

Национальный исследовательский университет  
«МЭИ»

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

Группа: ЭР-15-16

Студент: Жеребцов И.С.

Преподаватель: Корогодин И.В.

Оценка: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_

Москва

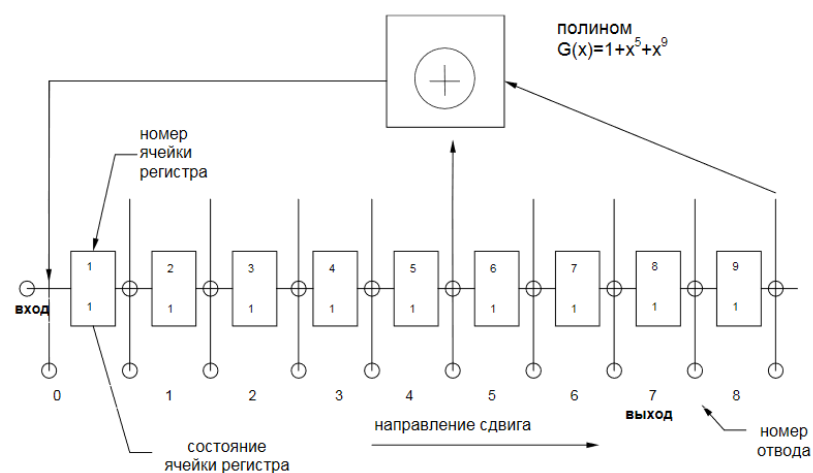
2020

## 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.

## Домашняя подготовка

Привести схемы блоков формирования дальномерного кода в отчете:



**Рисунок 1** – Структура регистра сдвига, формирующего дальномерный код

Привести выражения для статистических эквивалентов выходных отсчетов коррелятора:

$$I_k = \sum_{l=1}^L y_{k,l} \cdot G_c(t_{k,l} - \tilde{\tau}_k) \cos(\omega_{if} t_{k,l} + \tilde{\omega}_{d,k} l T_d + \tilde{\varphi}_k);$$

$$Q_k = \sum_{l=1}^L y_{k,l} \cdot G_c(t_{k,l} - \tilde{\tau}_k) \sin(\omega_{if} t_{k,l} + \tilde{\omega}_{d,k} l T_d + \tilde{\varphi}_k).$$

## Лабораторная работа

- Отключим шум приемного устройства. В качестве значения полосы фронтеда выберем «Бесконечность». Квантование принимаемой реализации и опорного сигнала отключим. Расстройку опорного сигнала по частоте установим равной нулю. На основании ИКД установим параметры схемы формирования ДК и занесем схему в отчет. А также занесем в отчет вычисленные корреляционные функции. Определим промежуточную частоту сигнала, полосу сигнала.



Рисунок 2 – Схема формирования ДК

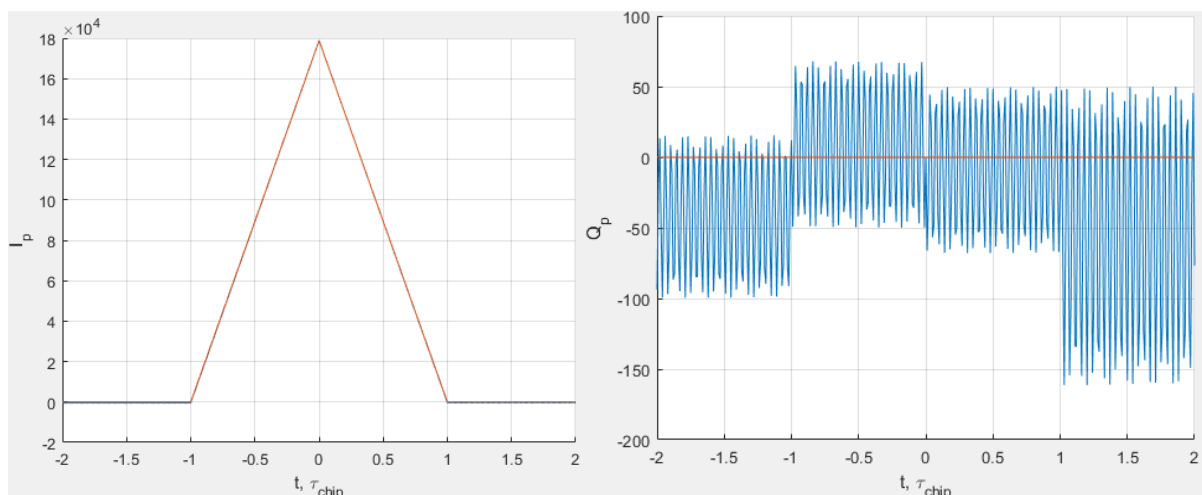
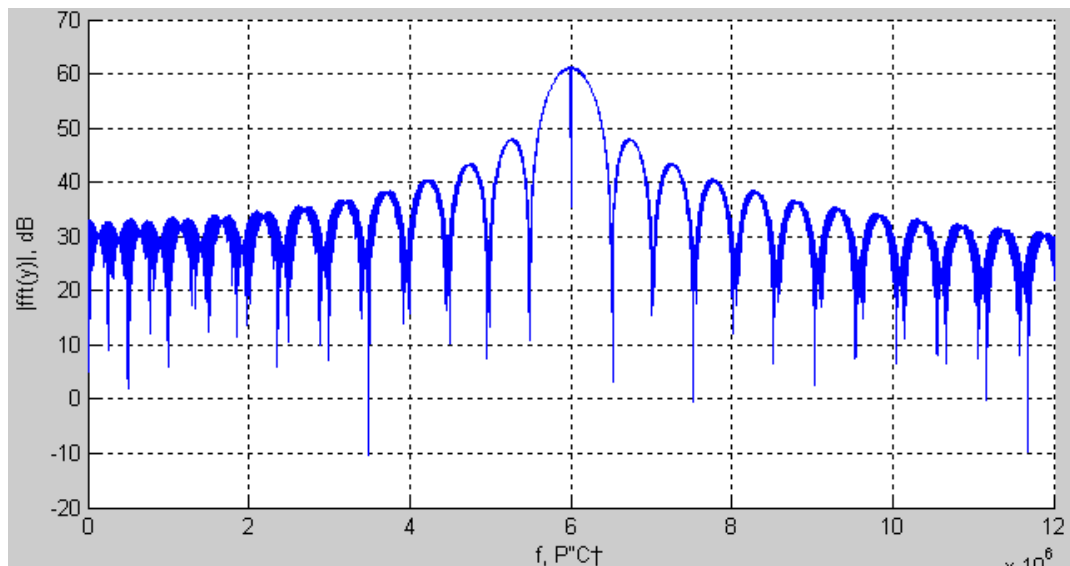


Рисунок 3 – Синфазная  $I_p(t)$  и квадратурная  $Q_p(t)$  составляющие корреляционной функции



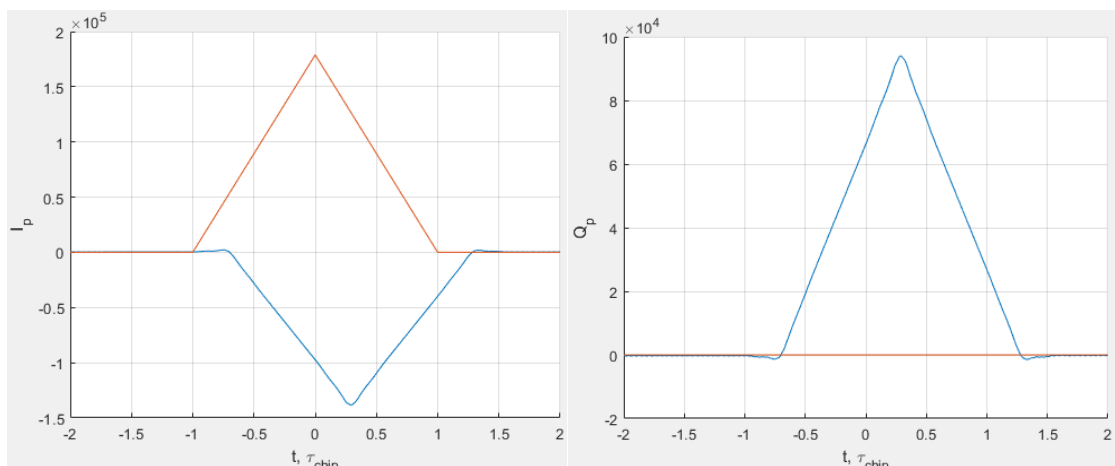
**Рисунок 4 – Спектр сигнала**

По Рисунок 4 можно определить промежуточную частоту и полосу сигнала:

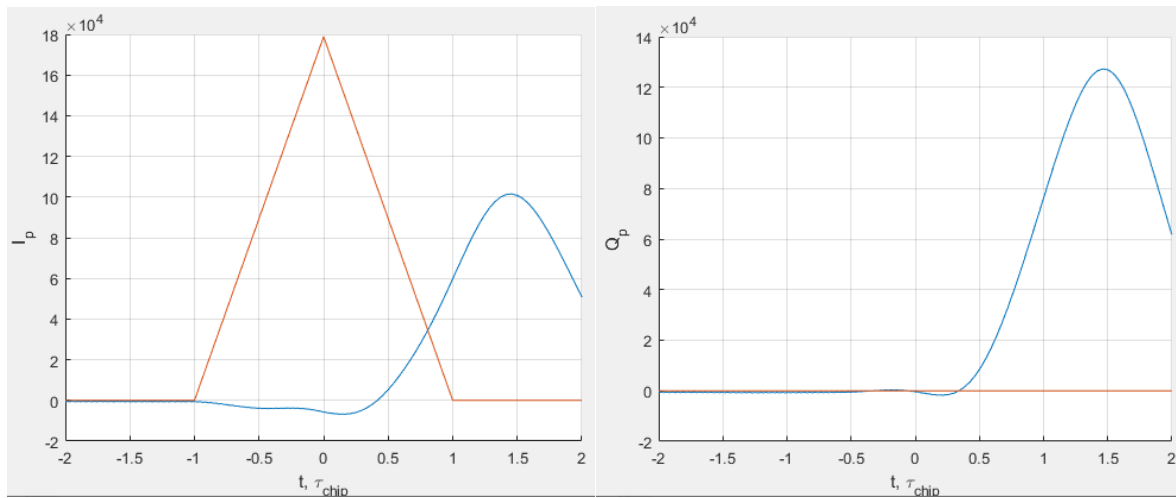
Промежуточная частота - 6 [МГц];

Полоса сигнала (по уровню 3 [дБ] от макс. 61 [дБ]) – от 5.7725 до 6.2288  $\approx$  0.5 [МГц];

- Установим полосу фронтеда равной 6 [МГц] и 1 [МГц]. Занесем корреляционные функции в отчет, а также оценим групповое время запаздывания.



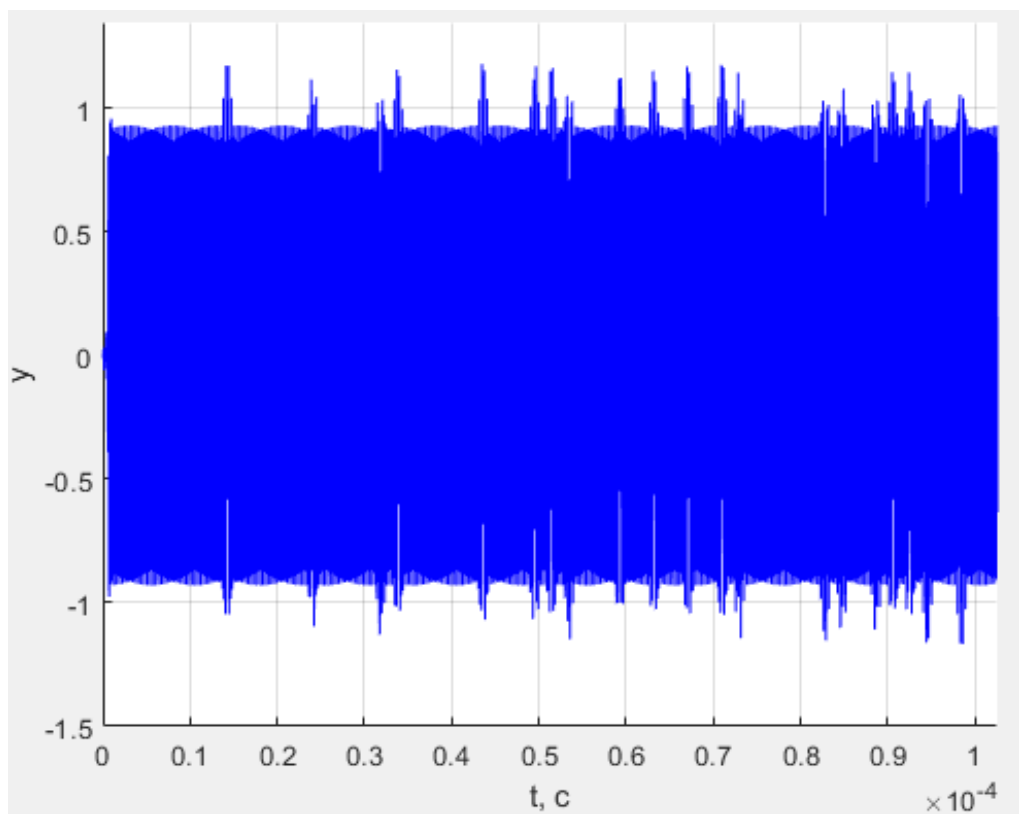
**Рисунок 5 – Синфазная  $I_p(t)$  и квадратурная  $Q_p(t)$  составляющие при полосе фронтеда равной 6 [МГц]**



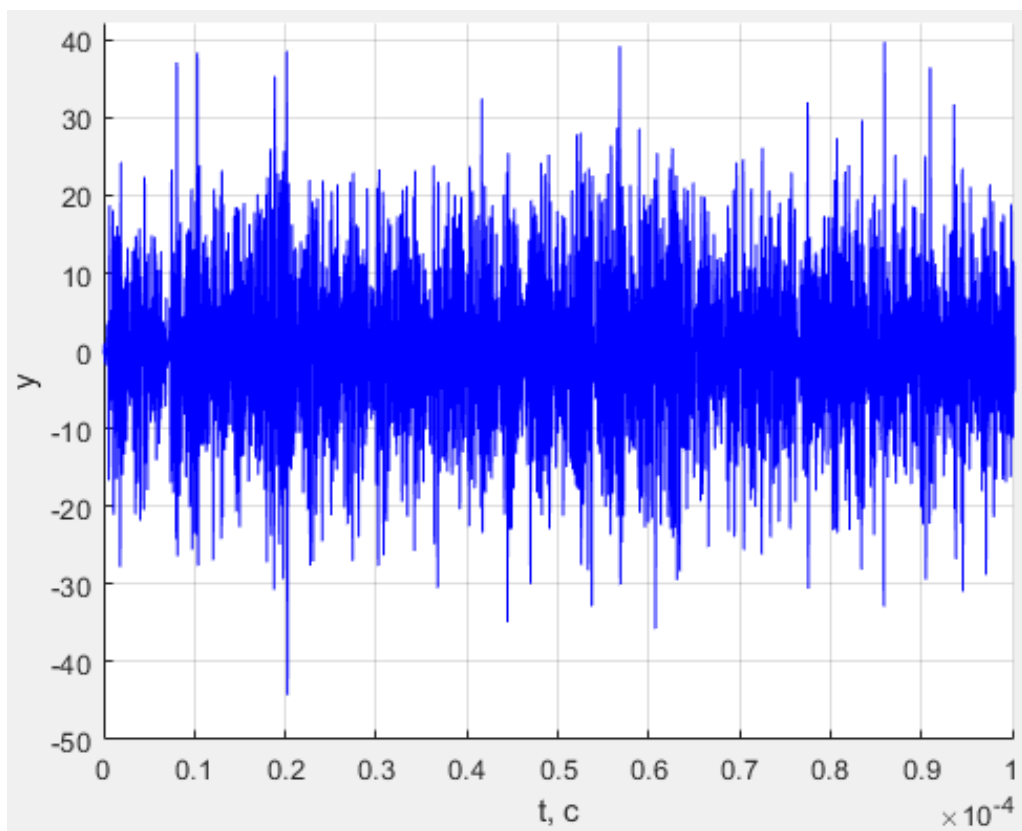
**Рисунок 6** – Синфазная  $I_p(t)$  и квадратурная  $Q_p(t)$  составляющие при полосе фронденда равной 1 [МГц]

Групповое время запаздывания при полосе фронденда 6 [МГц]  $\approx 0.3 [\tau_{chip}]$ ,  
при полосе фронденда 1 [МГц]  $\approx 1.5 [\tau_{chip}]$ .

- В качестве значения полосы фронденда задать «6 МГц». Перенесем в отчет наглядный отрезок сигнала. Включить шум. Сравним квадрат СКО шума (считая размах за 3 СКО) и мощность сигнала. Определим отношение мощности сигнала к односторонней спектральной плотности шума:  $q_{\frac{c}{n_0}} = \frac{P_c}{N_0}$ . Перенесем в отчет отрезок реализации сигнала в смеси с шумом, корреляционные функции.



**Рисунок 7 – Сигнал без шума**



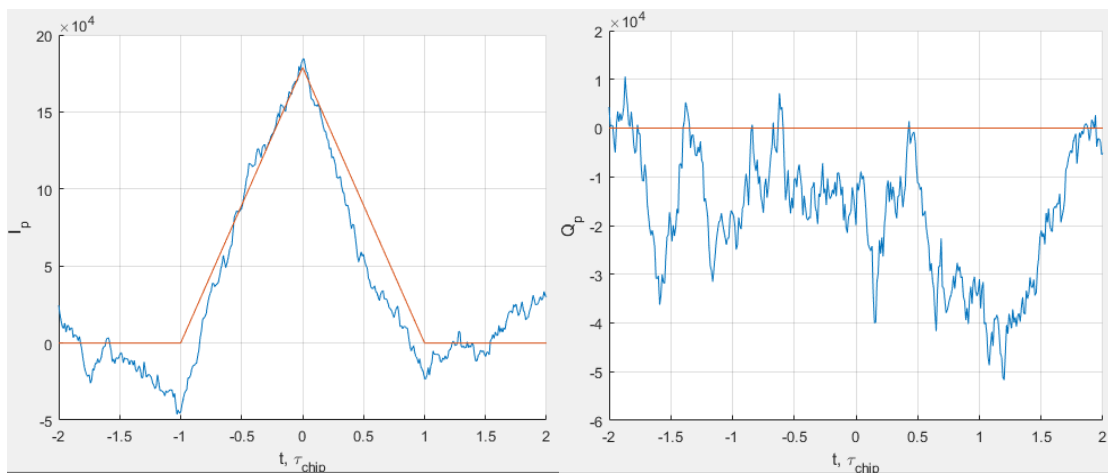
**Рисунок 8 – Сигнал с шумом**

Отношение сигнал/шум:

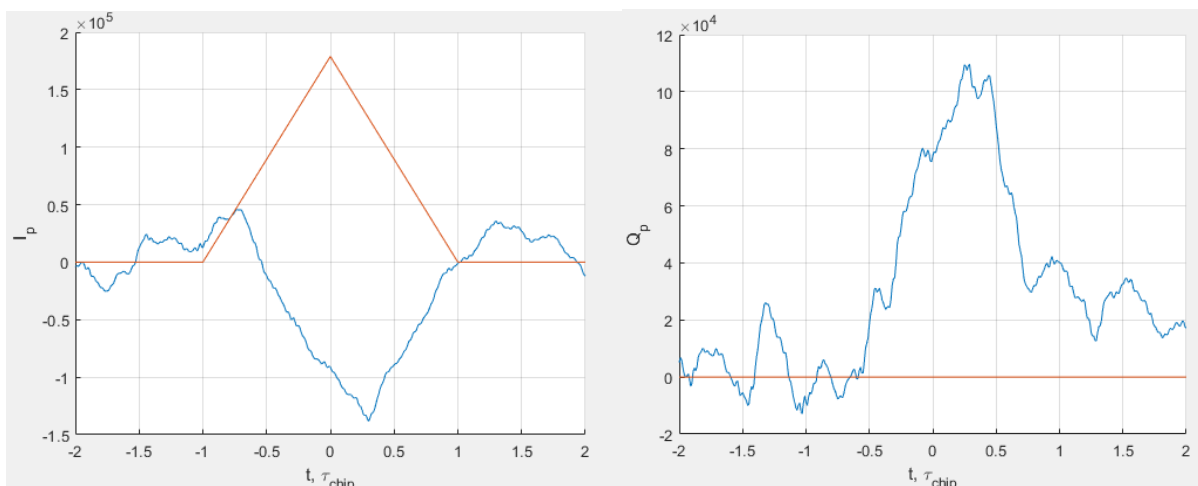
$$q_{\frac{c}{n_0}} = \frac{P_c}{N_0} = \frac{U_c^2}{\frac{\sigma_n^2}{\Delta F}} = \frac{1}{\frac{(39/3)^2}{6 \cdot 10^6}} = 35.5 \text{ [кГц]}$$

$$q_{\text{дБ}} = 10 \log \left( q_{\frac{c}{n_0}} \right) = 45.5 \text{ [дБГц]}$$

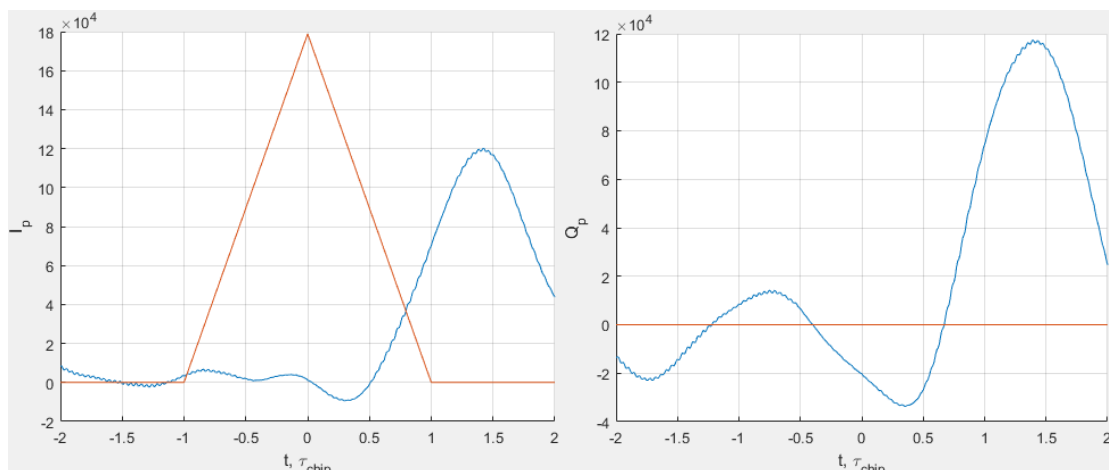
- Пронаблюдаем за изменением шумовой составляющей корреляционных функций при изменении полосы фронтенда. Исследуем зависимость мощности шумовой составляющей корреляционных компонент от полосы фронтенда.



**Рисунок 9** – Синфазная  $I_p(t)$  и квадратурная  $Q_p(t)$  составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтенда равной бесконечности



**Рисунок 10** – Синфазная  $I_p(t)$  и квадратурная  $Q_p(t)$  составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтенда равной 6 МГц

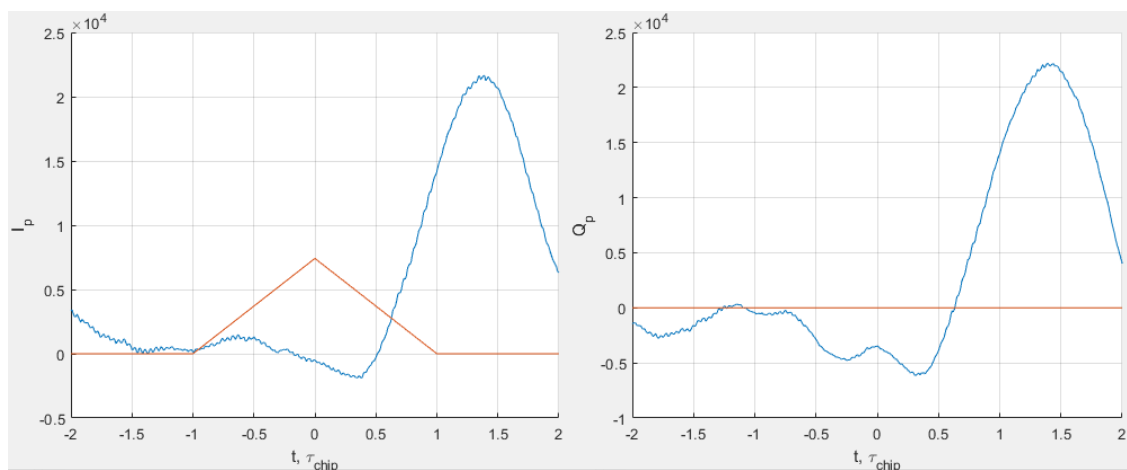


**Рисунок 11** – Синфазная  $I_p(t)$  и квадратурная  $Q_p(t)$  составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтеда равной 1 МГц

### **Вывод:**

По результатам моделирования можно сделать вывод, что при уменьшении полосы фронтеда, вклад шумовой составляющей уменьшается.

- Исследуем влияние квантования входных отсчетов и опорных сигналов на корреляционные суммы.



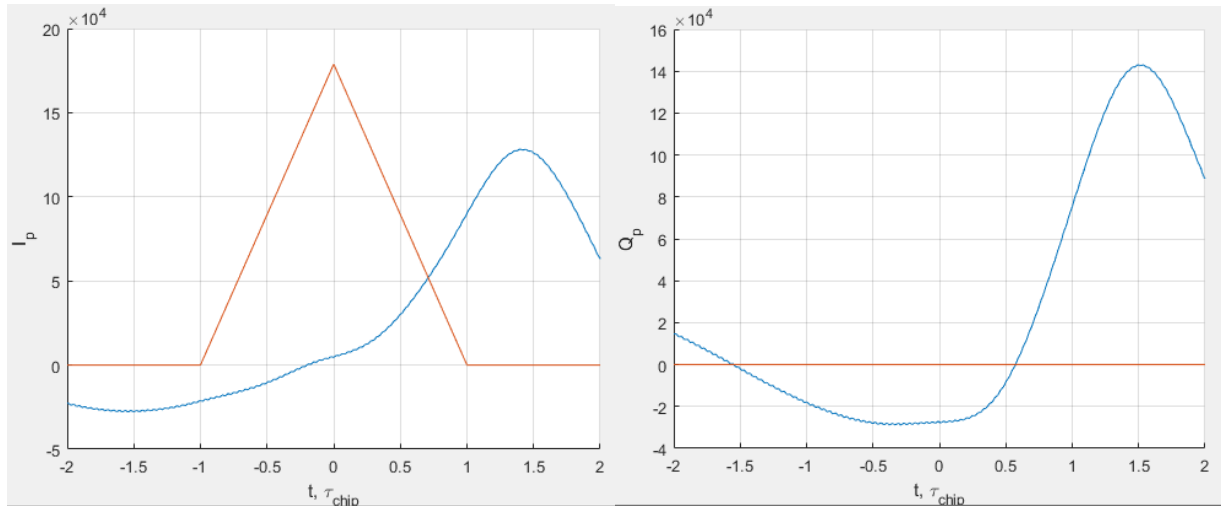
**Рисунок 12** – Синфазная  $I_p(t)$  и квадратурная  $Q_p(t)$  составляющие корреляционной функции смеси сигнал/шум при полосе фронтеда равной 1 МГц и при включенным квантователем отсчетов АЦП



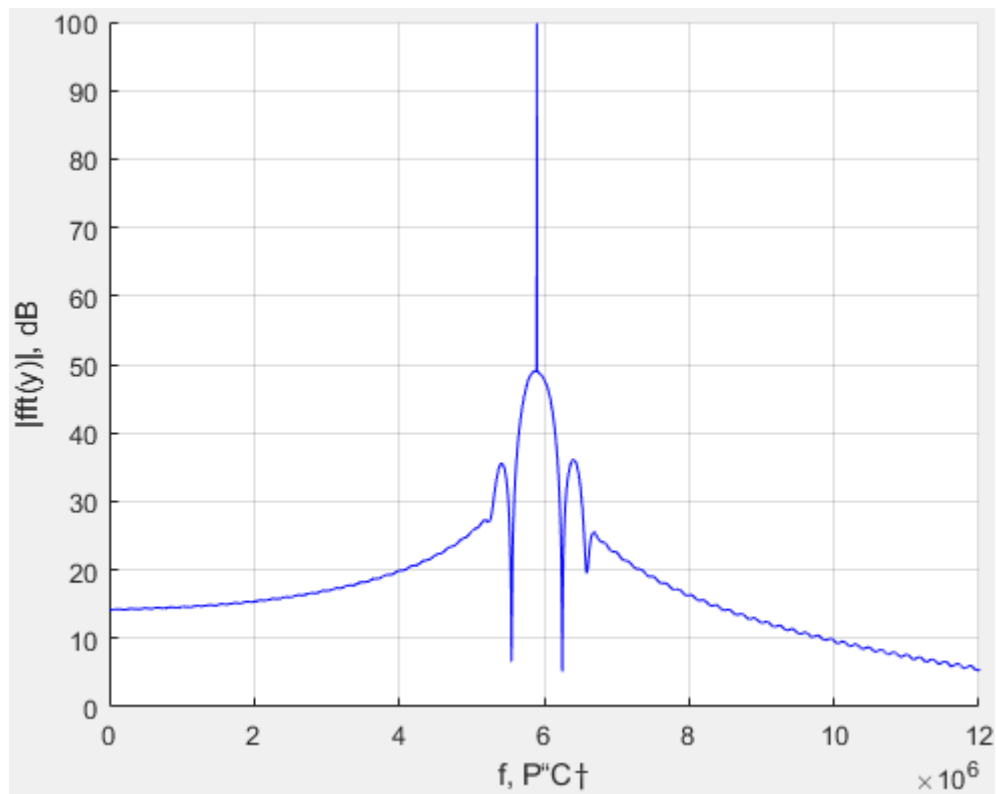
### **Вывод:**

Малая разрядность добавляет аддитивный шум квантования, отношение сигнал/шум будет немного меньше.

- Включим узкополосную помеху, исследуем её влияние на корреляционные суммы. Определим отношение мощности помехи к мощности сигнала.



**Рисунок 13** – Синфазная  $I_p(t)$  и квадратурная  $Q_p(t)$  составляющие при полосе фронтеда равной 1 МГц и наличием помехи



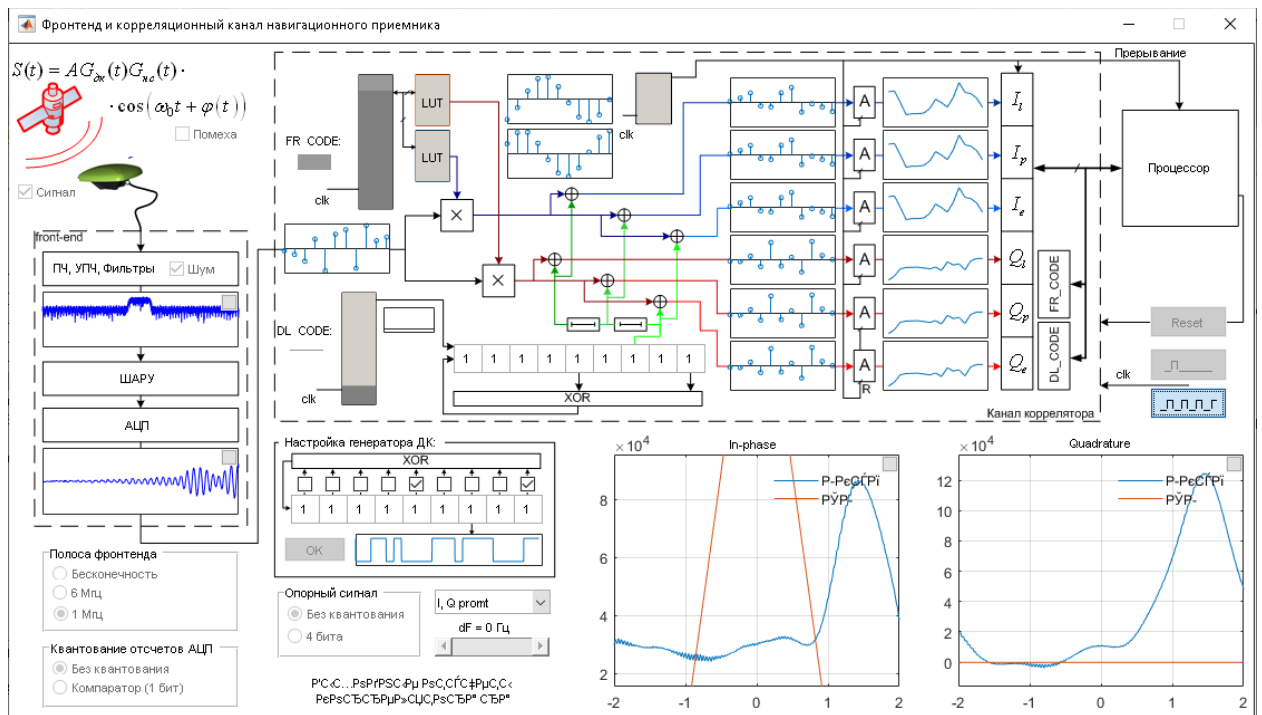
**Рисунок 14** – Спектр помехи

Отношение мощности помехи к мощности сигнала:

$$q_{\text{дБ}} = 61 - 49 = 2 \text{ [дБ]}$$

$$q_{\frac{c}{n_0}} = \sqrt[10]{10^2} = 15,8$$

- Установим нулевую ошибку по частоте. В отсутствии узкополосной помехи при наличии шума приемника проведем исследование процессов в пошаговой модели коррелятора.



**Рисунок 15** – Пошаговая модель коррелятора при полосе фронтенда равной 1 [МГц]

## **Вывод:**

В лабораторной работе была изучена структура и свойства функциональных элементов корреляторов, характеристики процессов, протекающих внутри, ознакомились с ИКД ГЛОНАСС. Исследовано влияние полосы фронтенда на корреляционные функции, групповое время запаздывания. А так же рассмотрели влияние помех и квантования отсчетов АЦП.