

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Отчет по лабораторной работе №2

По дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

Вариант 1.

Выполнил студент группы 17-Усб

Евстратов В.В.

Проверил доцент кафедры СУ

Луковенкова О.О.

Петропавловск-Камчатский  
2020

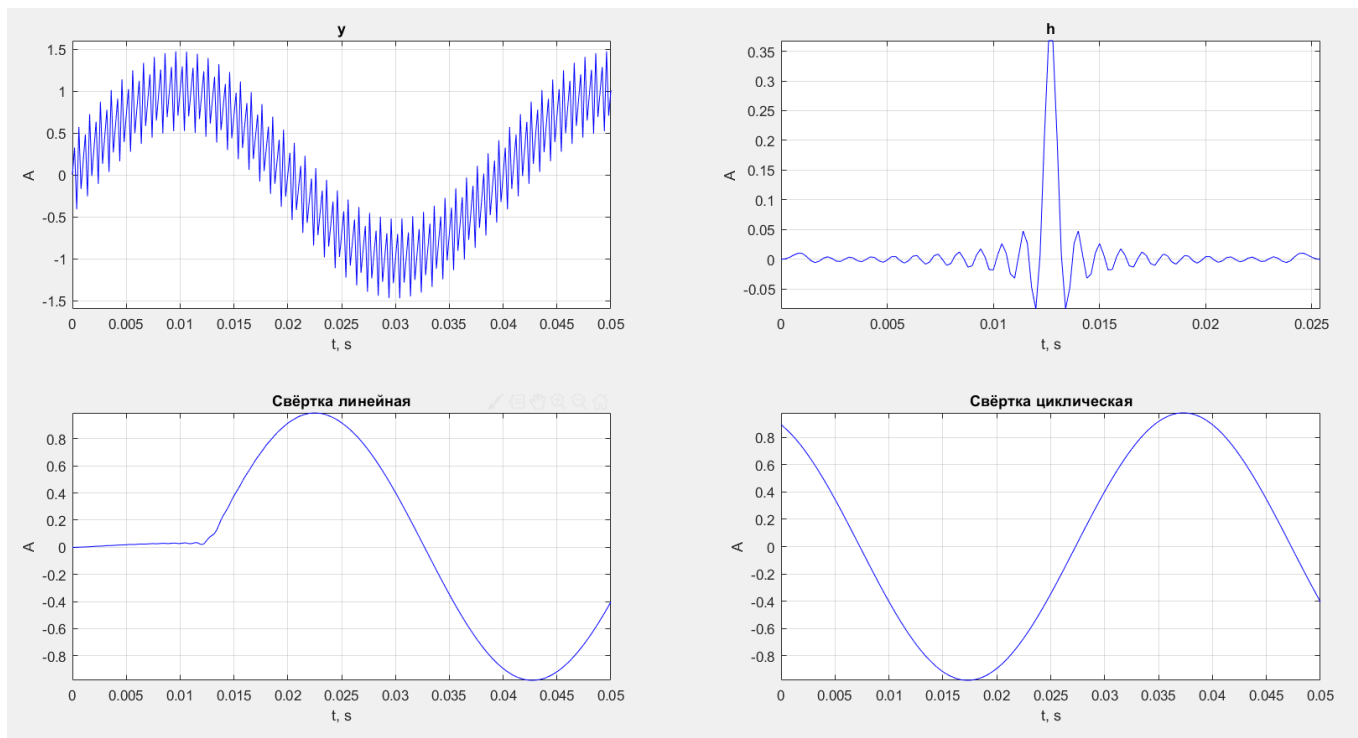
## Задание 1.

Изучить функцию MATLAB `conv`, и написать справку на русском языке.

```
% conv
%
% функция conv() позволяет вычислять свёртку и умножать полиномы.
%
% Синтаксис:
% w = conv(u, v)
% w = conv(u, v, shape)
%
% w = conv(u,v) возвращает свертку векторов u и v.
% Если u и v векторы полиномиальных коэффициентов,
% применение операции свертки к ним эквивалентно
% умножению этих двух полиномов.
%
%
% w = conv(u,v,shape) возвращает часть свертки, в зависимости
% от shape. Например, conv(u,v,'same') возвращает только
% центральную часть свертки, тот же размер как u,
% conv(u,v,'valid') возвращает только часть свертки,
% вычисленной без дополненных нулем ребер, conv(u,v,'full')
% возвращает полную свертку.
%
% Входные векторы или могут быть в виде строк
% или в виде вектор-столбцов.
% Векторы u и v могут быть различной длины
% или иметь разные типы данных.
%
% Подробнее: https://docs.exponenta.ru/matlab/ref/conv.html
```

## Задание 2.

Вычислить свертку двух сигналов. Построить графики  $y$ ,  $h$  и их свертки.



На графике линейной свертки видно характерное «начало свертки», когда один сигнал только начинает действовать на другой.

### Задание 3.

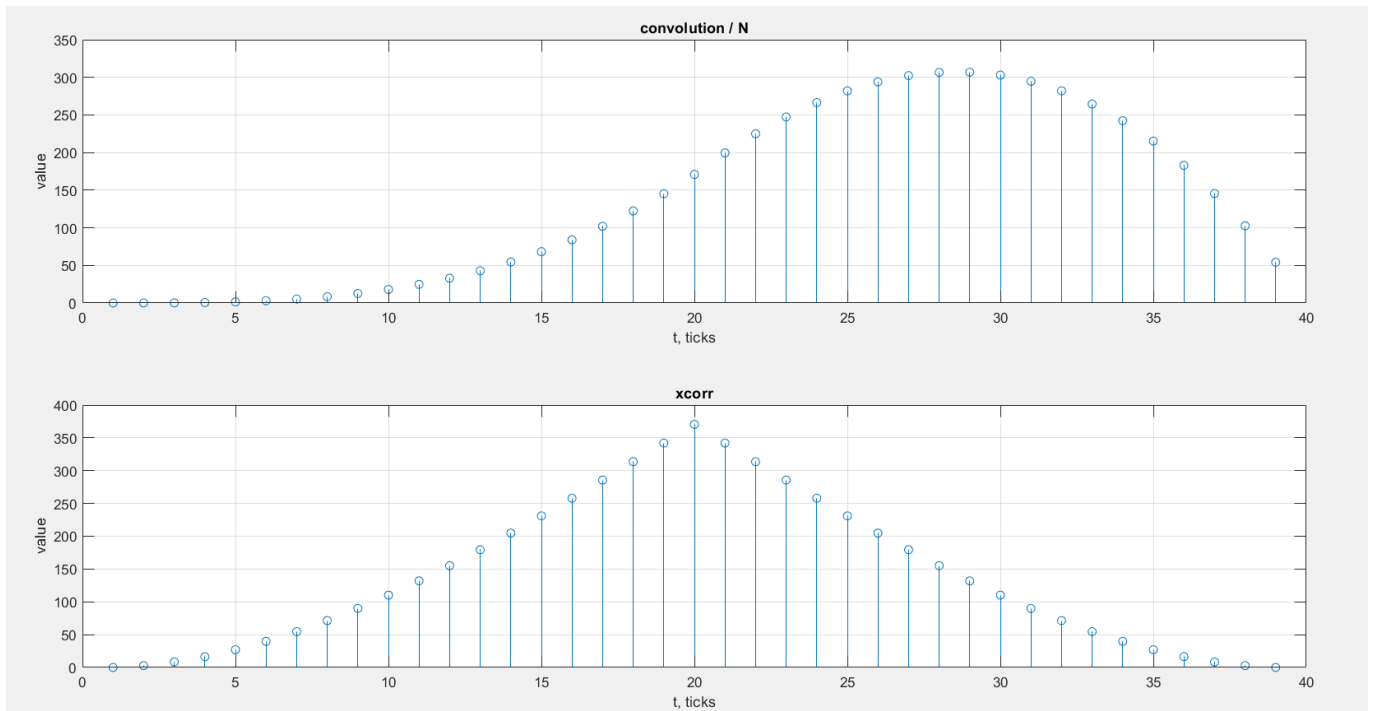
Изучить функцию MATLAB `xcorr`, и написать справку на русском языке (рассмотреть настройки `none` и `biased`).

```
% xcorr
%
% Взаимная корреляция.
%
% r = xcorr(x, y)
% r = xcorr(x)
% r = xcorr(____, scaleopt)
%
% r = xcorr(x, y)
% Возвращает взаимную корреляцию двух последовательностей
% дискретного времени. Взаимная корреляция измеряет подобие между
% векторами x и переключенными (изолированными) копиями векторами
% y как функция задержки. Если x и y имеют различные длины,
% функция добавляет нули в конец более короткого вектора, таким
% образом, он имеет ту же длину как другой.
%
% r = xcorr(x)
% возвращает последовательность автокорреляции x.
%
% r = xcorr(____, scaleopt)
% также задает опцию нормализации для взаимной корреляции или
% автокорреляции. Любая опция кроме 'none' (значение по
% умолчанию), требует чтобы x и y имели ту же длину.
%
% Опция нормализации могут быть следующими:
% 'none' - Сырые данные, немасштабированная взаимная корреляция.
% 'none' единственная допустимая опция когда x и y имеют
% различные длины.
%
% 'biased' - Смещенная оценка взаимной корреляции
% (см. формулы по ссылке ниже)
% 'unbiased' - Объективная оценка взаимной корреляции
% (см. формулы по ссылке ниже)
% 'normalized' или 'coeff' - Нормирует последовательность так,
% чтобы автокорреляции в нулевой задержке равнялись 1
% (см. формулы по ссылке ниже)
%
% Подробнее:   https://docs.exponenta.ru/matlab/ref/xcorr.html
```

#### Задание 4.

Вычислить свертку сигнала A длины N отсчетов с перевернутым сигналом B (отраженным слева направо) длины N отсчетов. Разделить каждый элемент свертки на N. Сравнить результат с ковариацией A и B (использовать настройку biased). Объяснить результат.

A и B – любые сигналы длиной 20 отсчетов.



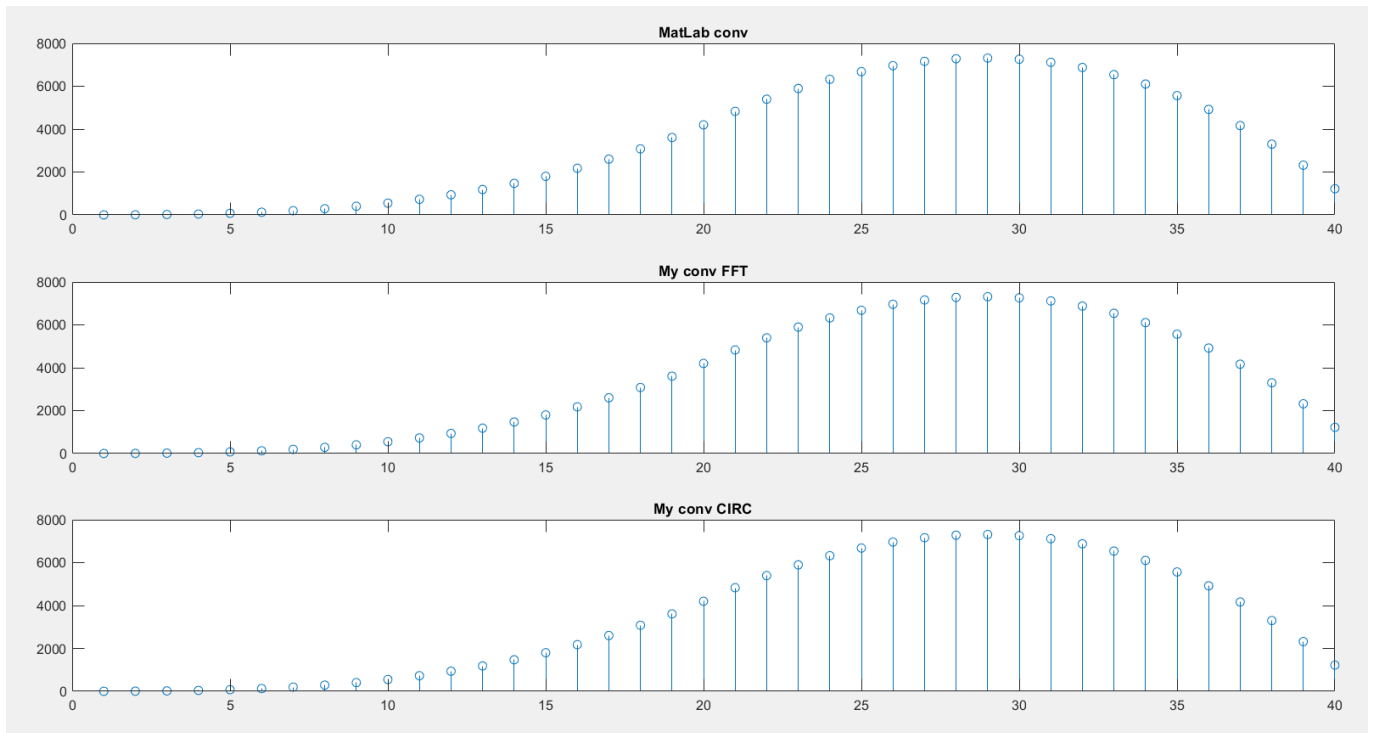
Свёртка и ковариация масштабированы одинаково (потому что мы разделили свертку на количество отсчётов).

Пик свертки смещен правее относительно пика ковариации. Это связано с линейным ростом обеих последовательностей (потому что в конце свёртка «суммирует» больше).

Треугольный вид ковариации говорит о линейной зависимости двух последовательностей.

### Задание 5.

Написать программу, вычисляющую циклическую свертку через ДПФ, оформить ее в виде М-функции `myCONV_FFT(A,B)`. Сравнить результаты работы программы с функцией `conv(A,B)`.

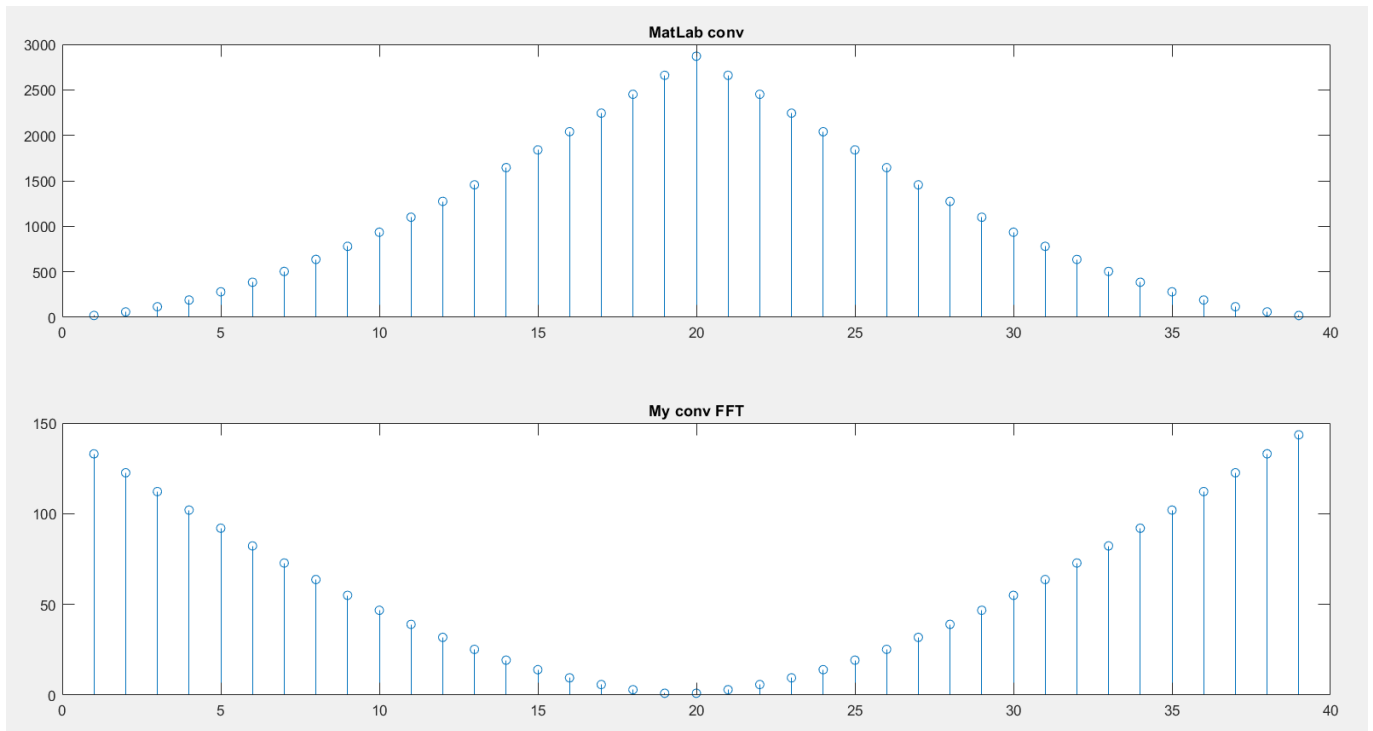


Работа функций совпадает на тестовых последовательностях.

My conv CIRC – реализация свёртки с помощью кругового суммирования.

### Задание 6.

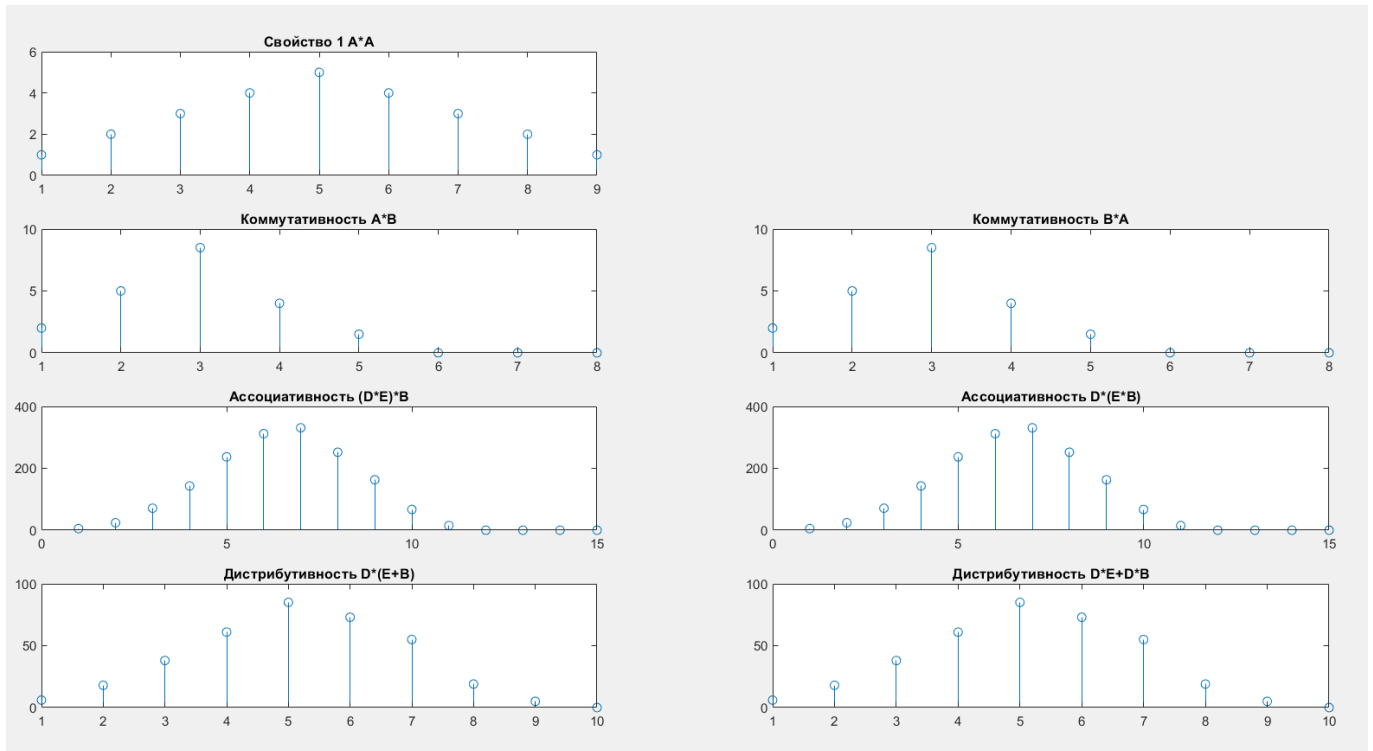
Написать программу, вычисляющую ковариацию через ДПФ, оформить ее в виде М-функции `myCOV_FFT(A,B)`. Сравнить результаты работы программы с функцией MATLAB `xcorr(A,B,'none')`.



Результат собственной функции ковариации сдвинут на половину отсчётов относительно встроенной функции matlab.

### Задание 7.

Для сигналов найти свертки в соответствии с заданием. Результаты представить графически. Какие свойства свертки иллюстрируются данными примерами?



Свёртка единичного сигнала с самим собой является треугольником (график 1).  
Остальные свойства названы на графиках.



### Задание 8.

Сгенерировать сигнал  $y_1$  согласно заданию. Вычислить АКФ (автокорреляционную функцию) и построить ее график.

$$y_1 = \sin(2\pi \cdot 10 \cdot t)$$

$$t \in [0, 1]$$

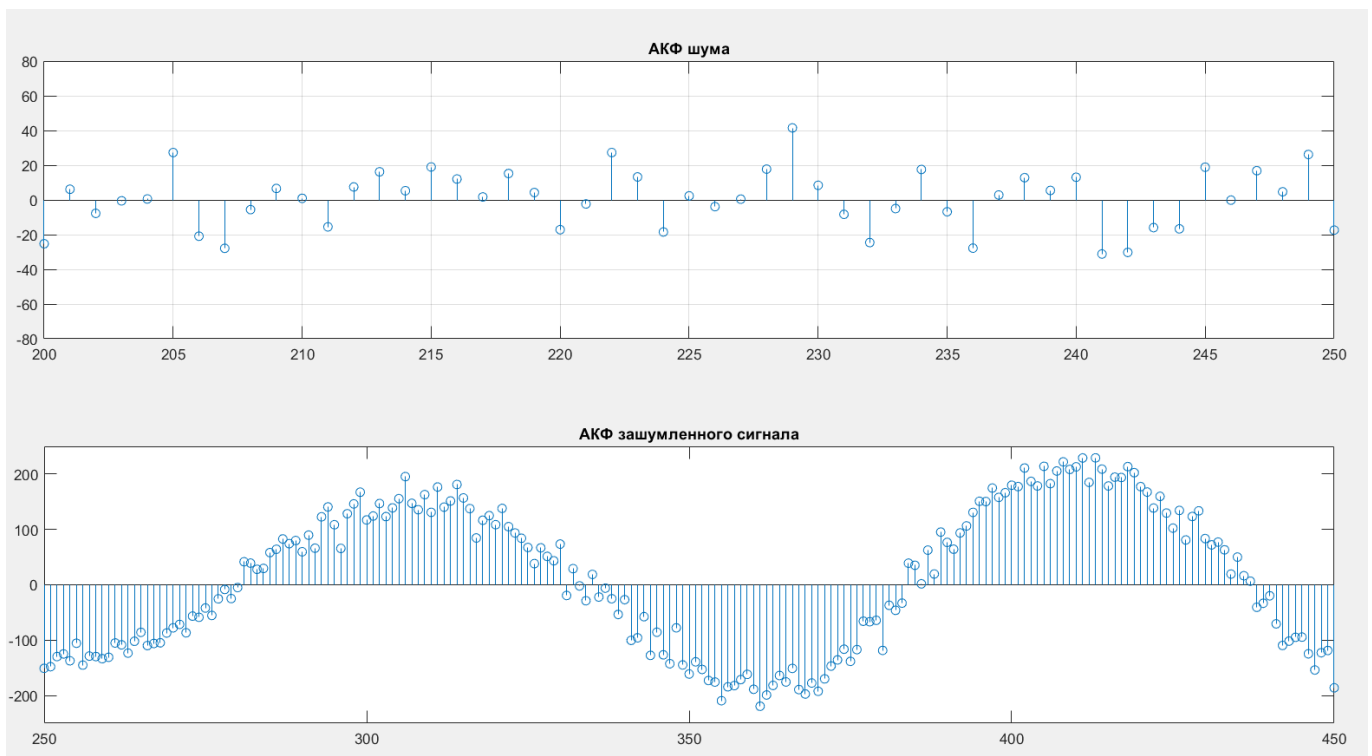
$$F_s = 1024$$

Сгенерировать нормально распределенный шум,  $N(\mu, \sigma)$ .

$$\sigma = 1 + 0.1N$$

$$\mu = 0.1N$$

Вычислить АКФ шума, построить график. Добавить шум к сигналу. Вычислить АКФ сигнала с шумом и построить ее график.



### Задание 9.

Сгенерировать с помощью square сигнал  $y_2$ .

$$y_2 = \text{square}(2\pi \cdot 10 \cdot t)$$

$$t \in [0, 1]$$

$$F_s = 1024$$

Вычислить ВКФ (взаимно-корреляционная функция)  $y_1$  и  $y_2$  и построить ее график.

Вычислить ВКФ (взаимно-корреляционная функция)  $y_1$  и  $-y_2$  и построить ее график.

Объяснить результаты.

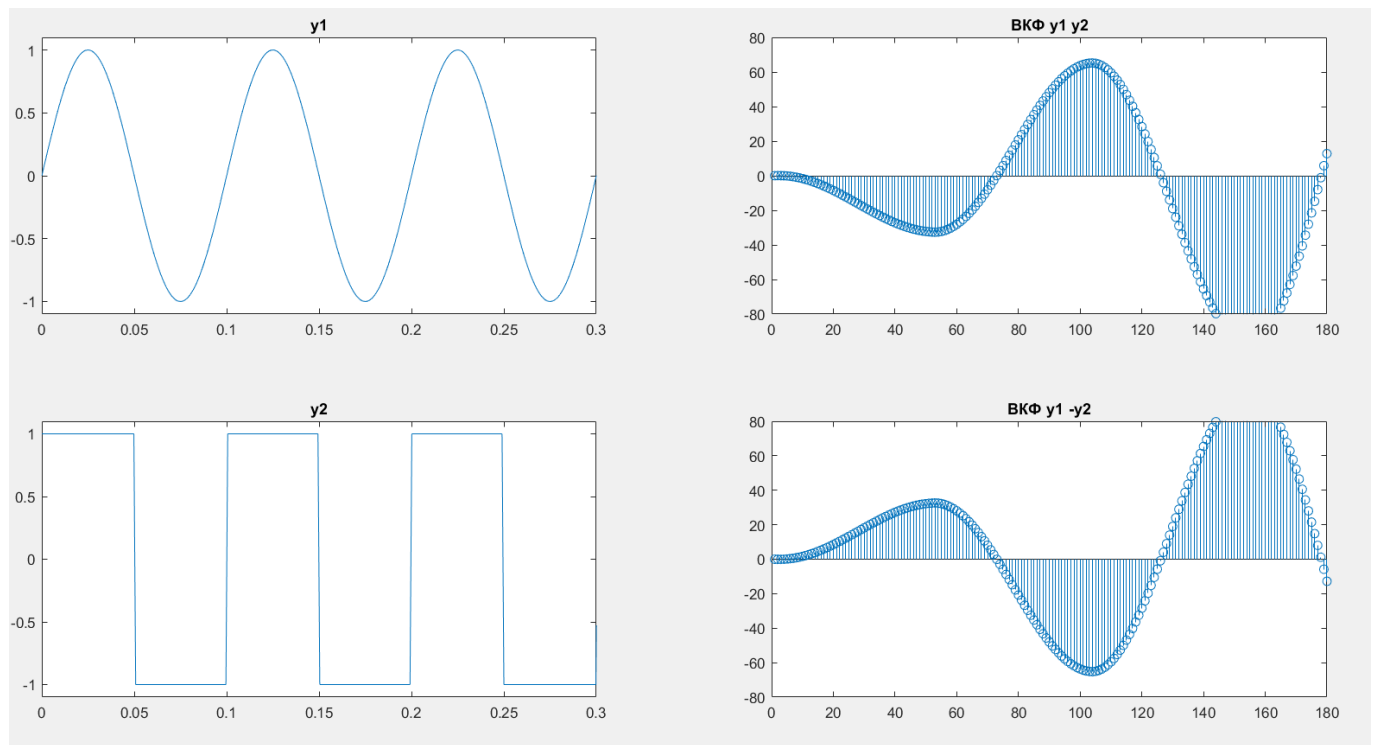


График ВКФ двух сигналов с течением времени усиливает свою амплитуду до середины графика, затем амплитуда ослабевает. Это связано с тем, что второй сигнал постепенно «проходит» через первый усиливая его максимально, когда сигналы находятся в «одном месте».

При смене знака у одной функции ВКФ тоже меняет знак. Зависимость (корреляция) двух сигналов меняется на противоположную.