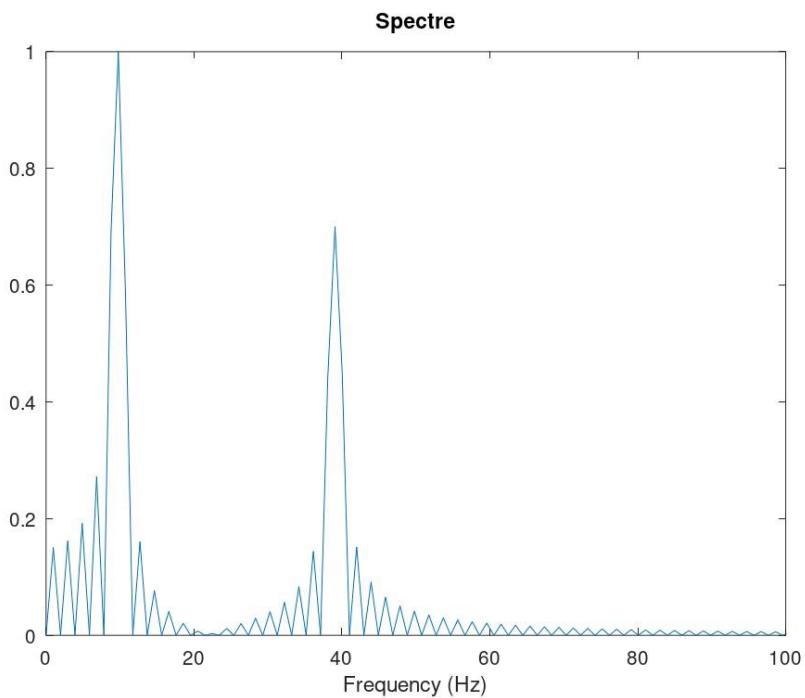


Рис. 2.9: Спектр суммы

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. Заданы параметры моделирования: длительность сигнала 0.5 с, частота дискретизации 512 Гц, частота модулирующего сигнала 5 Гц и частота несущей 50 Гц.
2. Сформированы модулирующий и несущий синусоидальные сигналы.
3. Получен амплитудно-модулированный сигнал путём перемножения сигналов.
4. Построен график модулированного сигнала с отображением огибающей (рис. 2.10).
5. Выполнено вычисление спектра амплитудно-модулированного сигнала с использованием быстрого преобразования Фурье.
6. Построен график спектра модулированного сигнала (рис. 2.11).

2.4.3 Итоги

1. Амплитудно-модулированный сигнал и его огибающая представлены на рис. 2.10. Спектр сигнала при амплитудной модуляции показан на рис. 2.11.
2. Полученные результаты подтверждают, что спектр произведения сигналов представляет собой свёртку спектров.

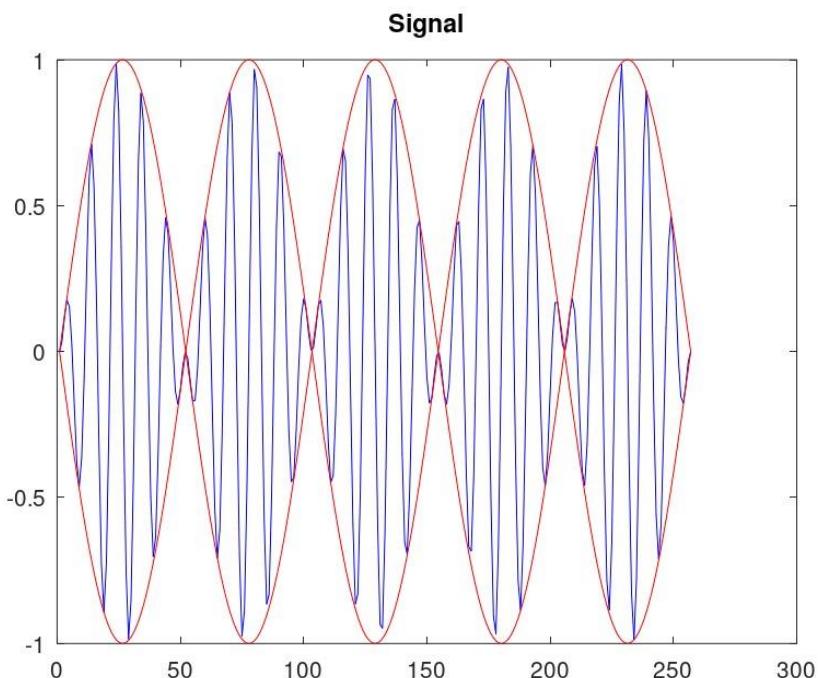


Рис. 2.10: АМ-сигнал и огибающая

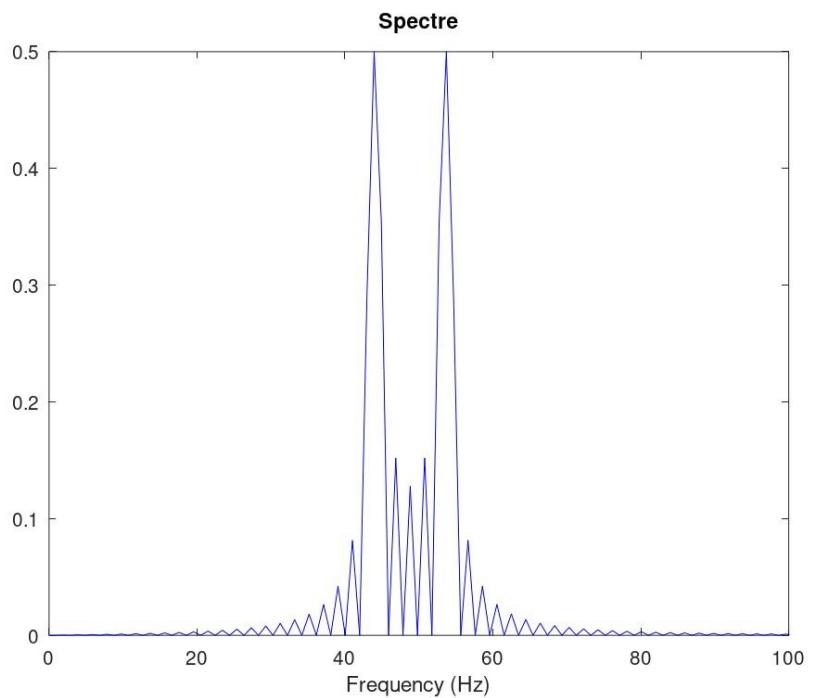


Рис. 2.11: Спектр АМ-сигнала

2.5 Линейное кодирование и самосинхронизация

2.5.1 Задача

Создать кодированные сигналы по заданным битовым последовательностям для различных схем линейного кодирования.

Требовалось проверить устойчивость кодов к длинным сериям одинаковых символов, а также сравнить спектры полученных сигналов.

2.5.2 Проведённые шаги

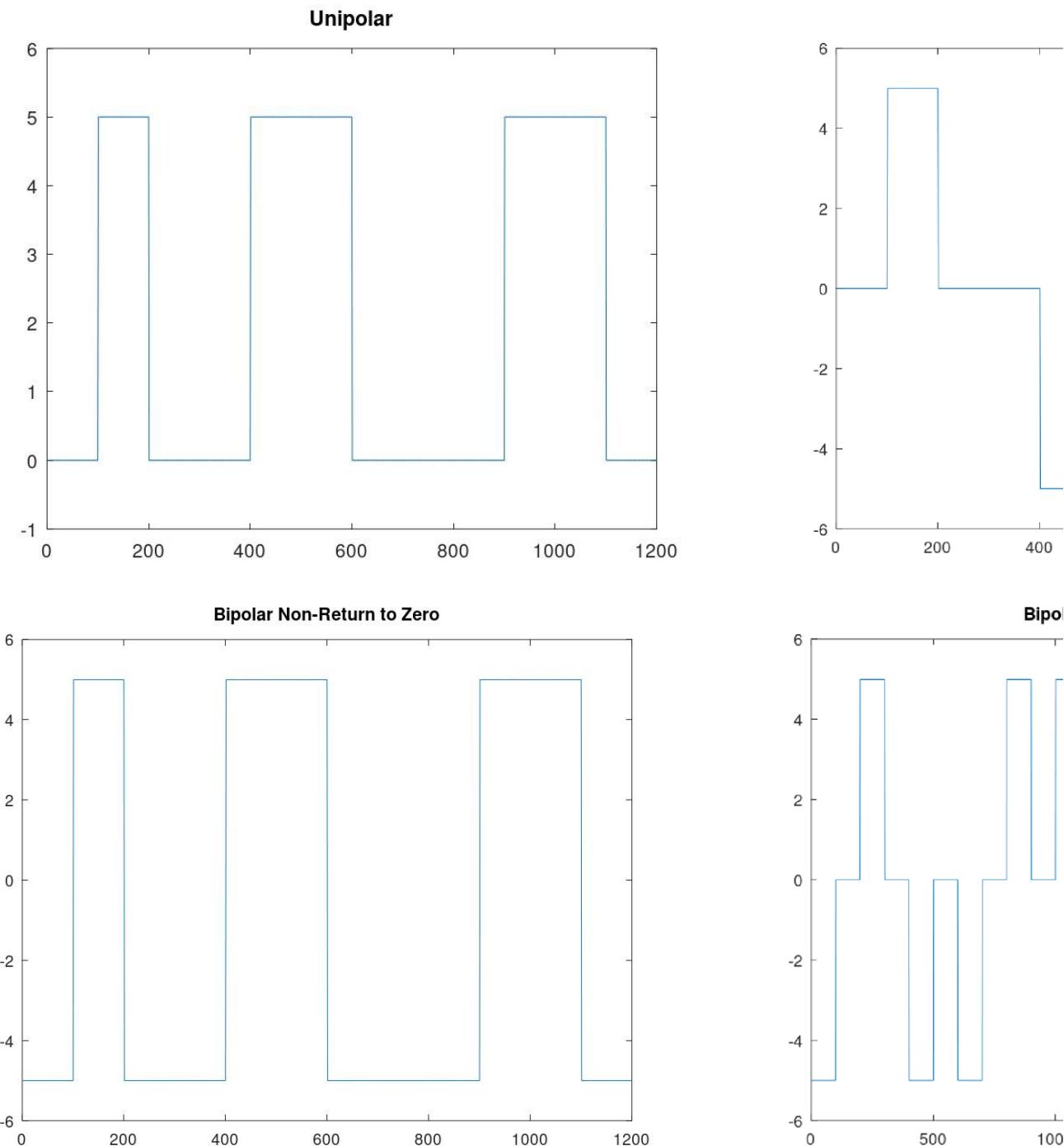
1. Сформированы несколько битовых последовательностей: основная, тестовая для длинных серий одинаковых символов и набор для анализа спектров.
2. Для каждой схемы кодирования построена форма сигнала.
3. Выполнена демонстрация самосинхронизации для различных кодов.
4. Рассчитаны и построены спектры кодированных сигналов.
5. Проведено сравнение полученных результатов для различных методов линейного кодирования.

2.5.3 Анализ

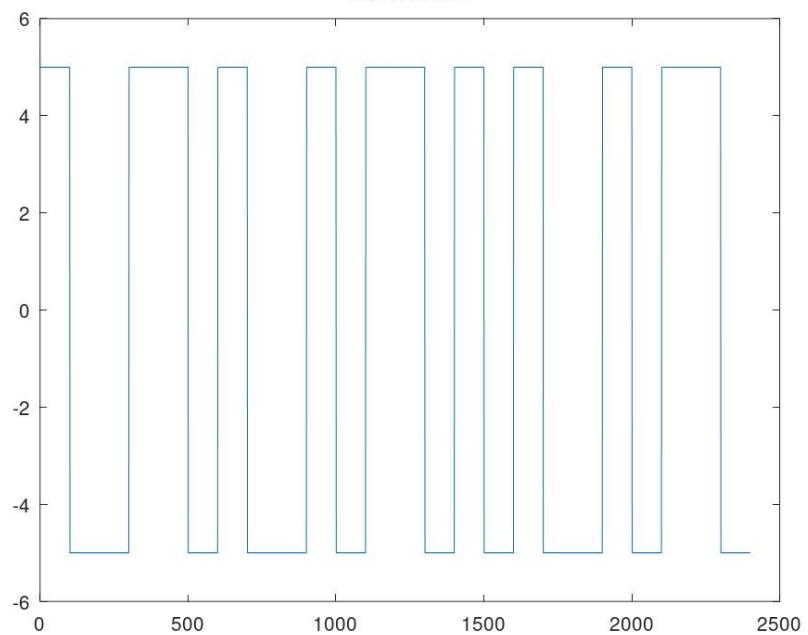
- **Unipolar:** отсутствие переходов при длинных сериях нулей, выраженная DC-составляющая.
- **AMI:** единицы чередуют полярность, что устраняет DC. Проблема — длинные серии нулей.
- **Bipolar NRZ:** синхронизация теряется при сериях одинаковых битов, подавление DC слабое.
- **Bipolar RZ:** возврат к 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.

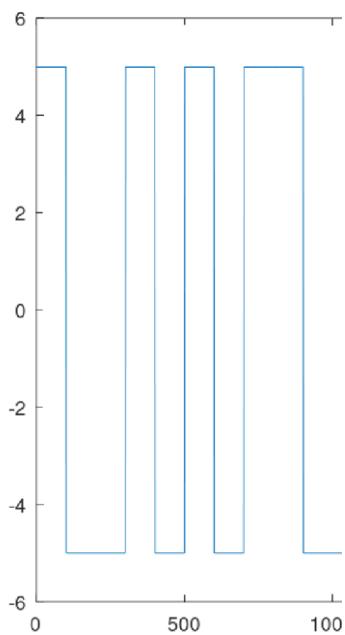
2.5.4 Результаты: формы сигналов



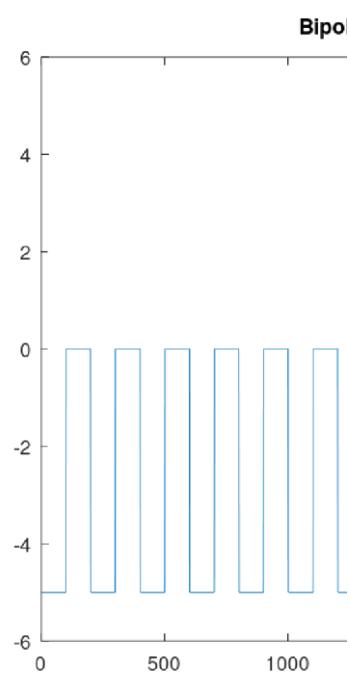
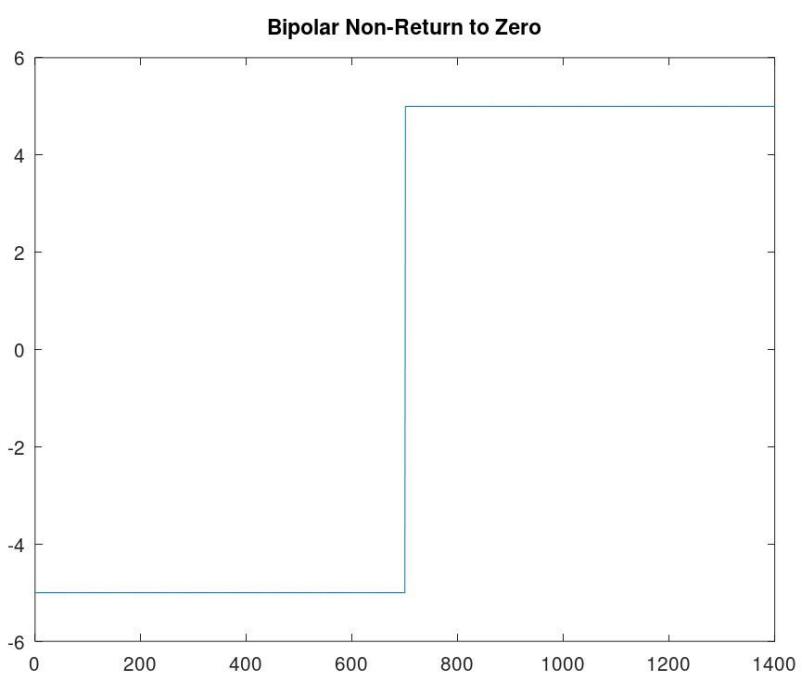
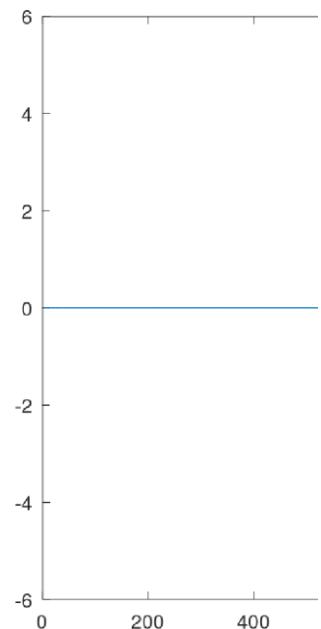
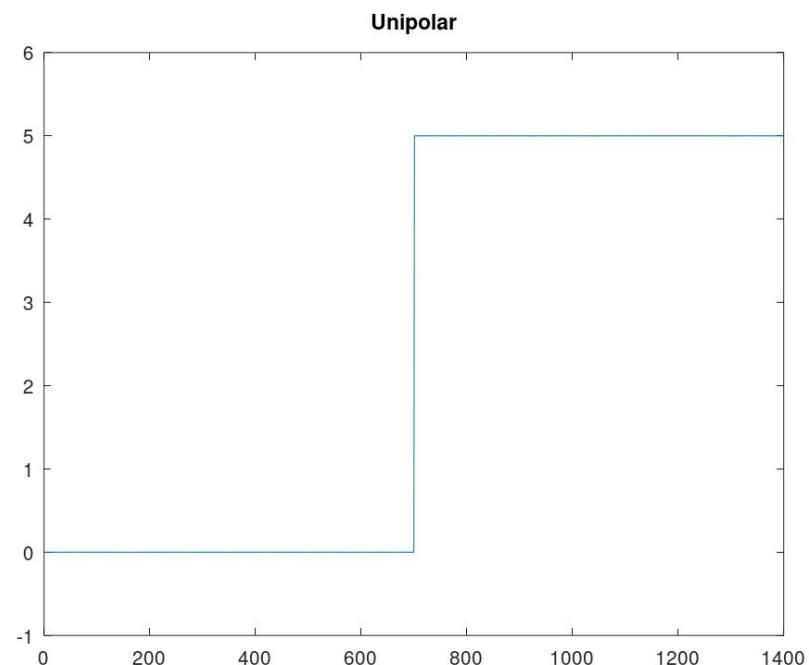
Manchester



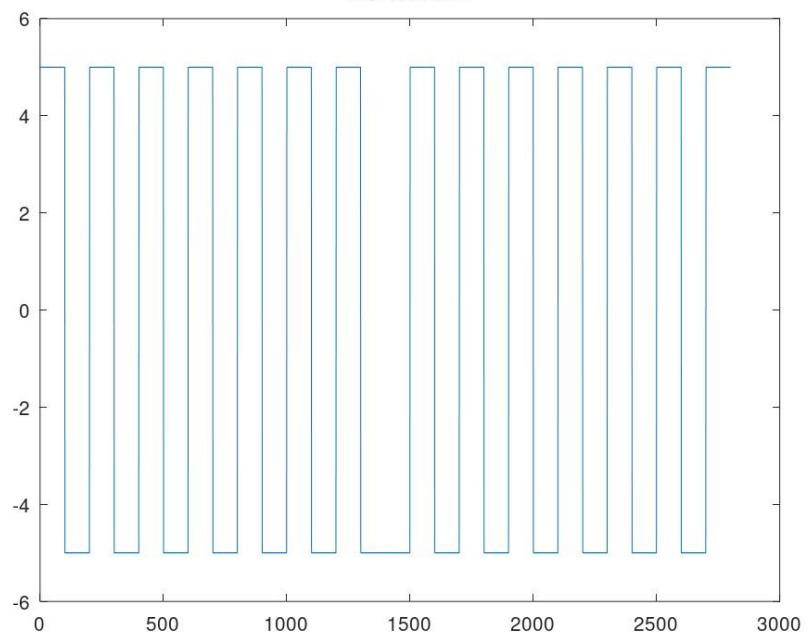
Differ



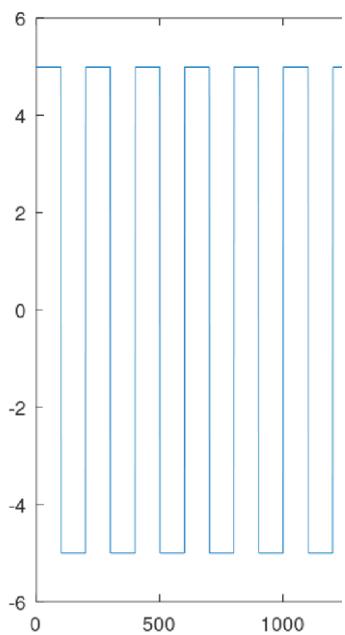
2.5.5 Результаты: самосинхронизация



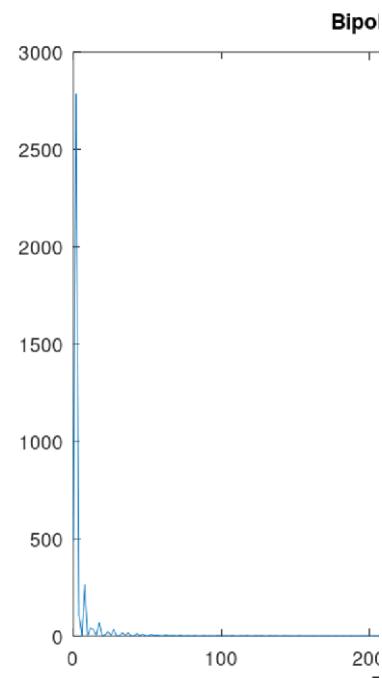
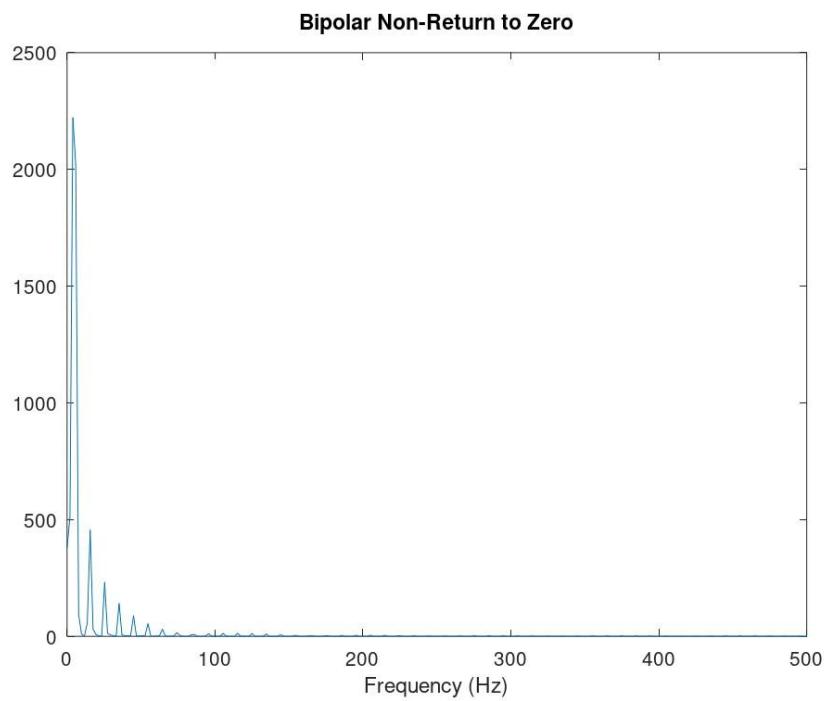
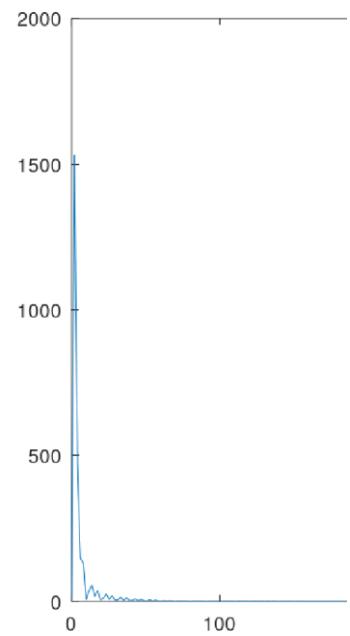
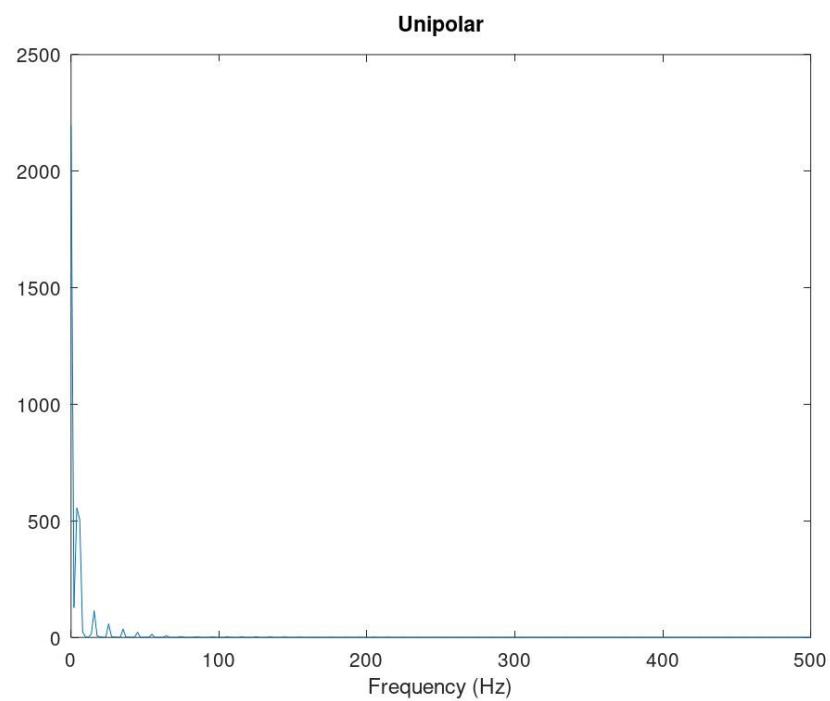
Manchester

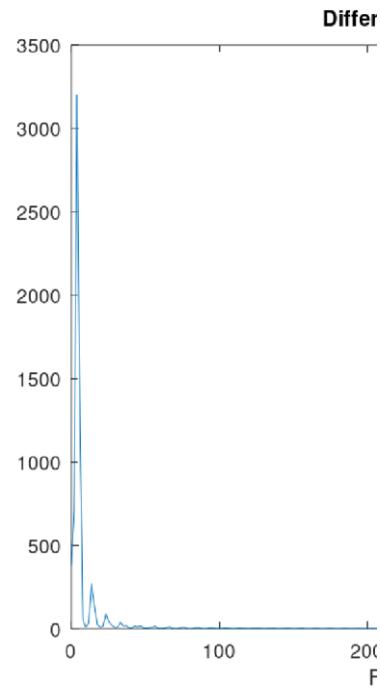
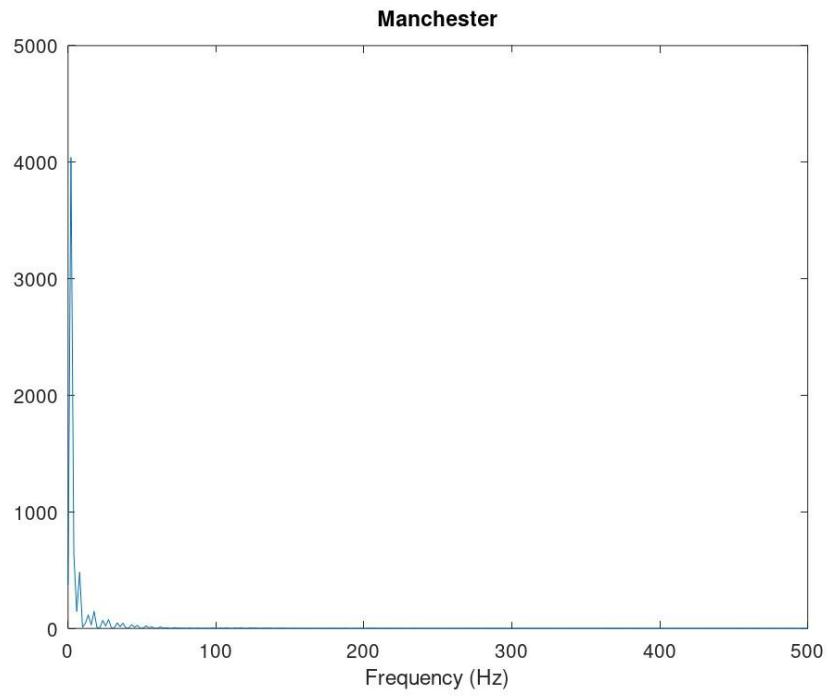


Differ



2.5.6 Результаты: спектры сигналов





3 Заключение

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены основные методы формирования, анализа и преобразования сигналов. Были построены графики гармонических функций, реализовано разложение импульсного сигнала в частичный ряд Фурье и рассмотрены особенности приближения меандра при различном числе гармоник.

С использованием быстрого преобразования Фурье определены спектры отдельных синусоидальных сигналов и их суммы, а также продемонстрировано влияние частоты дискретизации на корректность спектрального представления сигнала. Кроме того, была реализована амплитудная модуляция и рассмотрены её временные и спектральные характеристики.

В рамках работы также изучены методы линейного кодирования, их свойства самосинхронизации и спектральные особенности. Полученные результаты подтвердили основные теоретические положения, связанные с преобразованием Фурье, критериями дискретизации, модуляцией и кодированием сигналов, и позволили закрепить практические навыки работы в среде Octave.