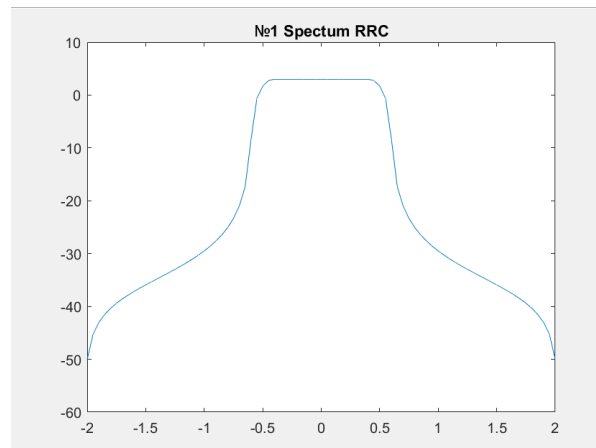
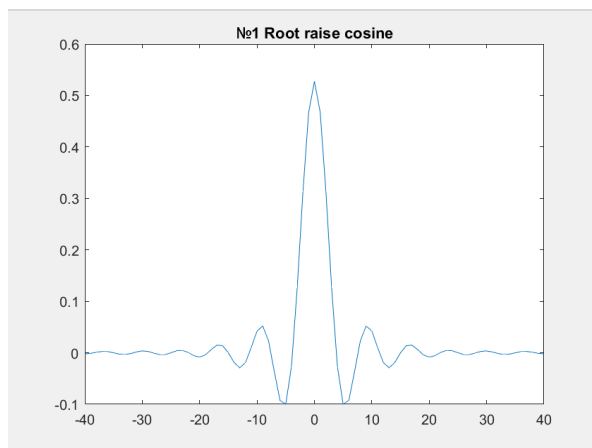


# Лабораторная работа №2 Фильтрация

## Савельева Софья Б01-006

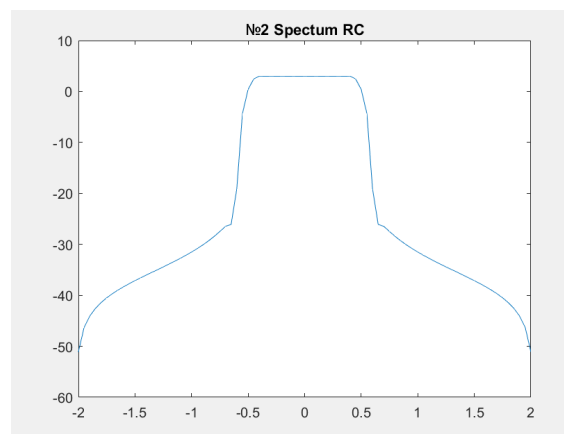
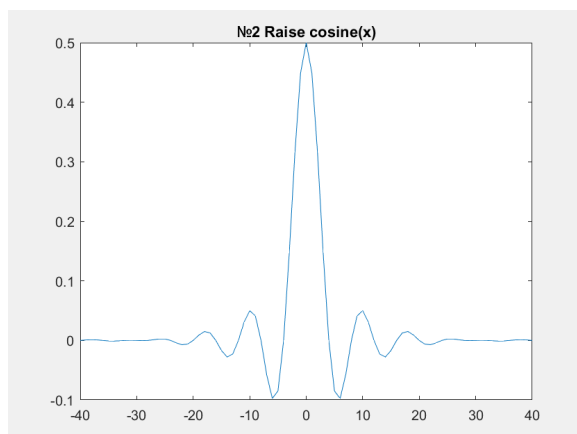
### 1 Root Raised Cosine

В данной задаче нужно было сгенерировать импульсную характеристику для фильтра корень из приподнятого косинуса. Воспользовавшись формулой для коэффициентов во временной области получим ИХ и ее спектр:



### 2 Raised Cosine

В данной задаче нужно было сгенерировать импульсную характеристику для фильтра приподнятый косинус. Воспользовавшись формулой для коэффициентов во временной области получим ИХ и ее спектр:



### 3 Filtration

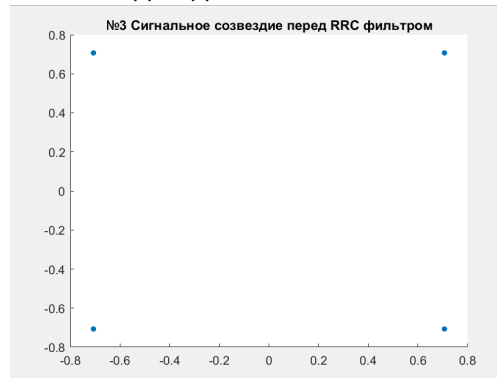
В этом задании нужно было написать функцию фильтрации, которая работает в двух режимах: с увеличением количества выборок на символ и без (повторная фильтрация)

Режим работы без увеличения количества выборок есть результат свертки сигнала с импульсной характеристикой фильтра, в нашем случае это RRC

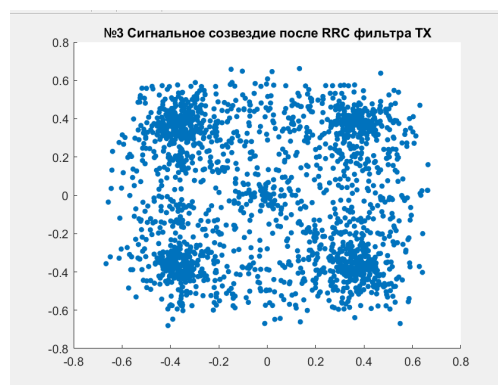
Режим работы с увеличением количества выборок сначала передискретизирует сигнал путем добавления нулевых отсчетов между отсчетами сигнала так, чтобы не нулевые отсчеты соответствовали символам

Далее такой сигнал сворачивает с ИХ RRC

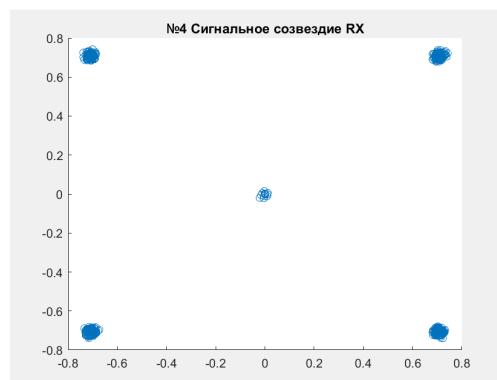
Полученные сигнальные созвездия для QPSK



Сигнальное созвездие до фильтрации, точки соответствуют символам QPSK, сгенерировали 1000 битов => 500 символов



Сигнальное созвездие после фильтрации на принимающей стороне. Количество сэмплов увеличилось до  $500 * nsamp = 2000$ , т.к. фильтрация была с передискретизацией. Каждый 4-ый =  $nsamp$  символ примерно попадает в QPSK символ



Сигнальное созвездие после фильтрации. Появились точки в нуле из-за задержки в span сэмплов. Символы QPSK немного размазаны, скорее всего из-за spectral leakage и дискретизации фильтра

#### Задание 4 MER(Frequency offset)

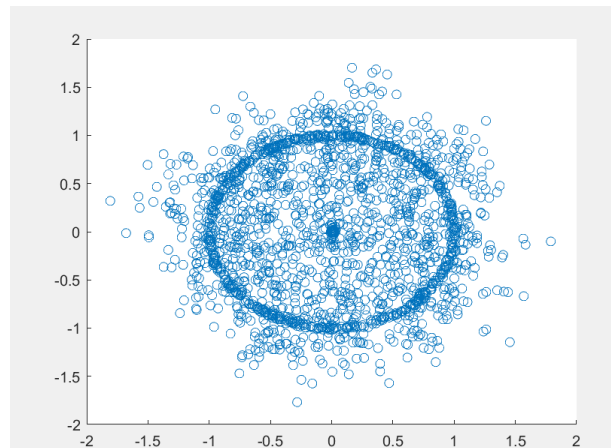
Посчитаем bandwidth сигнала после фильтрации по формуле

$$BW = ((\text{rolloff} + 1) / \text{nsamp}) * \text{len}(\text{filter\_signal})$$

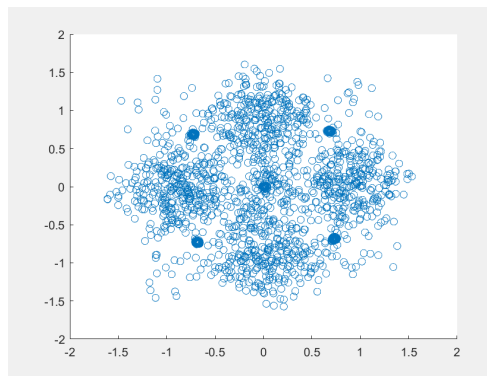
Будем задавать Frequency offset в процентах от bandwidth

$$\text{delta\_f} = \text{bandwidth} * x\% / \text{len}(\text{filter\_signal})$$

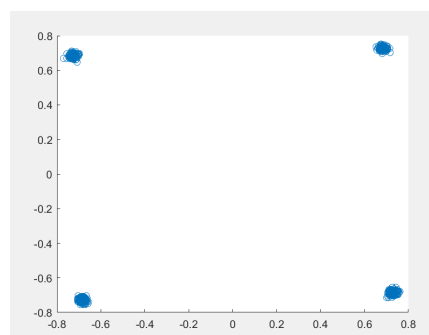
$$\text{offset} = \exp(i2\pi * \text{delta\_f})$$



Созвездие после добавления Frequency offset, на амплитуде символов QPSK появляется окружность



Созвездие после “возвращения” в полосу пропускания, после фильтрации на приемной стороне, созвездие схоже с созвездием из задания 3



Созвездие после down sampling и удаления задержки

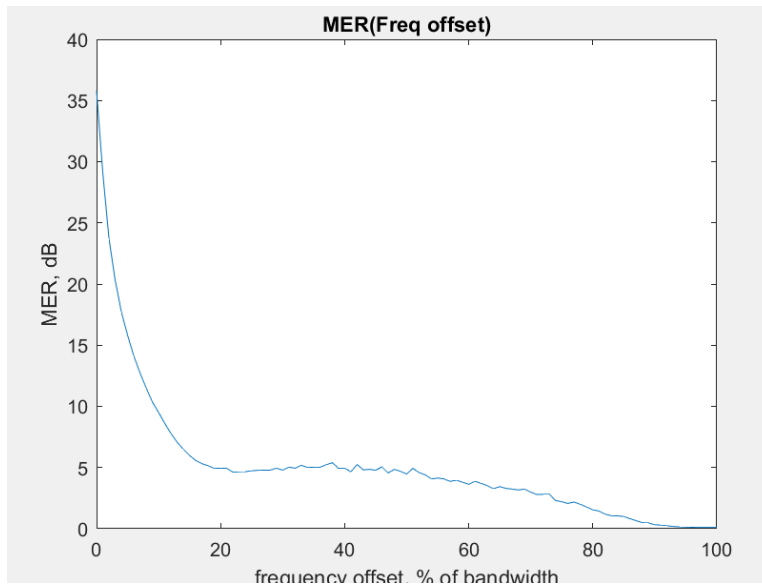


График MER(frequency offset %). Видно, что чем больше частотный сдвиг, тем сильнее “наклоняются” созвездия и тем меньше modulation error