

Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Институт Радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова

Лабораторная работа №3  
«Исследование коррелятора АП СРНС ГЛОНАСС с помощью имитационной  
модели»

Студент: Салин Г.А.  
Группа: ЭР-15-16

Москва  
2020

## Цель работы

1. Исследовать структуру и свойства функциональных элементов корреляторов АП СРНС;
2. Исследовать характеристики процессов, происходящих в корреляторах АП СРНС;
3. Ознакомиться с ИКД ГЛОНАСС.

## Лабораторное исследование

**1.** Отключить шум приемного устройства. В качестве значения полосы фронтеда выбрать «Бесконечность». Квантование принимаемой реализации и опорного сигнала отключить. Расстройку опорного сигнала по частоте установить нулевой. На основании ИКД установить параметры схемы формирования ДК. Перенести схему в отчет. Занести в отчет вычисленные корреляционные функции. Определить промежуточную частоту сигнала, полосу сигнала.

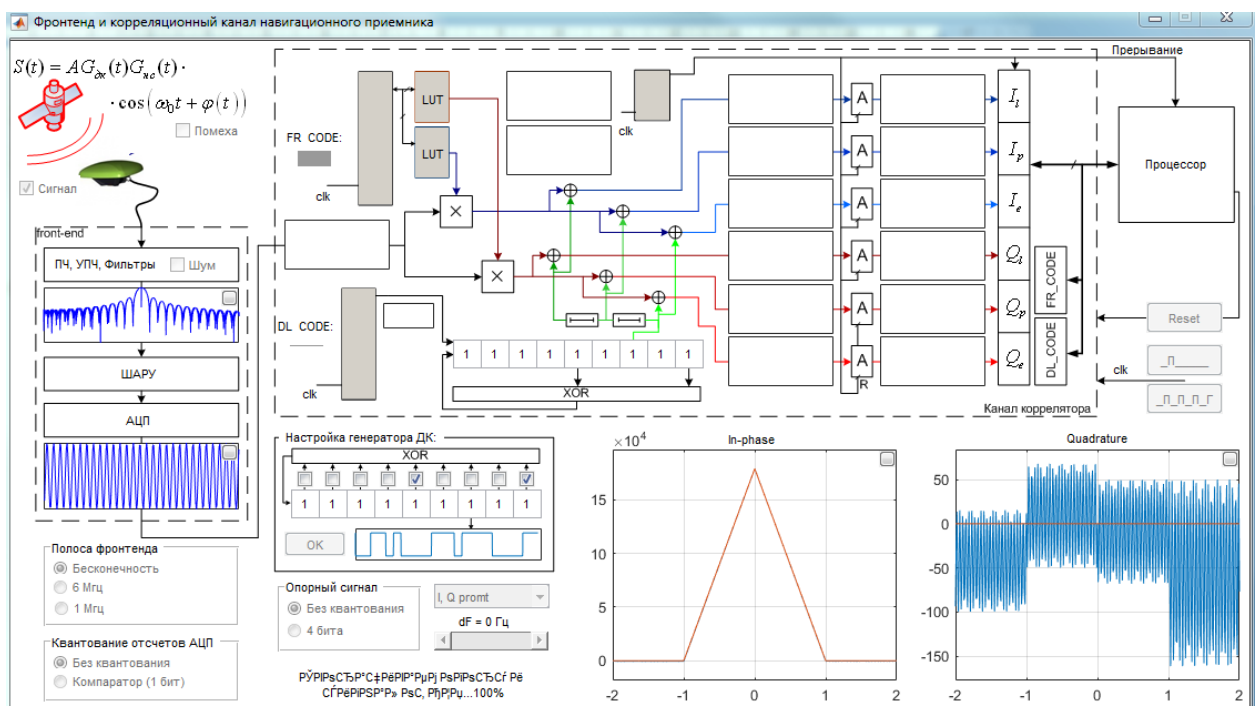


Рисунок 1 – Окно имитационной модели коррелятора

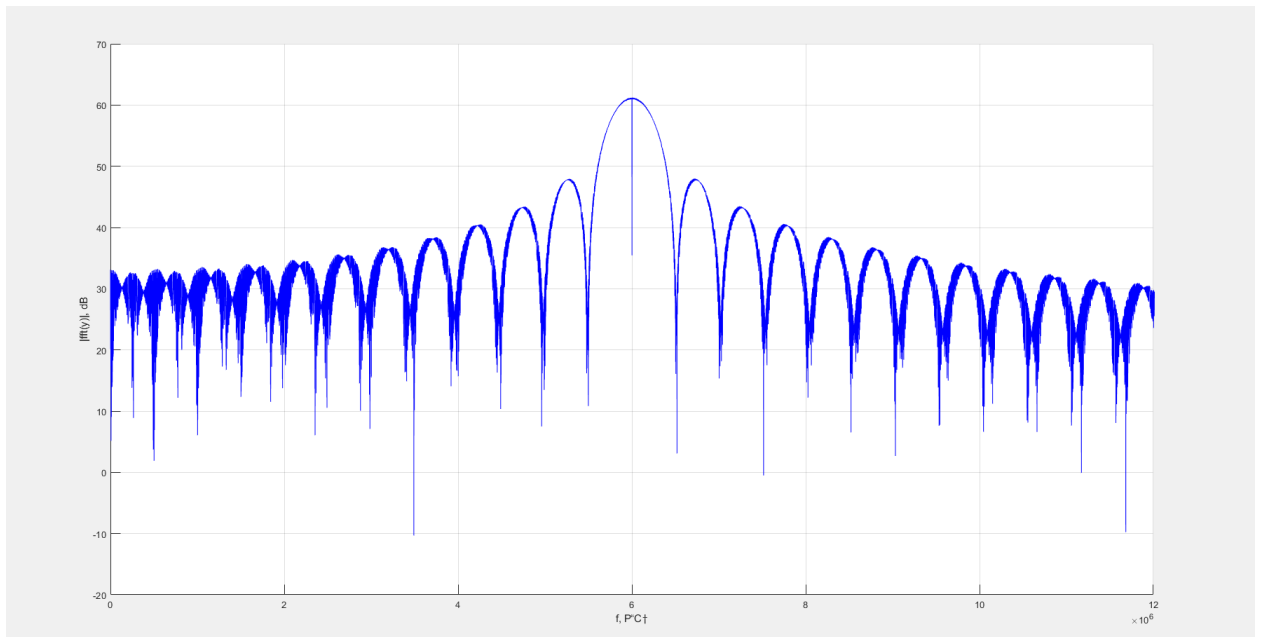


Рисунок 2 – График спектра радиосигнала

Промежуточная частота сигнала  $f_n = 6 \text{ МГц}$

Полоса сигнала  $\Delta f = (6,519 - 5,499) \text{ МГц} = 1,02 \text{ МГц}$

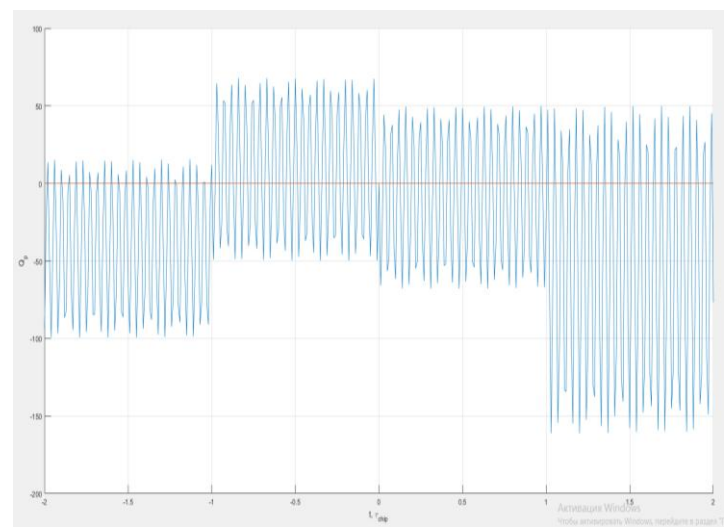
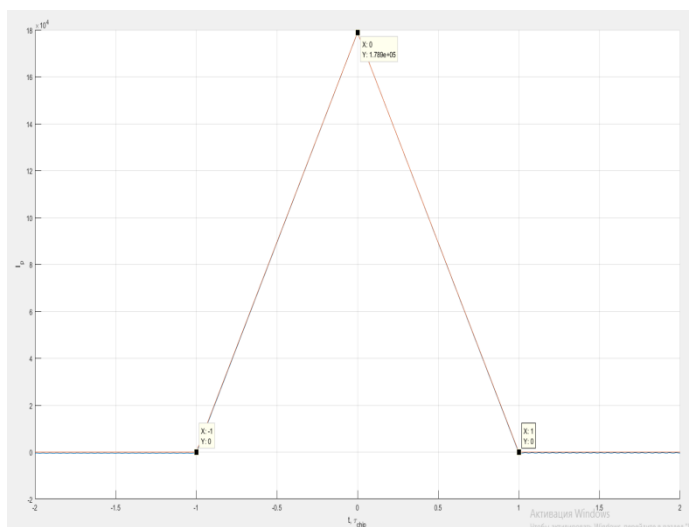


Рисунок 3 – Графики вычисленных корреляционных сумм как функции разности задержек дальномерных кодов сигнала и опорных колебаний

**2.** Установить полосу фронтеда равной 6 МГц, 1 МГц. Перенести корреляционные функции в отчет. Оценить групповое время запаздывания

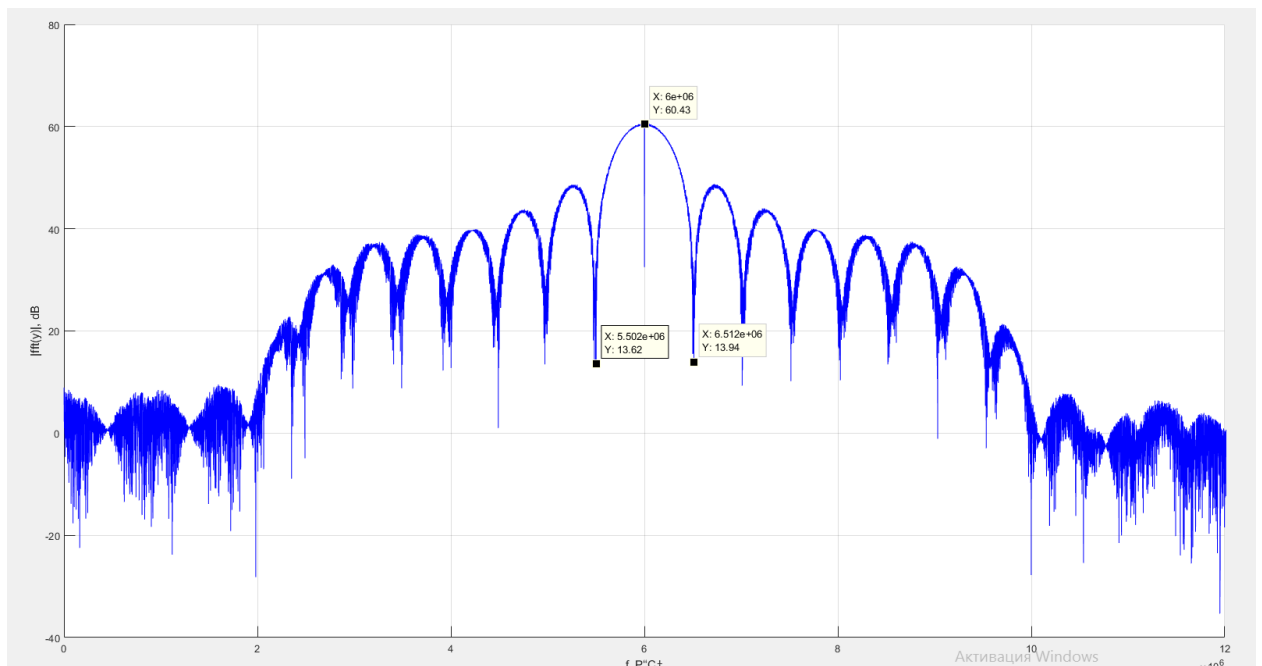


Рисунок 4 – График спектра радиосигнала для полосы 6 МГц

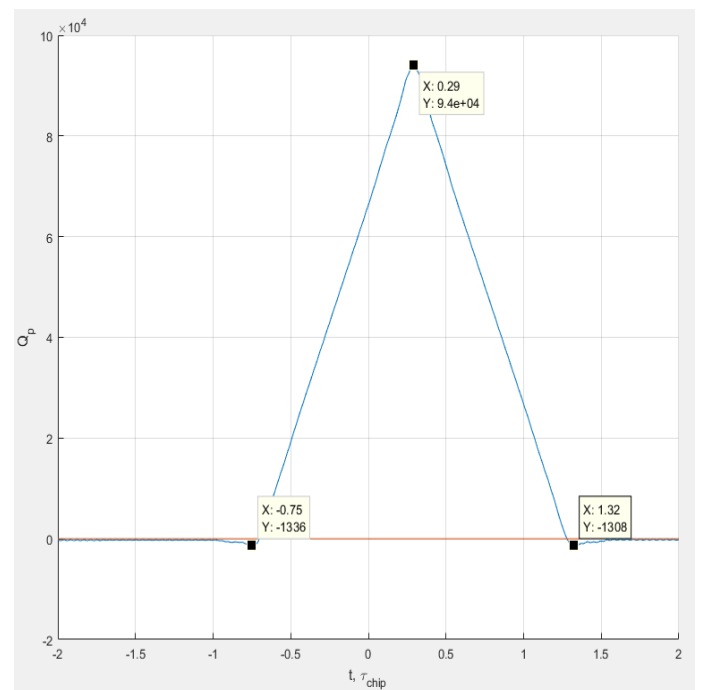
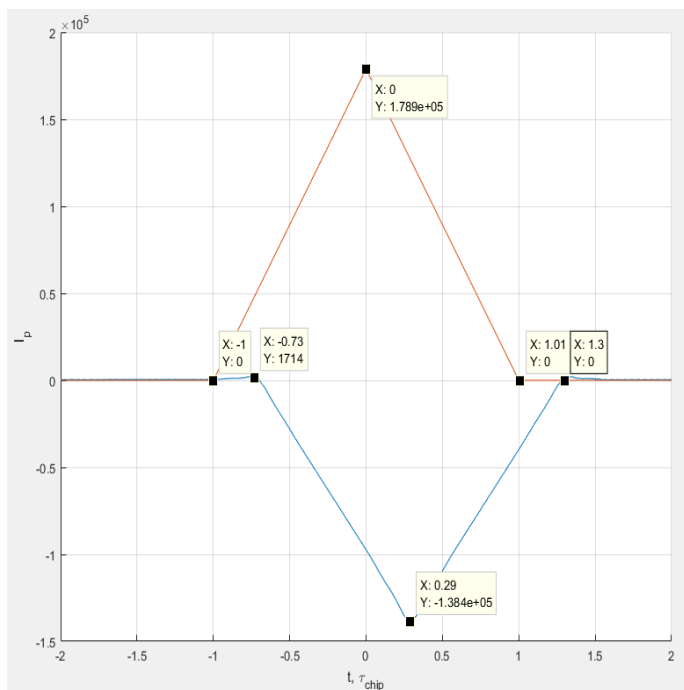


Рисунок 5 – Графики вычисленных корреляционных сумм как функции разности задержек дальномерных кодов сигнала и опорных колебаний

Групповое время запаздывания для полосы фроненда, равной 6 МГц, составляет 0,29 мкс

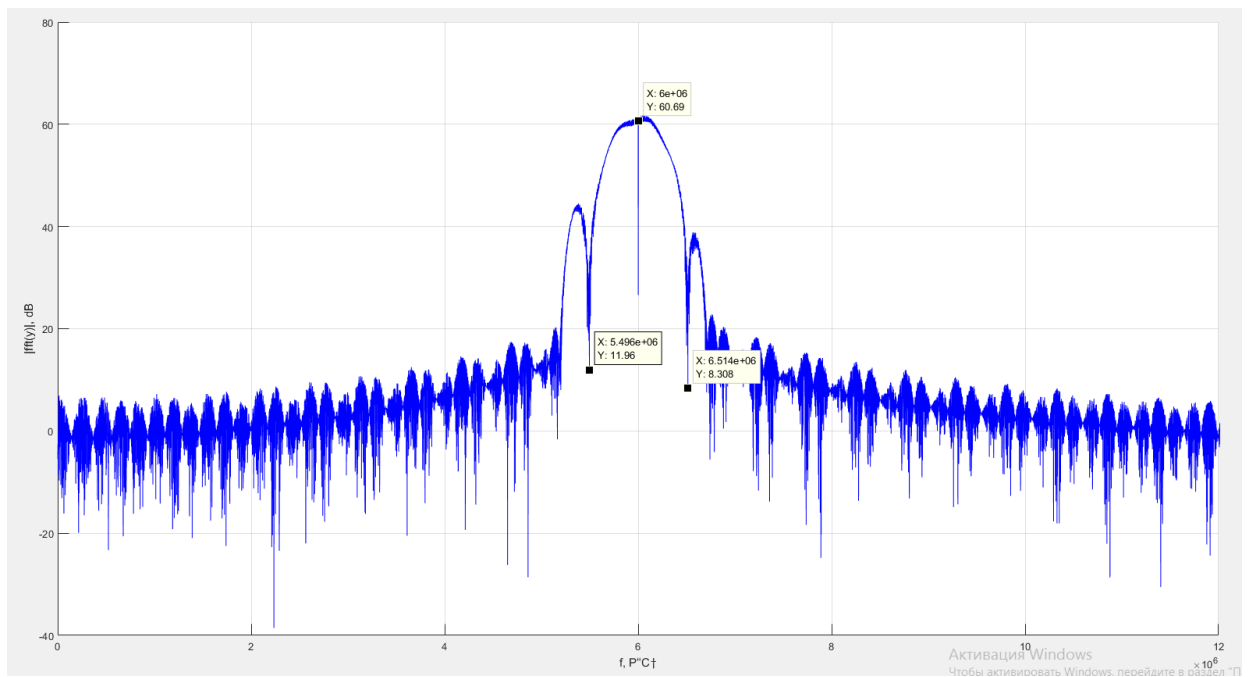


Рисунок 6 – График спектра радиосигнала для полосы 1 МГц

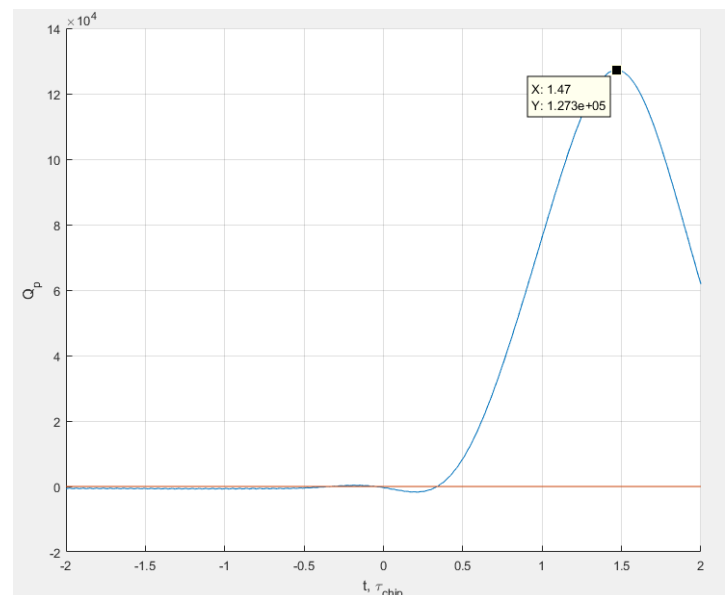
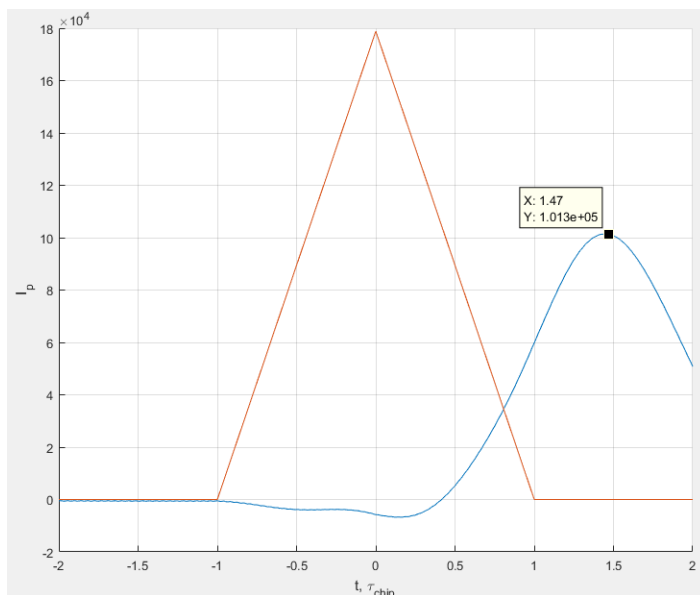


Рисунок 7 – Графики вычисленных корреляционных сумм как функции разности задержек дальномерных кодов сигнала и опорных колебаний

Групповое время запаздывания для полосы фронтеда, равной 1 МГц, составляет 1,47 мкс. Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что сужение полосы фронтеда ведет к увеличению группового времени запаздывания, уменьшению уровня боковых лепестков спектра сигнала и, следовательно, увеличению отношения мощности сигнала к односторонней спектральной плотности шума.

3. В качестве значения полосы фронтеда выбрать «6 МГц». Перенести в отчет наглядный отрезок сигнала. Включить шум. Сравнить квадрат СКО шума (считая размах за 3 СКО) и мощность сигнала. Определить отношение мощности сигнала к односторонней спектральной плотности шума:  $q_{c/n0} = \frac{P_s}{N_0}$  (привести к размерности дБГц). Перенести в отчет отрезок реализации сигнала в смеси с шумом, корреляционные функции.

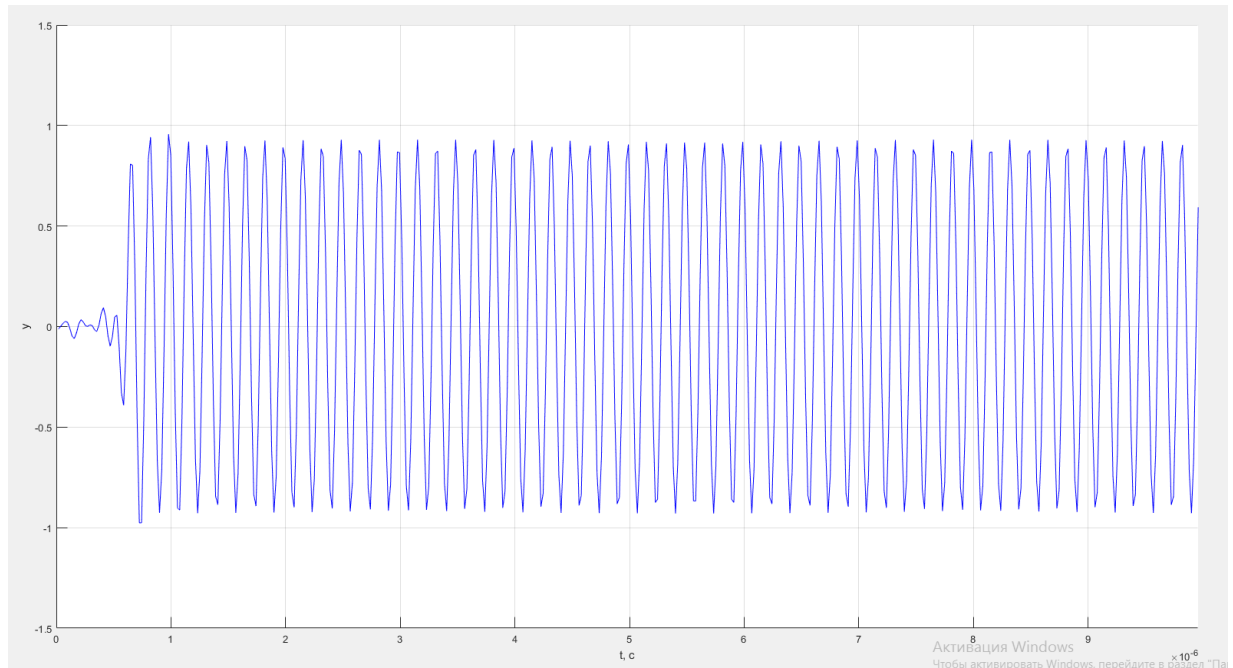


Рисунок 8 – Наглядный отрезок реализации сигнала в интервале от 0 до 10  
мкс

Рассчитаем мощность сигнала:

$$P_s = \frac{A_s^2}{2} \approx \frac{0,9^2}{2} = 0,4 \text{ Вт}$$

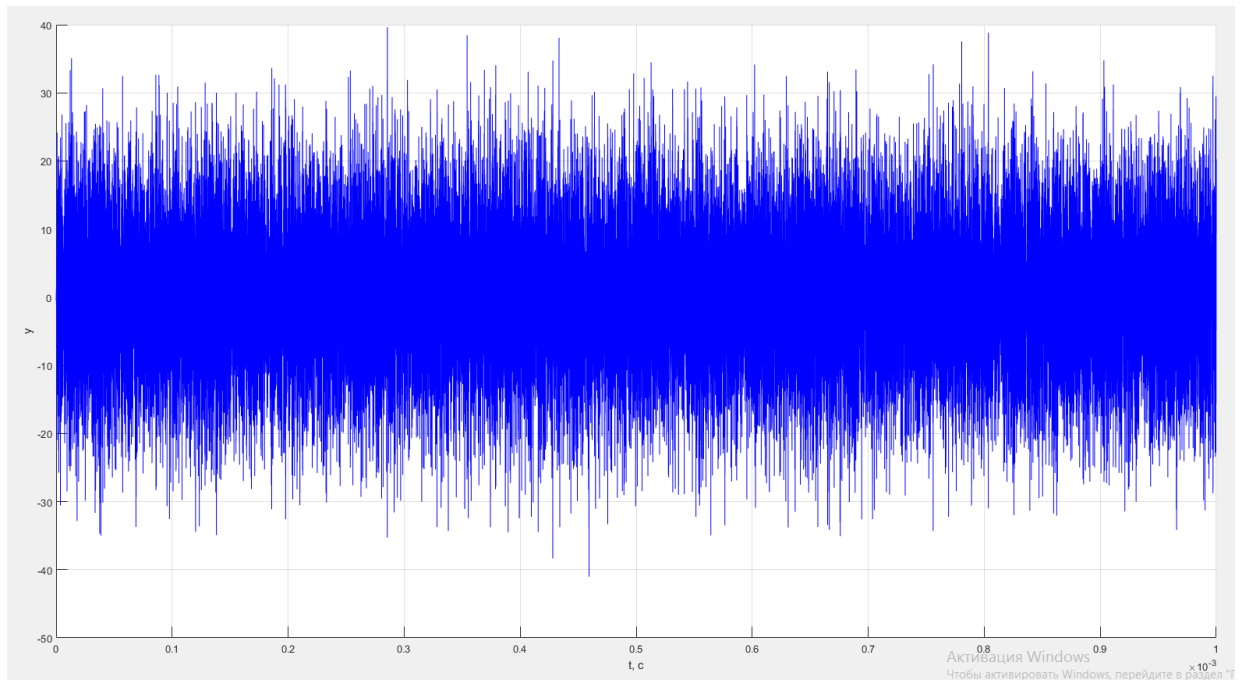


Рисунок 9 – Реализация шума

Определим одностороннюю спектральную плотность шума:

$$6\sigma_n \approx 60 \rightarrow \sigma_n \approx 10 \text{ В} - \text{СКО шума}$$

$$D_n = \sigma_n^2 = 100 \text{ В}^2 - \text{дисперсия шума}$$

$$T_d = \frac{1}{F_d} = \frac{1}{51,1 \times 10^6} = 19,569 \times 10^{-9} = 19,569 \text{ нс} - \text{период дискретизации}$$

$$D_n = \frac{N_0}{2T_d} \rightarrow N_0 = 2D_n T_d = 2 \cdot 100 \cdot 19,569 \times 10^{-9} = 3,914 \times 10^{-6} \frac{\text{В}^2}{\text{Гц}}$$

$$q_{c/n0} = \frac{P_s}{N_0 \Delta f_\phi} = \frac{0,4}{3,914 \times 10^{-6} \cdot 6 \times 10^6} = 0,017$$

$$q_{c/n0} \text{ дБ} = 10 \log q_{c/n0} = 10 \log 0,017 = -17,7 \text{ дБГц}$$

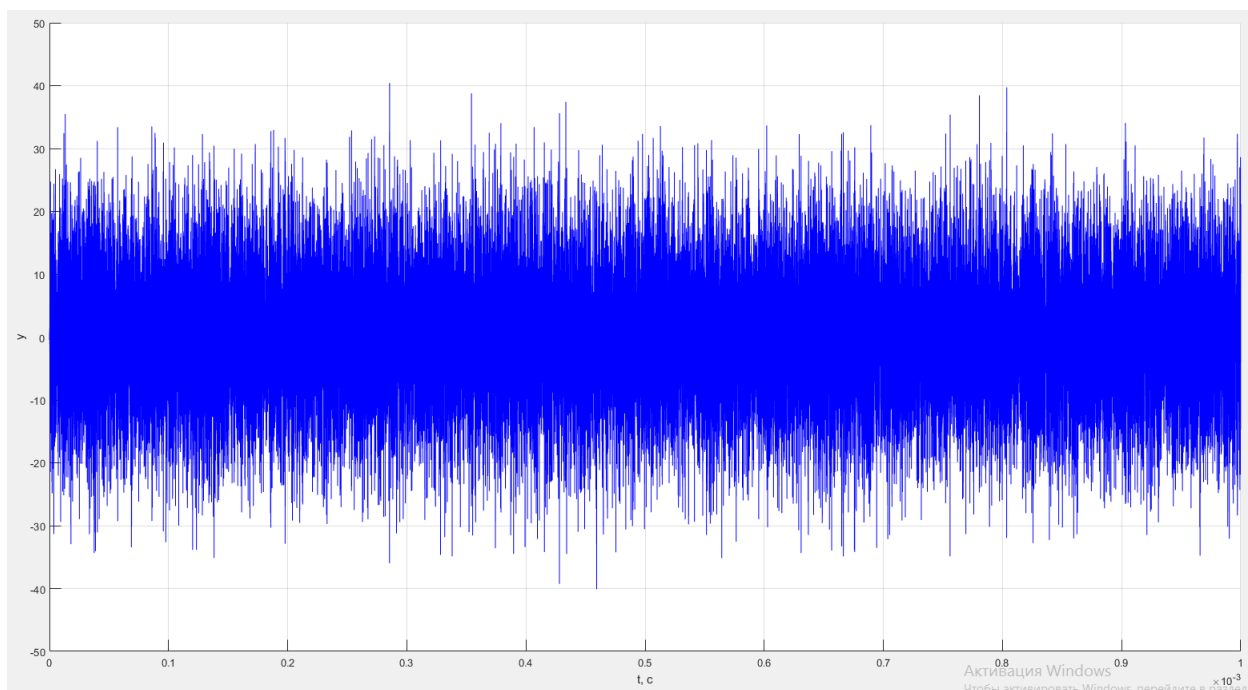


Рисунок 10 – Реализация сигнала и шума

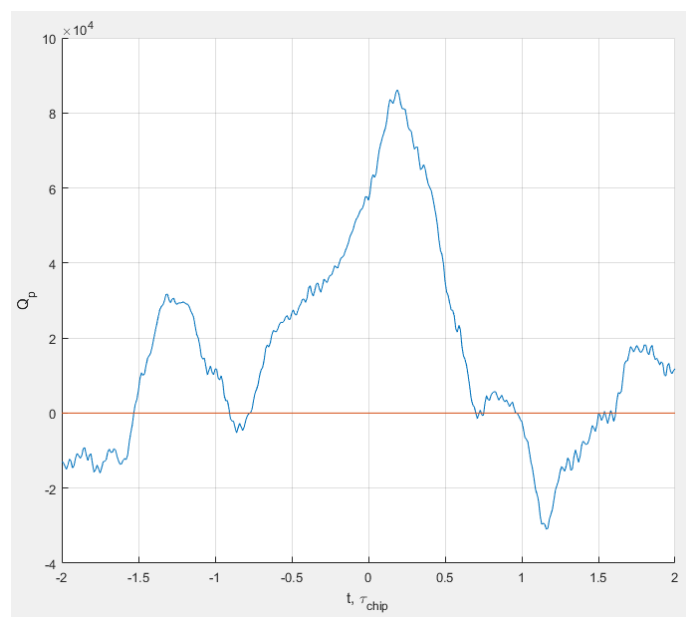
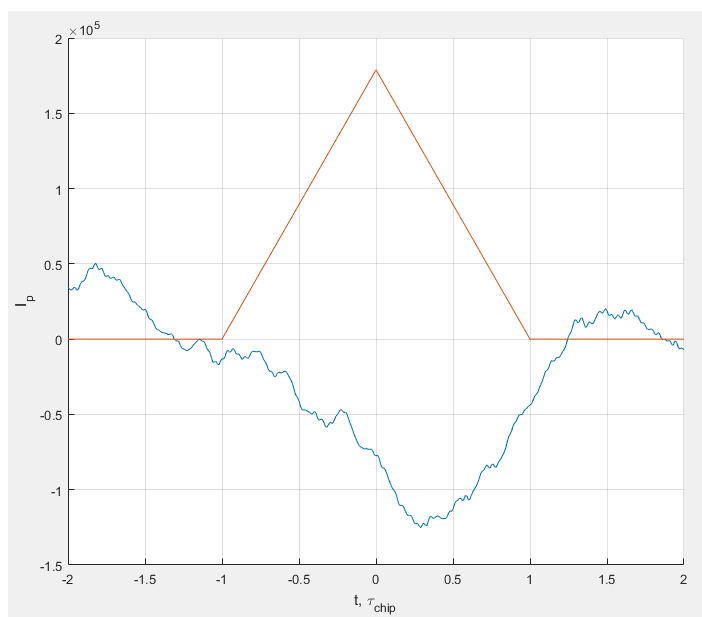
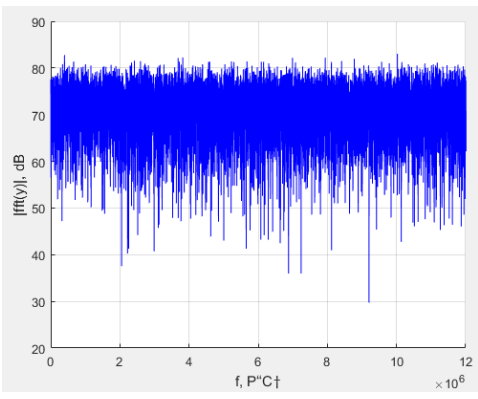
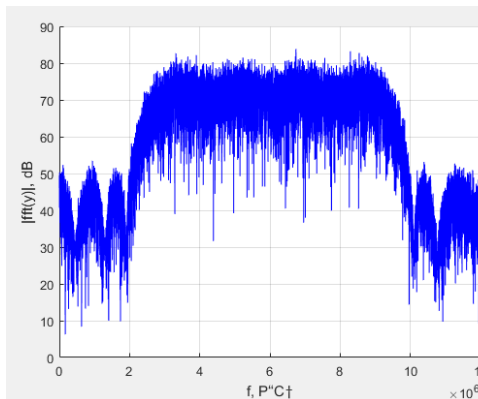
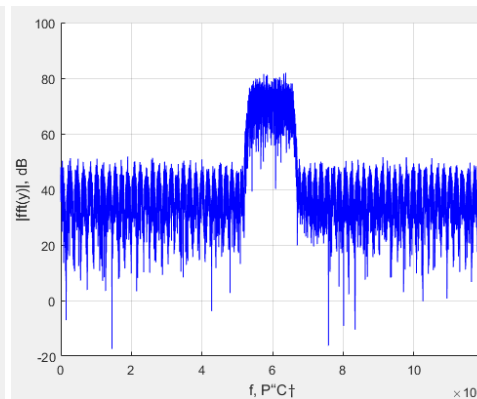
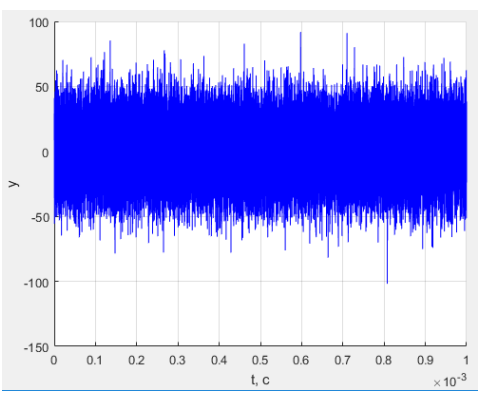
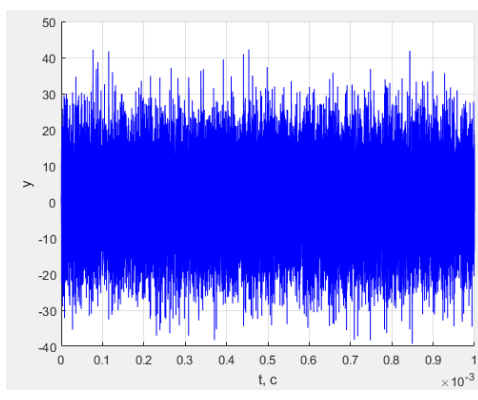
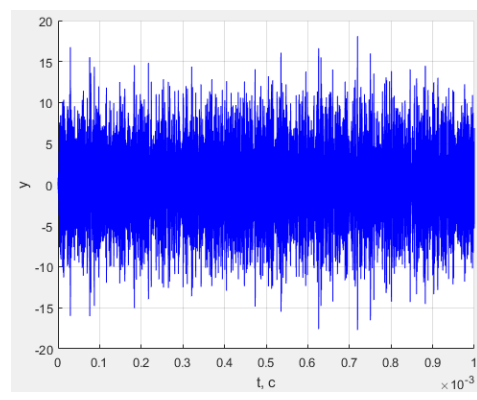
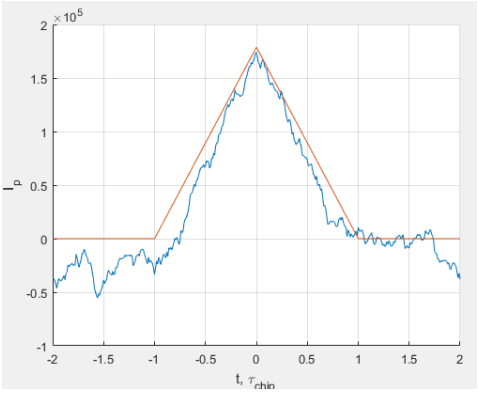
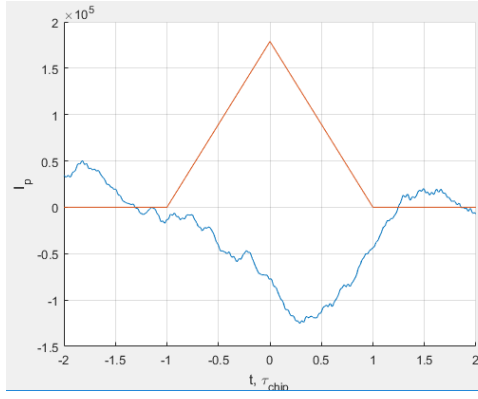
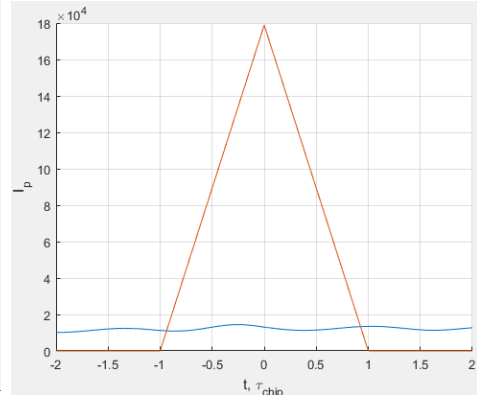


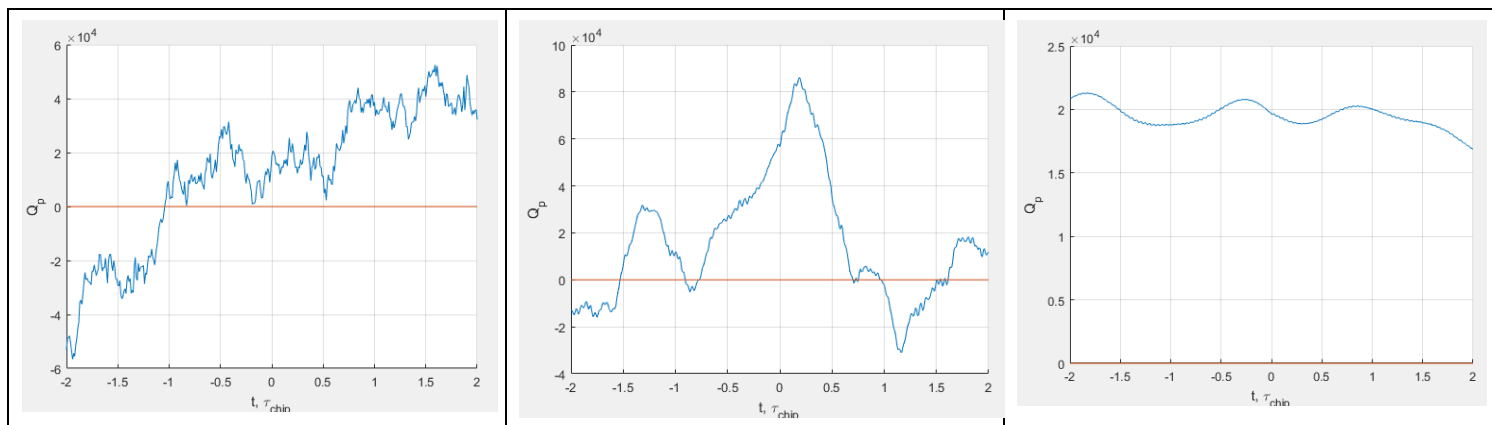
Рисунок 11 – Графики вычисленных корреляционных сумм как функции разности задержек дальномерных кодов сигнала и опорных колебаний

**4.** Наблюдать за изменением шумовой составляющей корреляционных функций при изменении полосы фронтеда. Исследовать зависимость мощности шумовой составляющей корреляционных компонент от полосы фронтеда, сделать соответствующие записи в отчете.



Таблица 1. Изменение корреляционной функции для различных полос фронтенда

Полоса фронтенда бесконечная	Полоса фронтенда 6 МГц	Полоса фронтенда 1 МГц
Спектр		
		
Реализации сигнала и шума		
		
Синфазная корреляционная сумма		
		
Квадратурная корреляционная сумма		

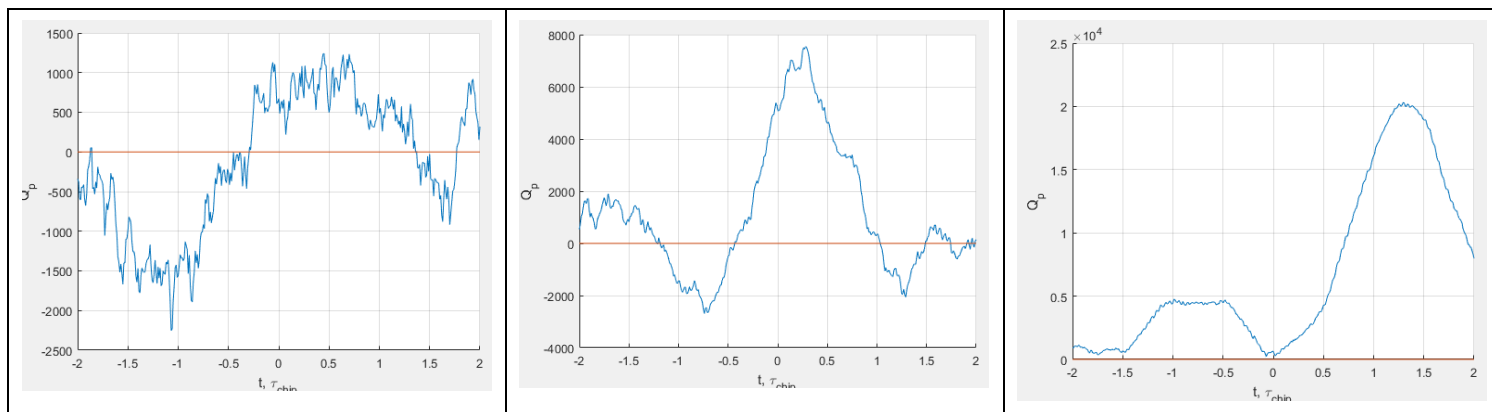


Из полученных наблюдений можно сделать вывод о том, что сужение полосы фронтенда ведет к уменьшению уровня боковых лепестков спектра сигнала и, следовательно, увеличению отношения мощности сигнала к односторонней спектральной плотности шума.

**5. Включить шум. Исследовать влияние квантования входных отсчетов и опорных сигналов на корреляционные суммы.**

Таблица 2. Исследование влияния квантования

Полоса фронтенда бесконечная	Полоса фронтенда 6 МГц	Полоса фронтенда 1 МГц
Синфазная корреляционная сумма		
Квадратурная корреляционная сумма		



**6. Включить узкополосную помеху, исследовать её влияние на корреляционные суммы. Определить отношение мощности помехи к мощности сигнала.**

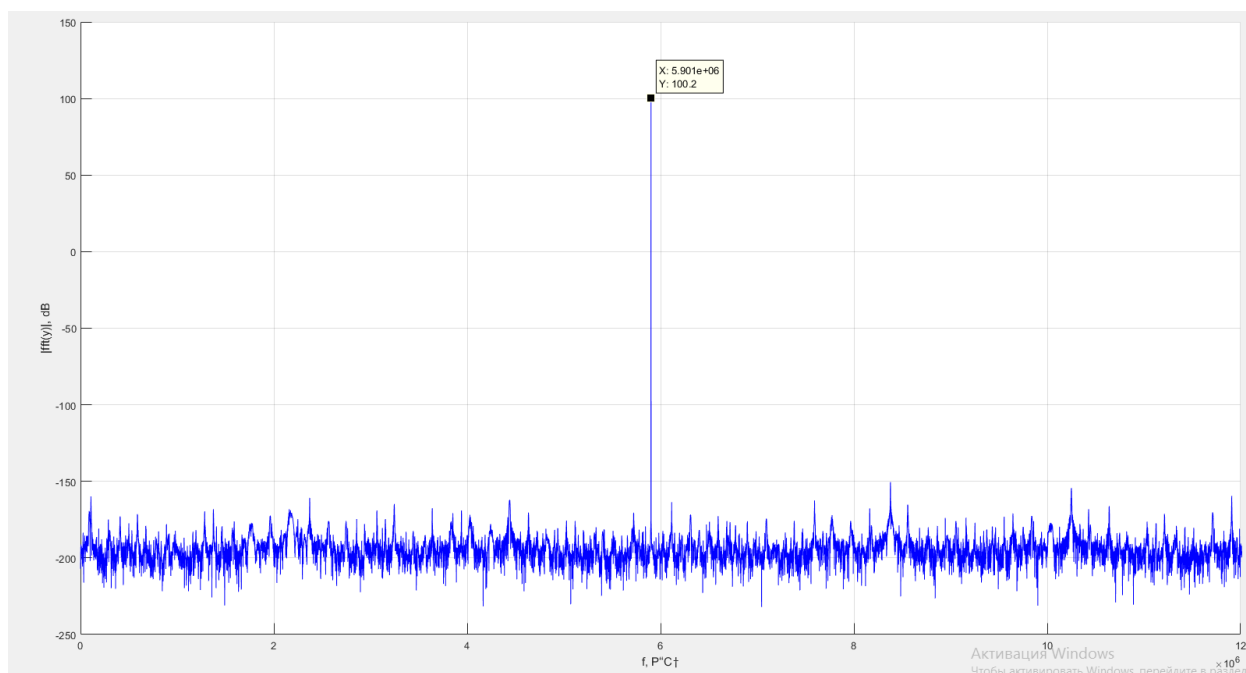


Рисунок 12 – График спектра узкополосной помехи, полоса фронтенда – бесконечная

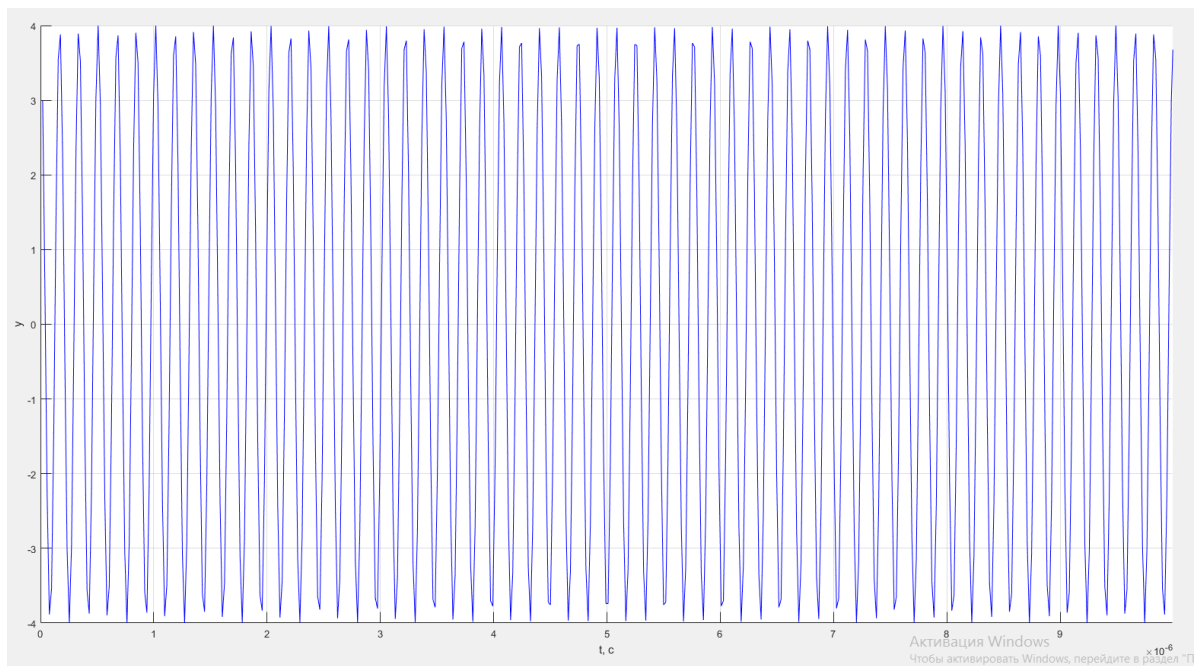


Рисунок 13 – Реализация узкополосной помехи

Мощность сигнала уже была рассчитана, и составляет:

$$P_s = 0,4 \text{ Вт}$$

Мощность помехи рассчитаем аналогичным образом:

$$P_n = \frac{A_n^2}{2} \approx \frac{3,9^2}{2} = 7,6 \text{ Вт}$$

Отношение мощности помехи к мощности сигнала:

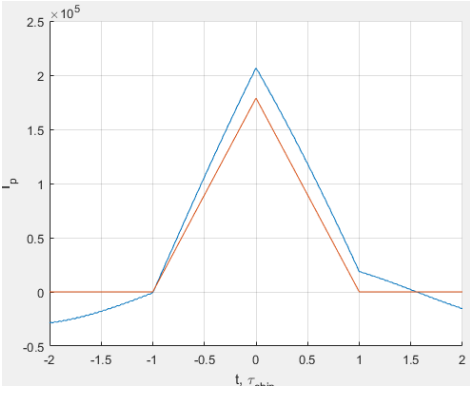
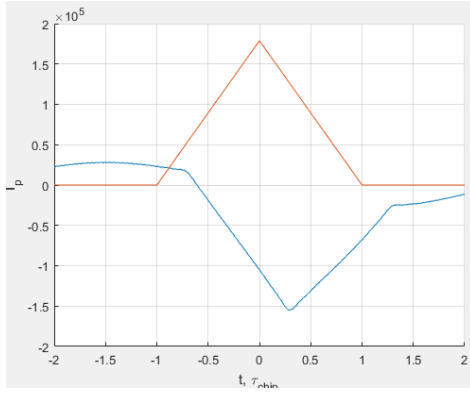
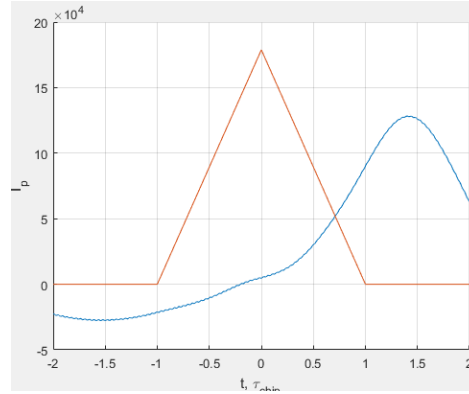
$$\frac{P_n}{P_s} = \frac{7,6}{0,4} = 19$$

Таким образом мощность помехи в 19 раз больше мощности полезного сигнала

Таблица 3. Исследование влияния узкополосной помехи на корреляционные суммы

Полоса фронтенда бесконечная	Полоса фронтенда 6 МГц	Полоса фронтенда 1 МГц
Синфазная корреляционная сумма		
Квадратурная корреляционная сумма		

Таблица 4. Исследование влияния сигнала и узкополосной помехи на корреляционные суммы

Полоса фронтенда бесконечная	Полоса фронтенда 6 МГц	Полоса фронтенда 1 МГц
Синфазная корреляционная сумма		
		
Квадратурная корреляционная сумма		
