**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

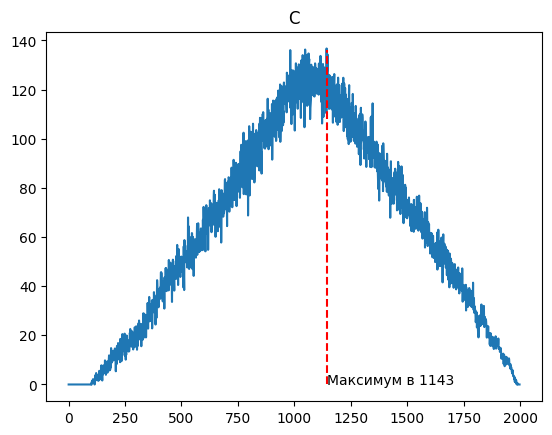
**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра АПУ**

отчет

**по лабораторной работе №2**

**по дисциплине «Корреляционный метод измерения задержки сигнала»**

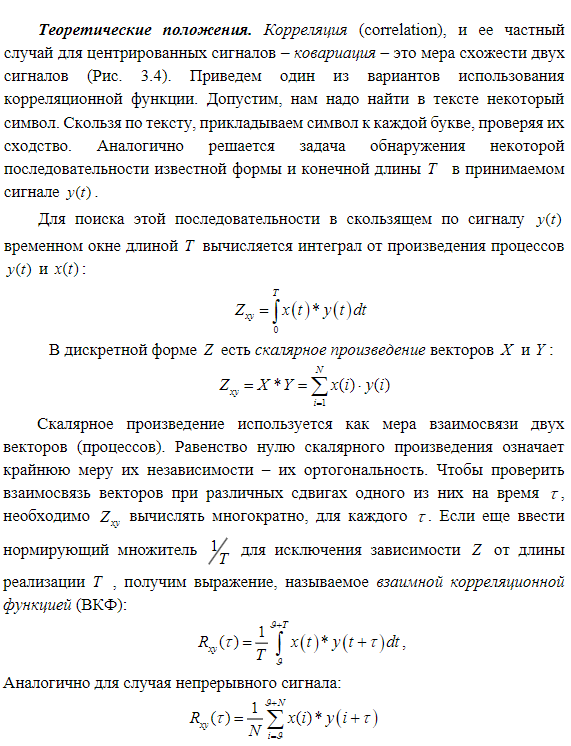
Тема: Матричные преобразования и трехмерная графика

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 2392 |  | Жук Ф.П. |
| Преподаватель |  | Каплун Д.И. |

Санкт-Петербург

2024

**Цель работы:** освоение специфики матричных преобразований MATLAB и сравнительный анализ различных форм графического отображения результатов.

****

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, документ

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис. 1 - Сравнение операций свертки, кросс-корреляции и автокорреляции

**Ход работы.**

1. В качестве решаемой задачи рассмотрим задачу измерения высоты полета самолета. Проще всего послать вертикально вниз короткий радиоимпульс и измерить при помощи корреляционной функции задержку импульса, отраженного от земли.

Создадим 2 импульса рисунок 1.1.

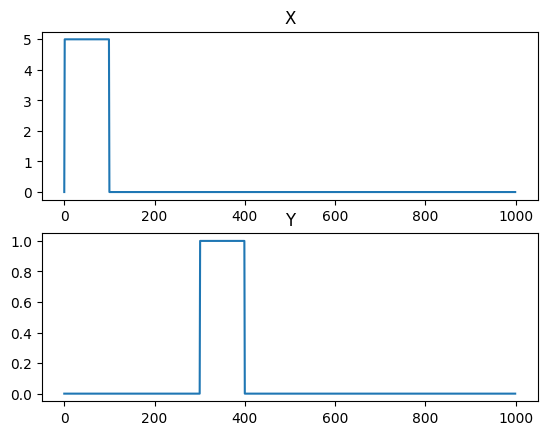


Рис. 1.1 – Графики сигналов

Построим график Rxy (t) (рис. 1.2)

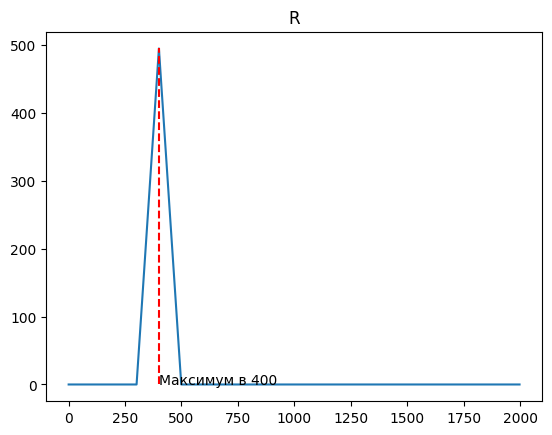


Рис. 1.2 – График Rxy (t)

Усложним сигнал добавив дополнительные импульсы (рис. 1.3)

Изображение выглядит как диаграмма, линия, текст, снимок экрана

Автоматически созданное описаниеИзображение выглядит как диаграмма, линия, Параллельный, График

Автоматически созданное описание

Рис. 1.3 – Графики сигналов с 2-мя и 3-мя импульсами

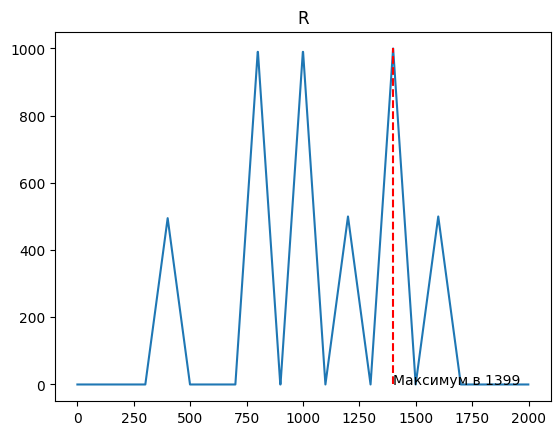
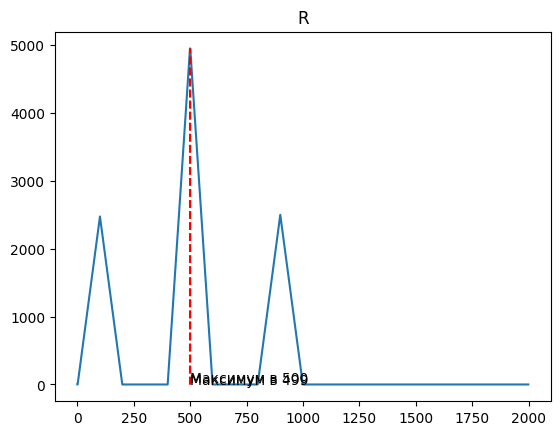


Рис. 1.2 – Графики Rxy (t) сигналов с 2-мя и 3-мя импульсами

1. Создадим еще более сложный сигнал, в котором нет периодических повторов импульсов. Сымитируем задержку распространения (рис. 2.1).

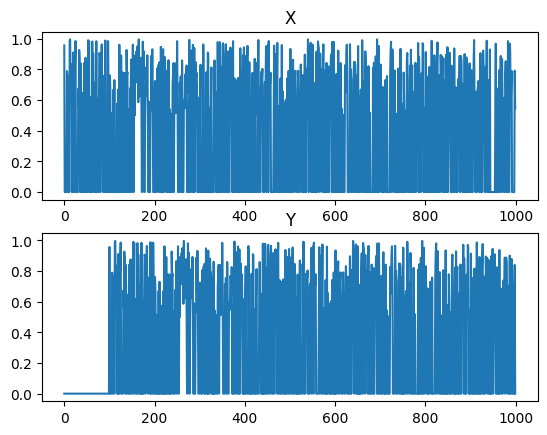


Рис. 2.1 - Сложный сигнал

Получим графики Rxx(t) и Cxy(t).

Изображение выглядит как текст, График, линия, снимок экрана

Автоматически созданное описаниеИзображение выглядит как текст, снимок экрана, График, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 2.2 - графики Rxx(t) и Cxy(t).

Автокорреляция (RXX) показывает, как сигнал совпадает сам с собой с учетом смещения. Из-за чего формируется пик при полном совпадении.

Ковариация (CXY) показывает, как один сигнал совпадает с другим вариантом сигнала.

1. Проделаем ряд экспериментов: наложим на принятый (задержанный)   
   сигнал шум с соотношением ОСШ от −15 до 15 дБ. Построим график (рис. 3.1) вероятности правильного определения расстояния при заданном ОСШ.

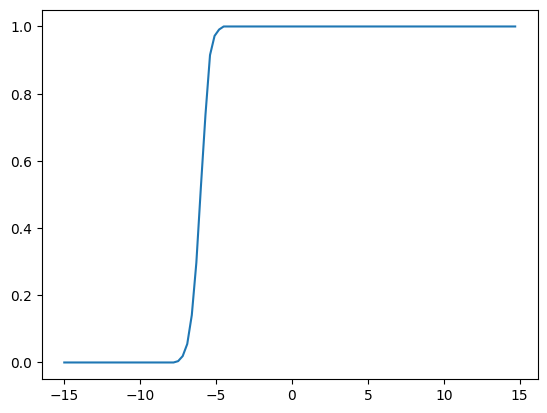


Рис. 3.1 - график вероятности правильного определения расстояния

Из чего следует, что минимальное соотношение SNR , при котором еще возможно измерение задержки, примерно равно -5 Дб. В качестве критерия выступало верное определение задержки между сигналами.

Так же рассмотрим критерий корреляции сигнала с шумом и без (рис. 3.2).

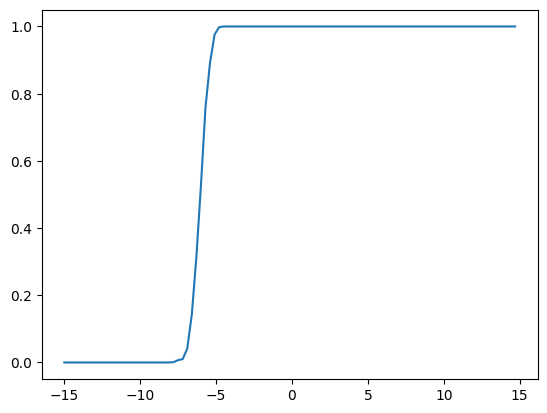


Рис. 3.2 - график вероятности правильного определения расстояния

1. В качестве посылаемого сигнала возьмем отрезок синусоиды (рис. 4.1)

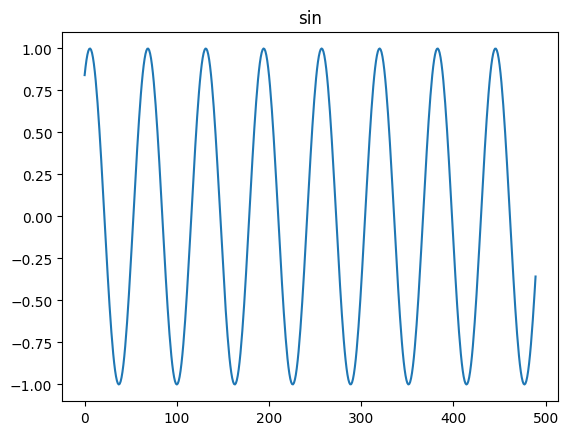


Рис. 4.1 - Синус

Наложим на сигнал шум (рис. 4.2)

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, График

Автоматически созданное описание

Рис. 4.2 – Синусойда с шумом

Построим график Rxy (t) (рис. 4.3)

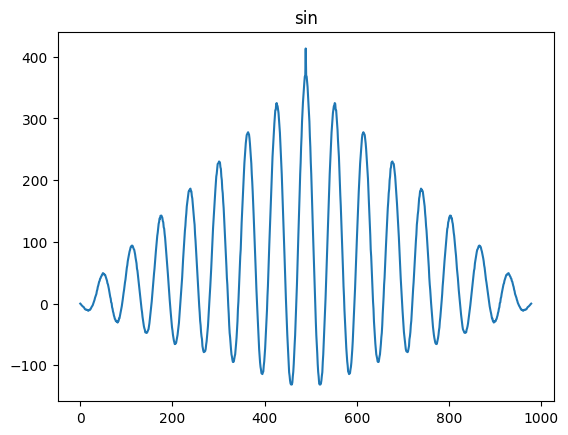


Рис. 4.3 - график Rxy (t)

Сравнив рисунки 4.4 и 1.2, можно увидеть что у синуса имеется более ярко выраженный пик, чем у прямоугольного квадрата. Из-за чего легче будет определить задержку при синусоидальном сигнале.

1. Используем код Баркера (рис. 5.1) и шумоподобный (rand) с длиной 13 символов сигнал (рис. 5.2) для анализа автокорреляционных свойств сигнала.

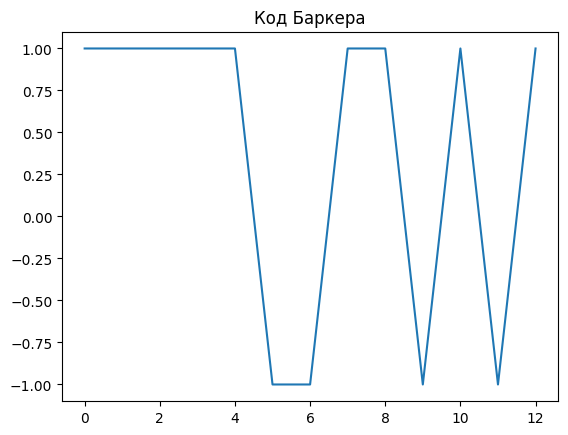


Рис. 5.1 – Код Баркера

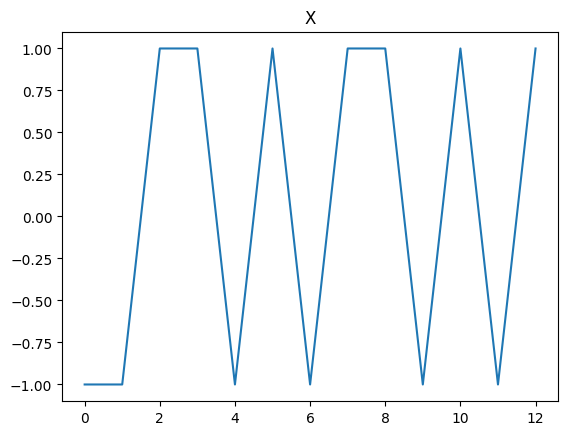


Рис. 5.2 – Случайный сигнал длиной 13

Применим на данных функциях автокорреляцию (рис. 5.3)

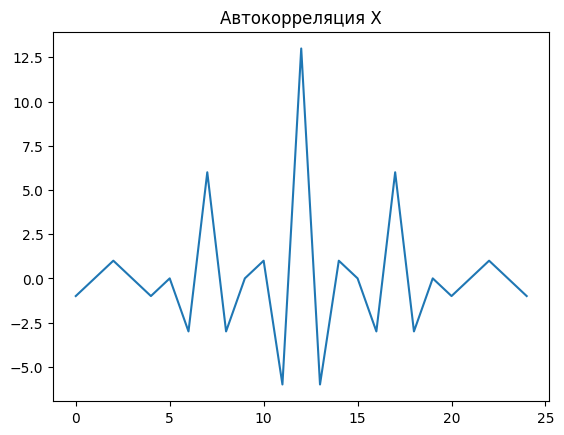
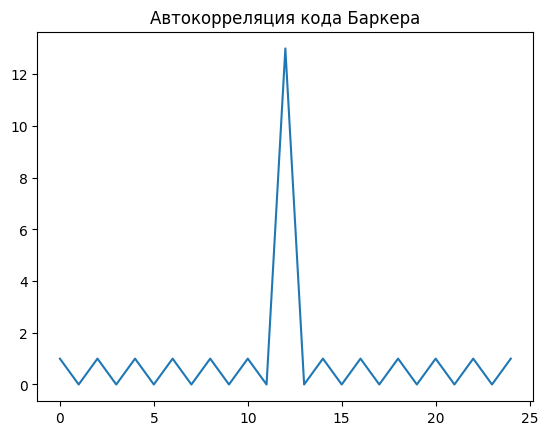


Рис. 5.3 – Автокорреляция сигналов

Сигнал автокорреляции кода Баркера имеет более выраженный пик, что даёт нам преимущество в определении задержки сигнала, чем при случайных значениях.

1. Повторим опыт из пункта 3, но используя код Бракера и шумоподобный сигнал.

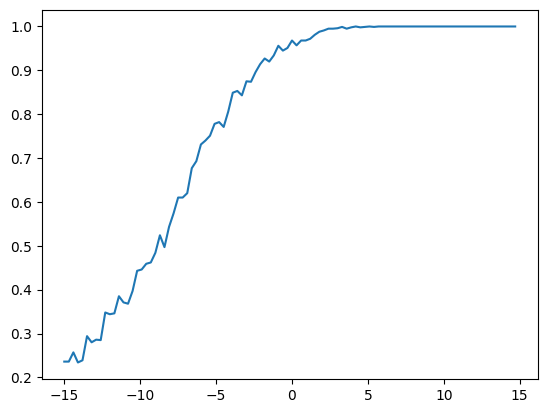
\

Рис. 6.1 - график вероятности правильного определения задержи используя код Баркера

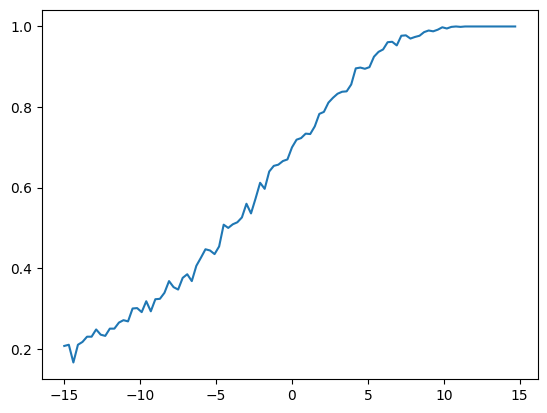


Рис. 6.2 - график вероятности правильного определения задержи используя шумоподобный сигнал

Проанализировав данные графики, заметим что:

* Код Бракера более устойчив к помехам чем случайный сигнал
* Минимальный ОСШ кода бракера 5 Дб
* Минимальный ОСШ шумоподобного сигнала 10 Дб

**Выводы.**

В данной лабораторной работе мы изучили основы матричных преобразований и сравнительный анализ различных форм графического отображения результатов. Мы наглядно привели примеры работ с матричными операциями. Также были рассмотрены основные методы визуализации данных, 3D графики, что позволило лучше понять влияние различных матричных операций на представление информации. В результате выполнения заданий мы смогли закрепить теоретические знания. Приложение

Код на python: