

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Отчет о выполнении лабораторной работы по согласованной фильтрации

Автор:
Кривенко Павел Б03-103

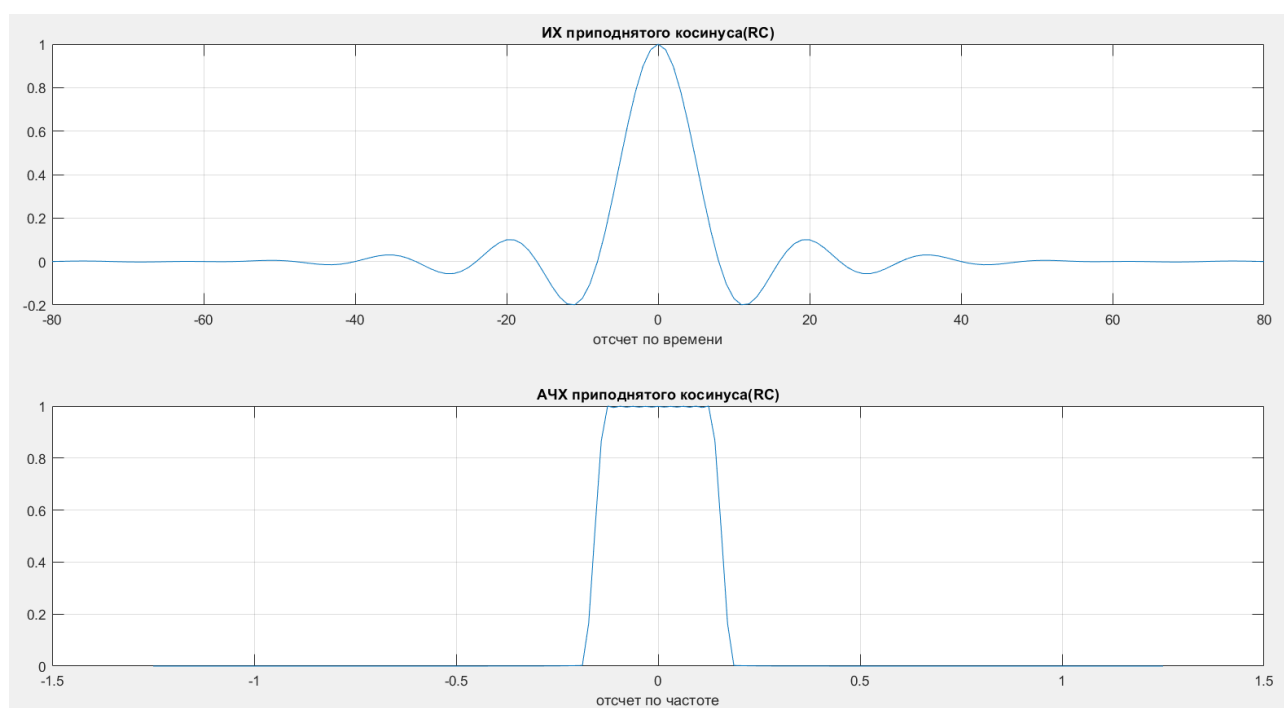
Цель работы: Изучить как работает фильтрация сигнала на примере фильтров : Raised-cosine filter и Root-raised-cosine filter, построить ИХ и АЧХ фильтров, собрать систему связи и исследовать SNR и E_s/N_0 сигнала на входе демодулятора и в канале связи после RRC и RC фильтрации. Сравнить результаты

1 задание

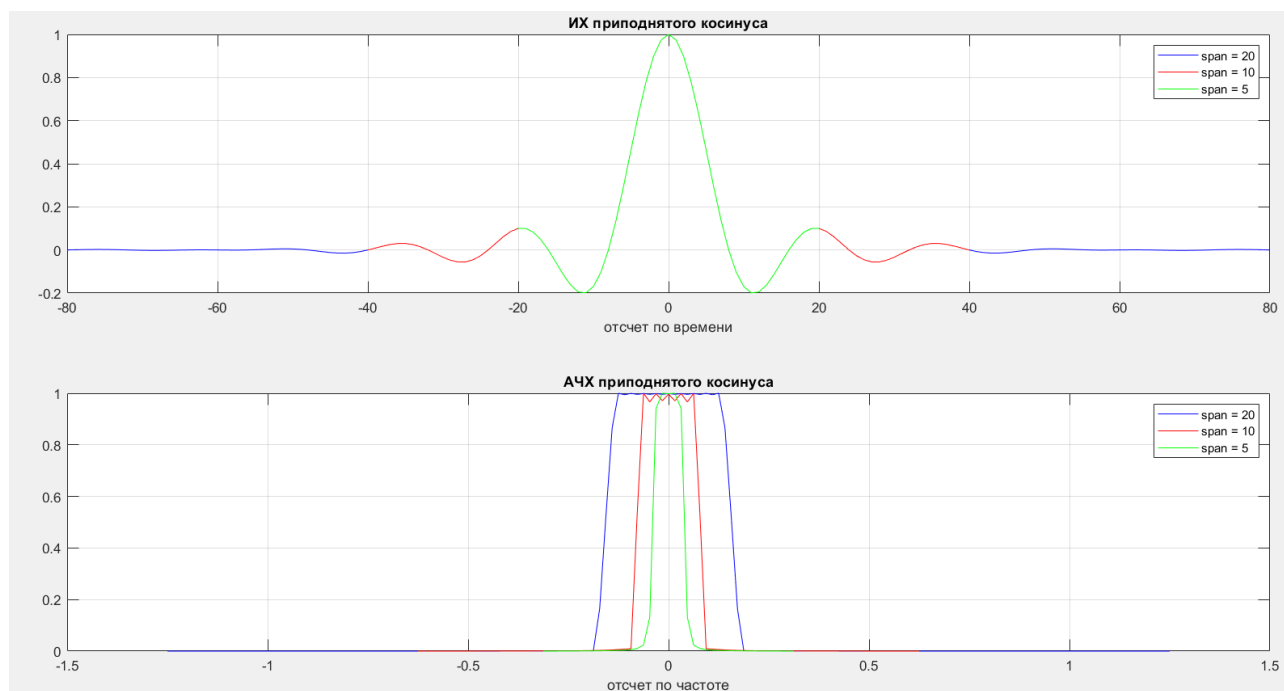
Напишем функцию, которая выдаёт импульсную характеристику фильтра - Raised-cosine filter (ИХ) фильтра, а принимает на вход ряд параметров:

- Roll-off = 0.2
- Nsamp = 8
- Span = 20

Предоставим на одной figure, но в разных subplot ИХ и АЧХ этого фильтра

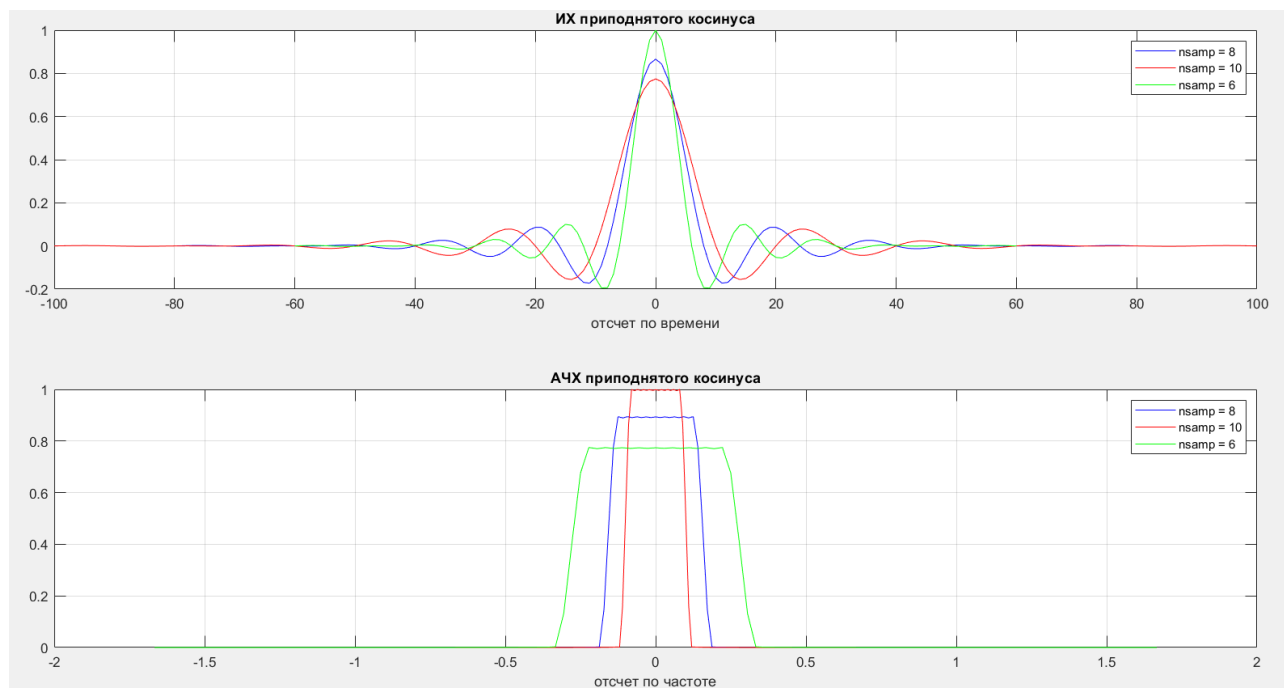


Продemonстрируем влияние каждого параметра на ИХ и АЧХ этого фильтра графиками и предоставим по 3 примера на изменение каждого параметра



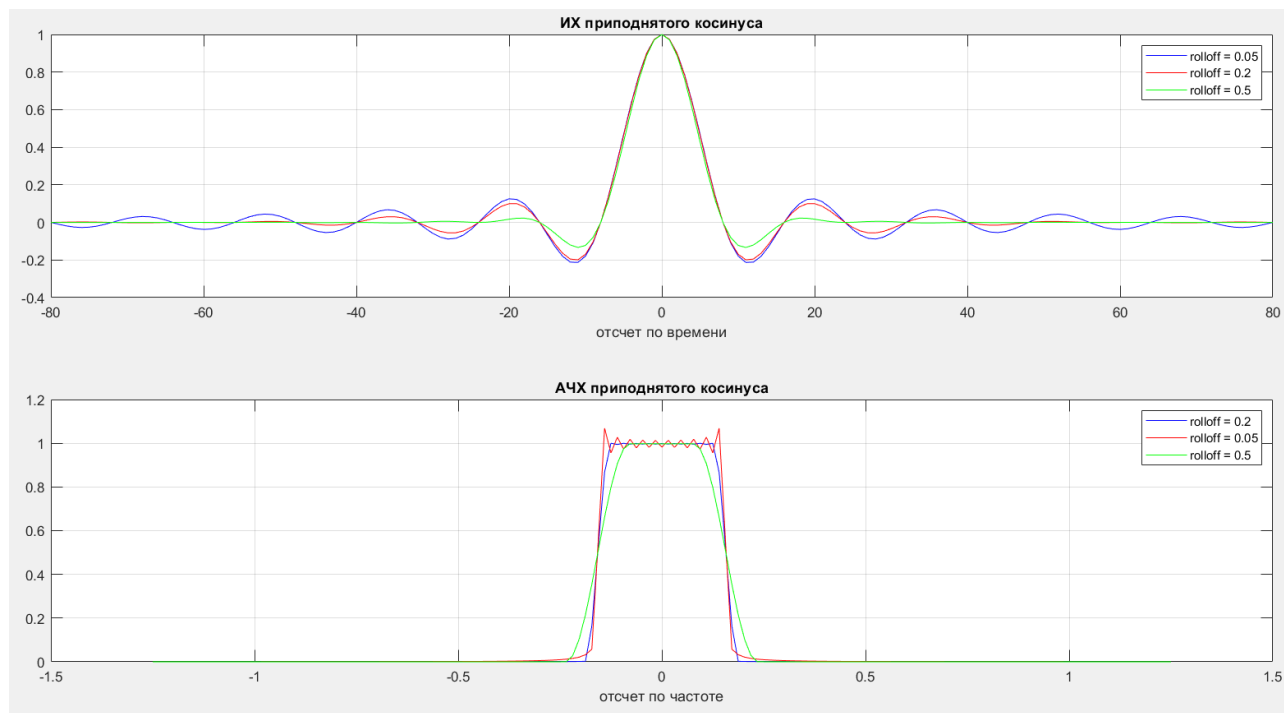
$\text{span} = 20, 10, 5$

Из приведенных выше графиков можно заключить вывод, что при уменьшении параметра - span , отвечающего за длину фильтра во временном диапазоне график в частотном диапазоне - АЧХ "сужается а при увеличении "расширяется".



$\text{nsamp} = 8, 10, 6$

Из приведенных выше графиков можно заключить вывод, что при увеличении параметра - psamp , отвечающего за число выборок на символ (Период) график в частотном диапазоне - АЧХ "сужается" и возрастает по амплитуде, а во временном диапазоне амплитуда наоборот уменьшается.



$$\text{rolloff} = 0.05, 0.2, 0.5$$

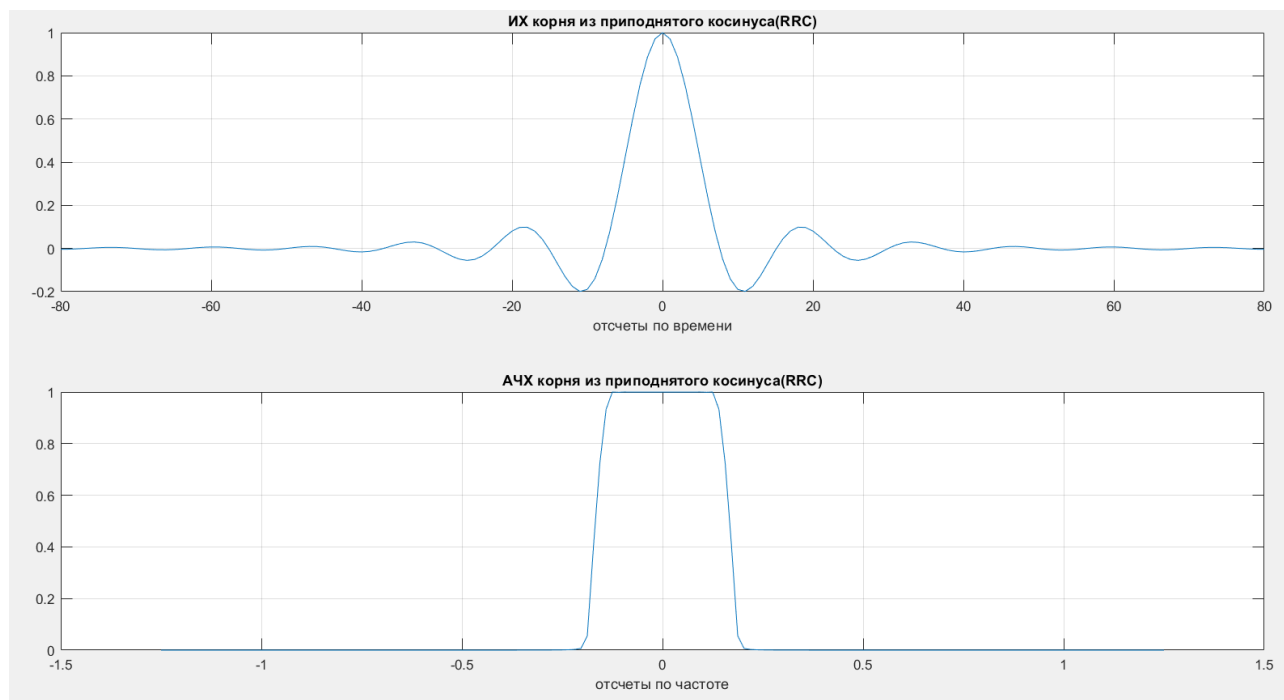
Из приведенных выше графиков можно заключить вывод, что при увеличении параметра rolloff , отвечающего за сглаживание графика амплитуды боковых лепестков уменьшаются, также анализируя АЧХ можно сказать, что количество осцилляций около максимального значения АЧХ - 1 становится меньше при увеличении коэффициента сглаживания.

2 задание

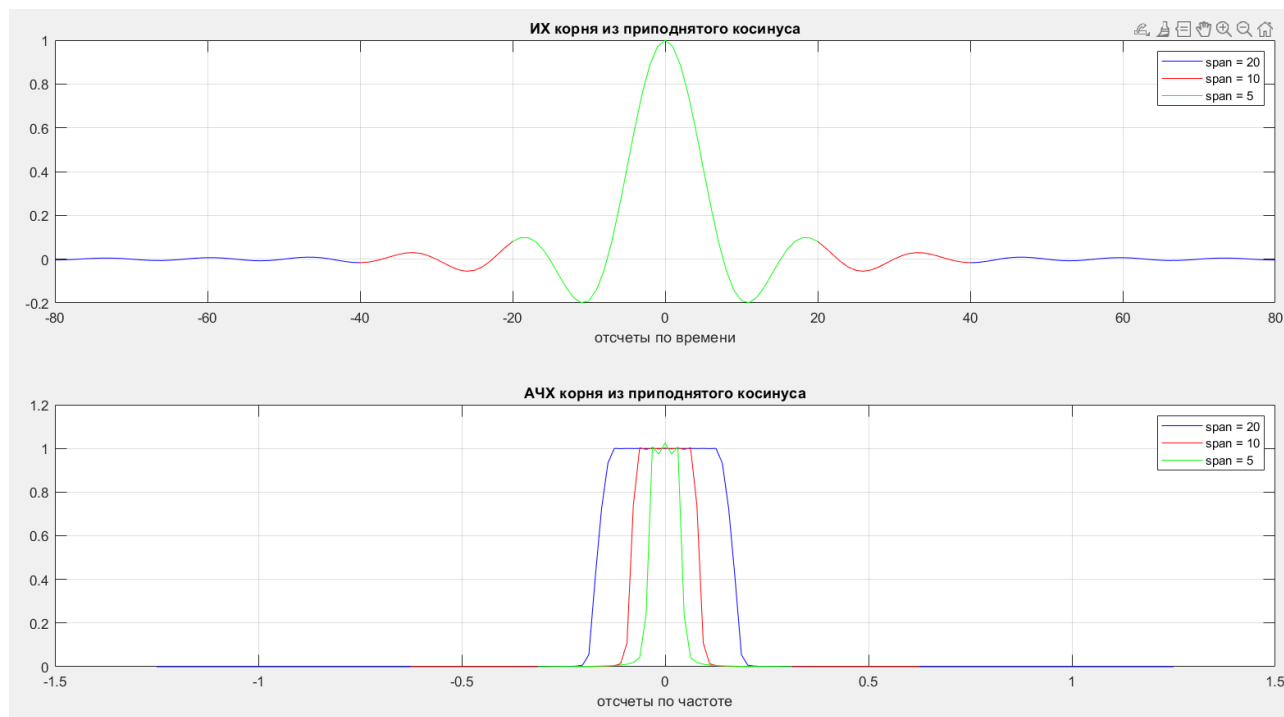
Напишем функцию, которая выдаёт импульсную характеристику Root-raised-cosine filter (ИХ) фильтра, а принимает на вход ряд параметров:

- Roll-off = 0.2
- Nsamp = 8
- Span = 20

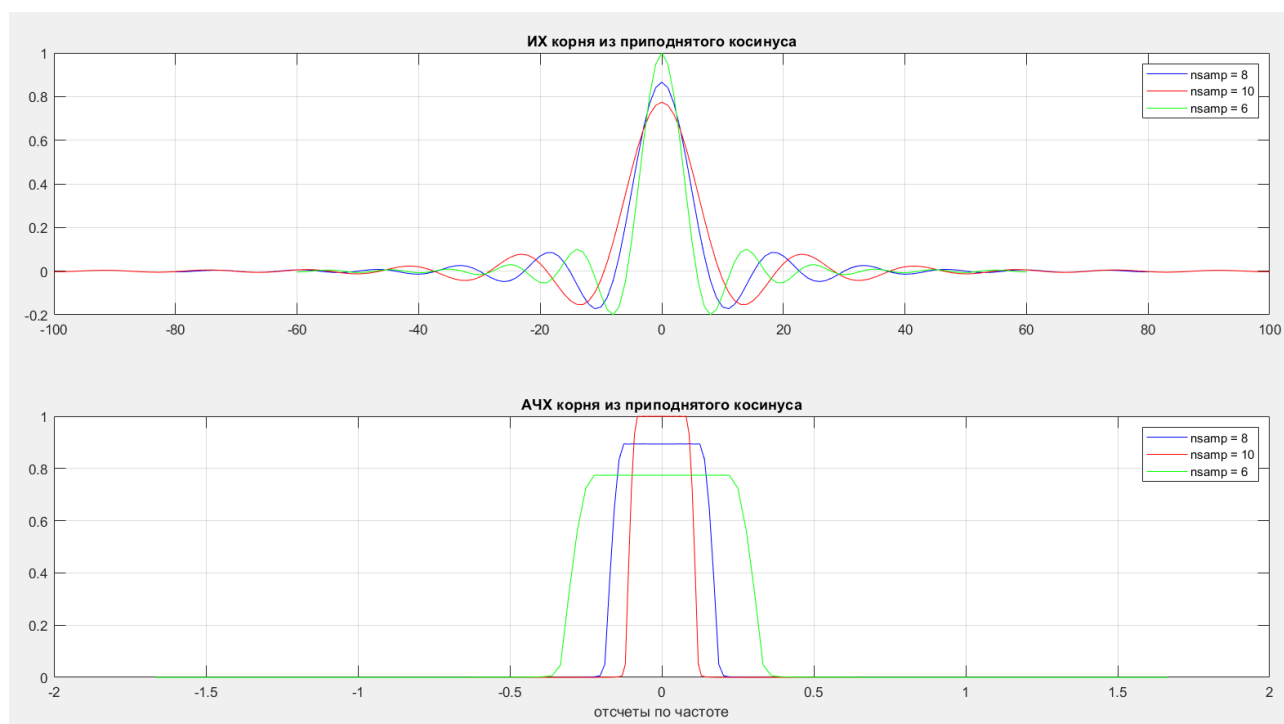
Предоставим на одной фигуре, но в разных subplot ИХ и АЧХ этого фильтра



Продemonстрируем влияние каждого параметра на ИХ и АЧХ этого фильтра графиками и предоставим по 3 примера на изменение каждого параметра

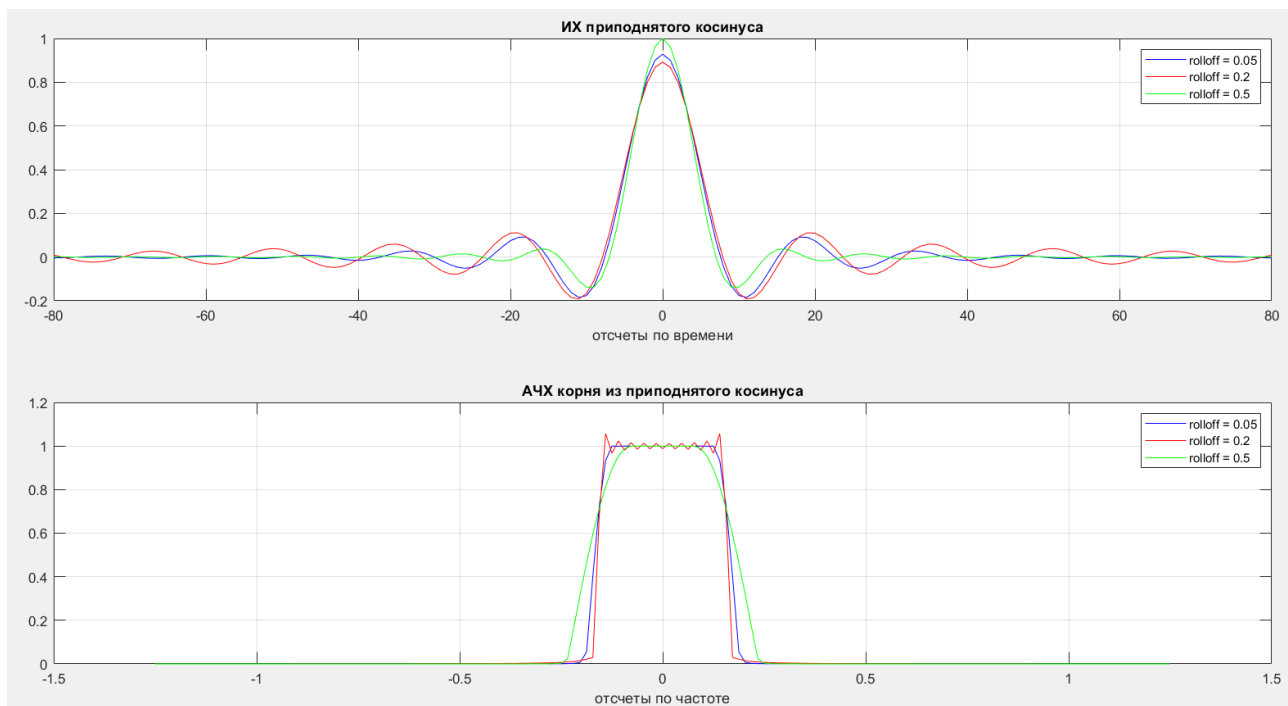


$\text{span} = 20, 10, 5$



$\text{nsamp} = 8, 10, 6$

Из графиков для фильтра приподнятого косинуса - RRC можно сделать аналогичные выводы как с RC об изменениях графика в зависимости от параметров: rolloff, nsamp, span. Однако стоит отметить, что у RRC фильтра практически нулевая межсимвольная интерференция в



$$\text{rolloff} = 0.05, 0.2, 0.5$$

отличие от RC фильтра, у которого "хвост" одного символа накладывается на последующий символ. Также RRC фильтр формирует спектр максимально приближенный к прямоугольному, а это позволяет передавать сигнал в минимальной полосе частот.

3 задание

Напишем функцию `filtration`, которая на выход предоставляет фильтрованный сигнал, а на вход принимает IQ сигнал до фильтрации, ИХ фильтра, параметр передискретизации (`nsamp`) и флаг `UpSampFlag` (меняется ли частота дискретизации после фильтрации).

Функция работает на основе свёртки передискретизованного IQ сигнала и ИХ фильтра

Построим на одном графике АЧХ сигнала после второй RC фильтрации

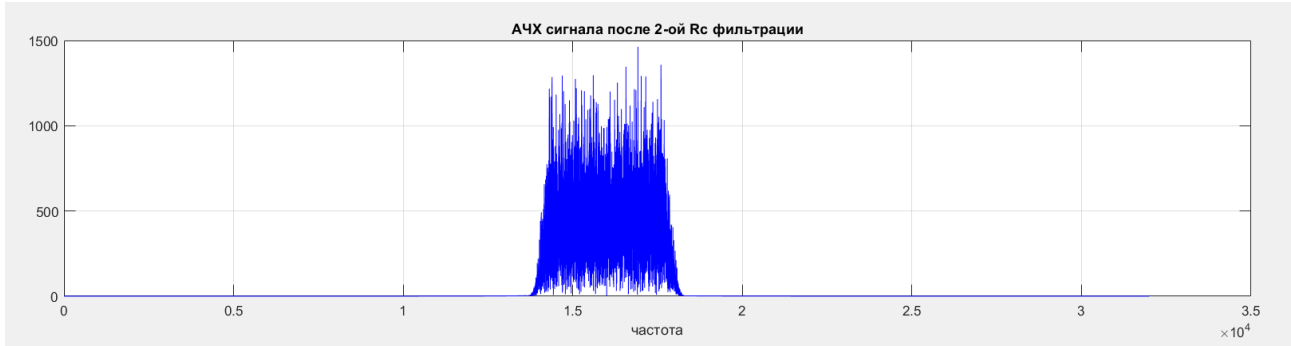
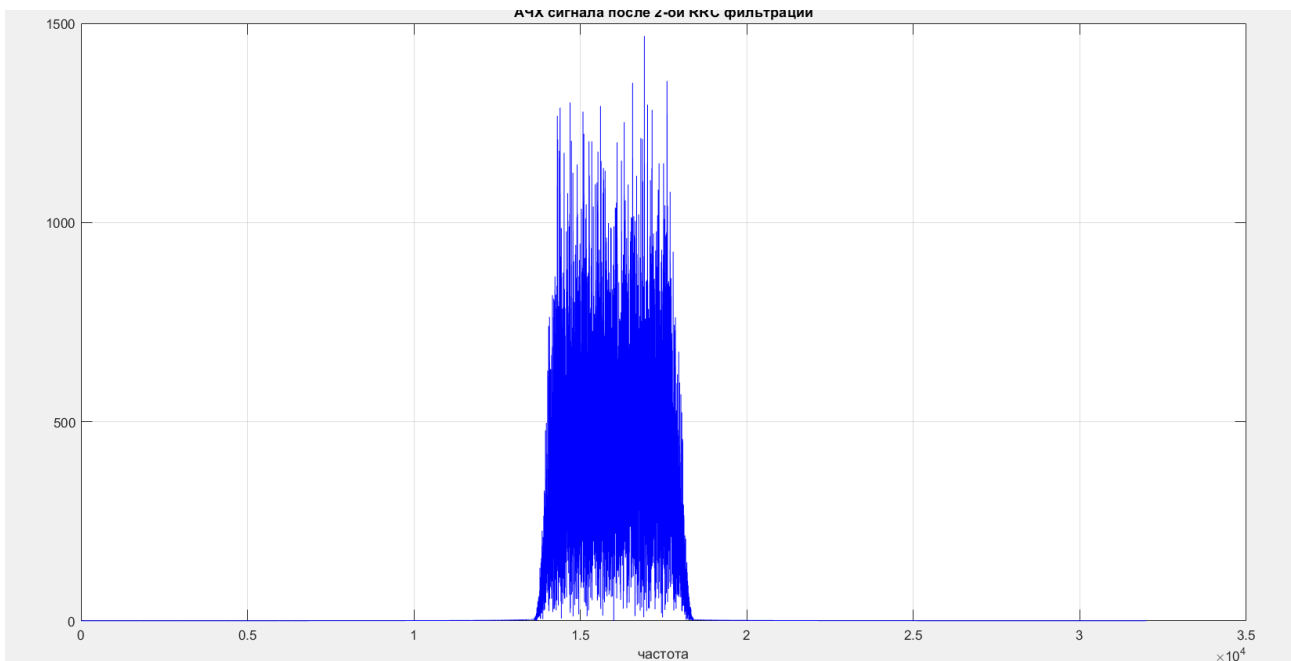


график соответствует АЧХ сигнала после прохождения 2-ого фильтра (сигнала на входе `demapper`).

Также покажем АЧХ сигнала после прохождения второй RRC фильтров.

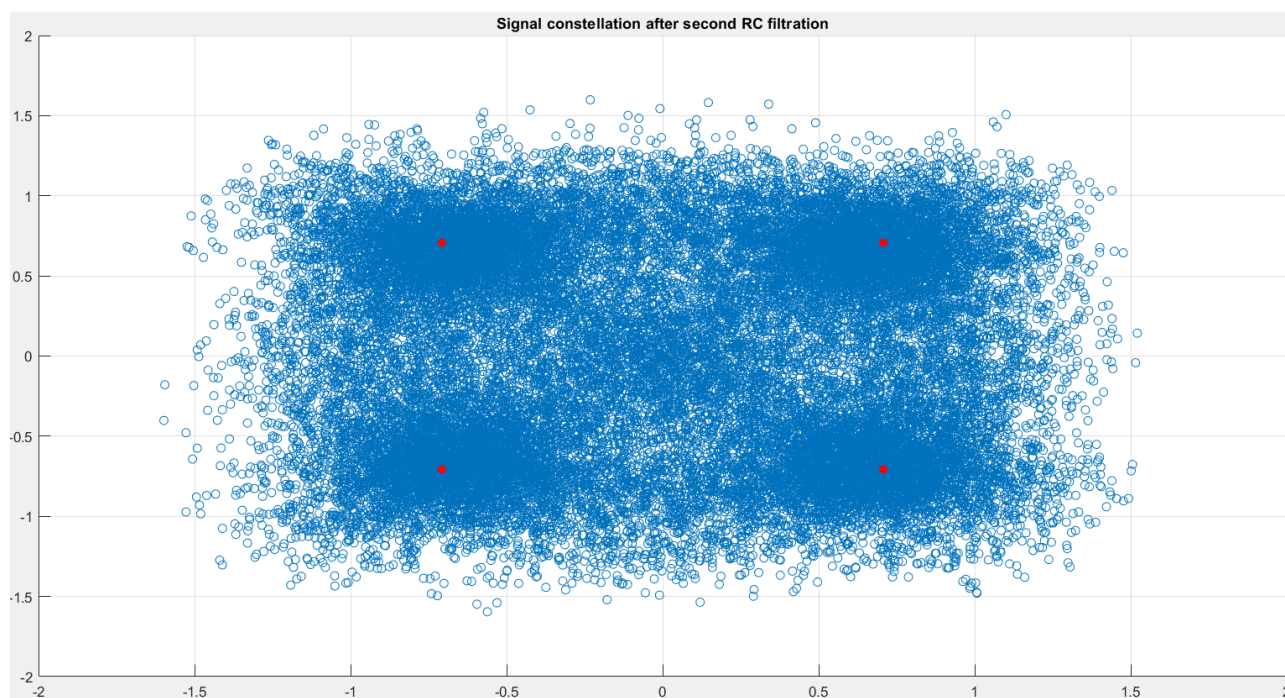
4 задание

Реализуем следующую схему



- Для канала зададим шум в $\text{SNR} = 20\text{дБ}$
- Созвездие QPSK
- Длина информационных бит: 8000 бит

Реализуем фильтрацию где $h(t) = k(t)$ - фильтр приподнятого косинуса (RC) и покажем вид сигнального созвездия после фильтрации на приёмной стороне (после $k(t)$)

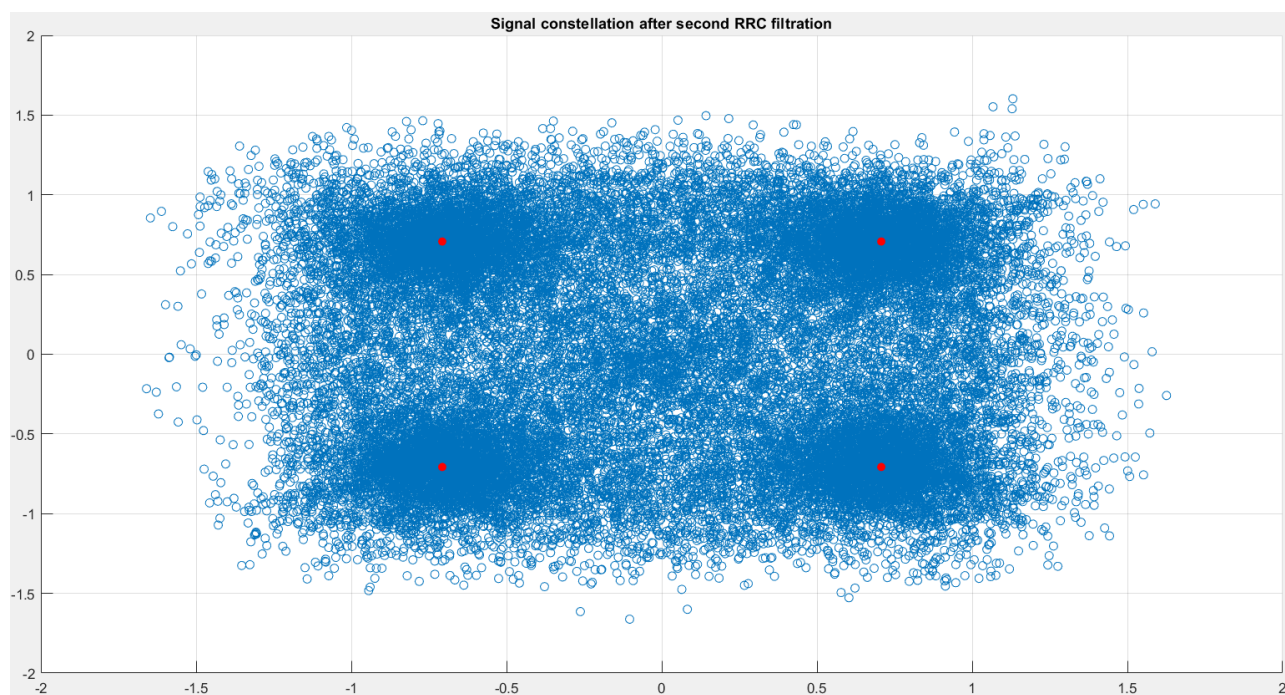


Найдём ОСШ на входе demapper(), зная выход mapper() и сравнить его с рассчитанным E_s/N_0 и SNR в канале:

ОСШ в канале: $SNR = 20db$ $E_s/N_0 = 10.97db$

ОСШ на входе demapper() после RC фильтраций: $SNR \approx 16.90db$ $E_s/N_0 \approx 7.87db$

Реализуем фильтрацию где $h(t) = k(t)$ - фильтр корень из приподнятого косинуса (RRC) и покажем вид сигнального созвездия после фильтрации на приёмной стороне (после $k(t)$)



Найдём ОСШ на входе demapper(), зная выход mapper() и сравнить его с рассчитанным E_s/N_0 и SNR в канале:

ОСШ в канале: $SNR = 20db$ $E_s/N_0 = 10.97db$

ОСШ на входе demapper() после RC фильтраций: $SNR \approx 16.85db$ $E_s/N_0 \approx 7.82db$

Как мы можем видеть на входе у demapper() SNR сигнала меньше, чем SNR сигнала в канале, также E_s/N_0 на входе demapper тоже меньше канального.

5 Вывод

Прodelав работу мы изучали принцип работы фильтров, узнали от каких параметров зависят ИХ и АЧХ фильтров RC и RRC, а также сделали систему связи и определили значение SNR и E_b/N_0 на входе demapper