

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

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

Преподаватель: Корогодин И.В.

Студент: Хоанг Д.Д,

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.

Домашняя подготовка

Привести схемы блоков формирования дальномерного кода в отчете:

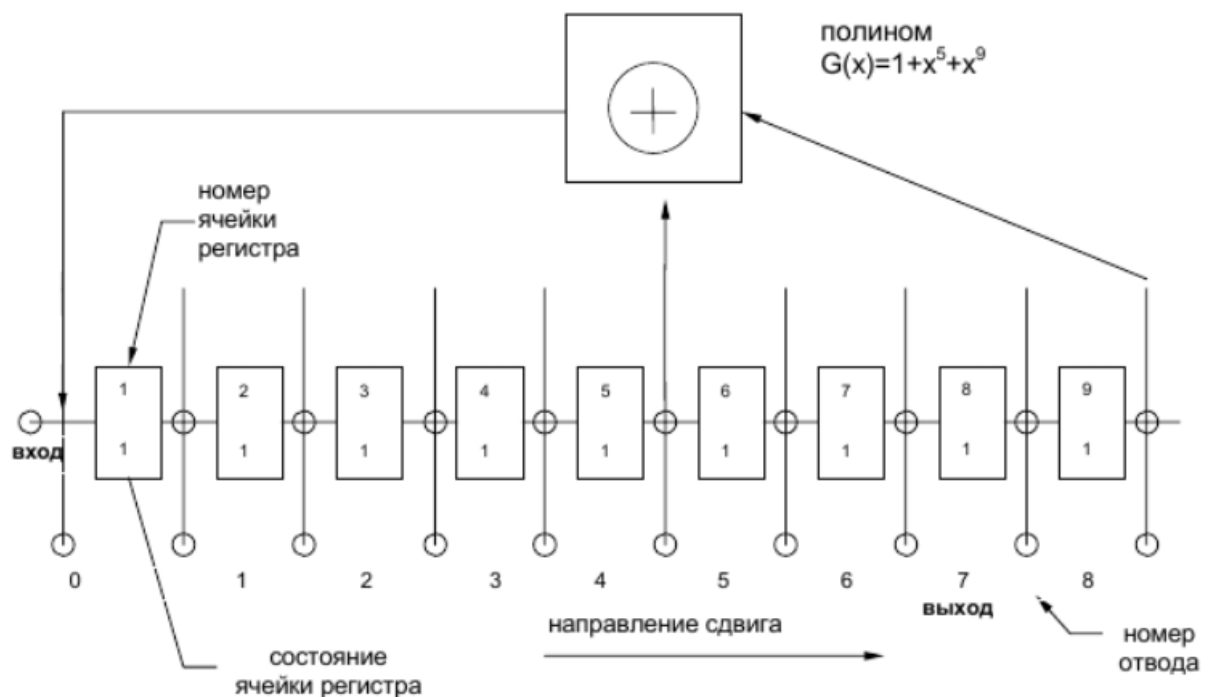


Рисунок 1 – Схема блоков формирования дальномерного

Привести выражения для статистических эквивалентов выходных отсчетов коррелятора:

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

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

- 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.

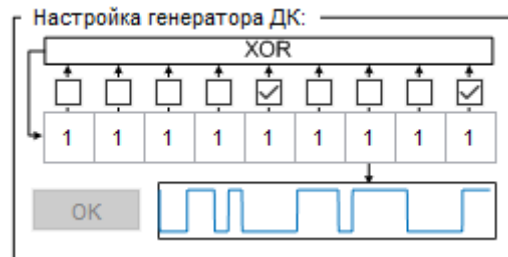


Рисунок 2 – Схема формирования ДК

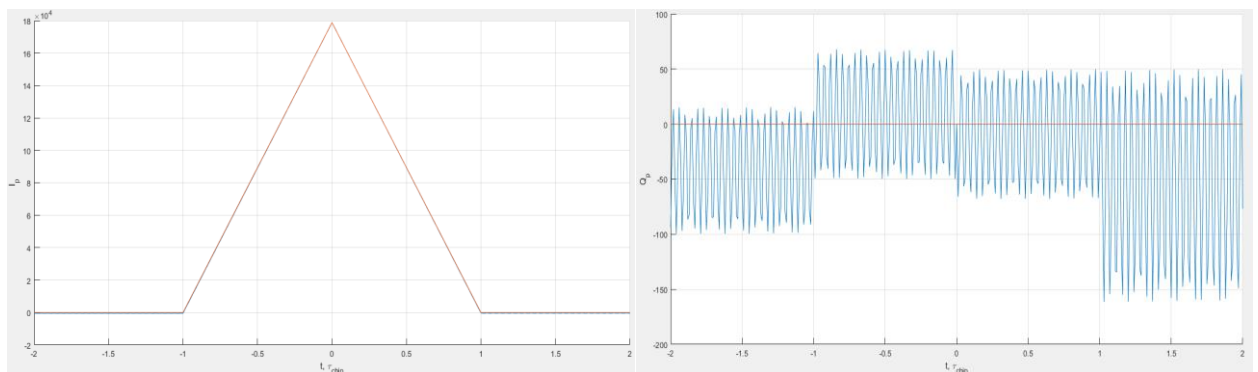


Рисунок 3 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие корреляционной функции

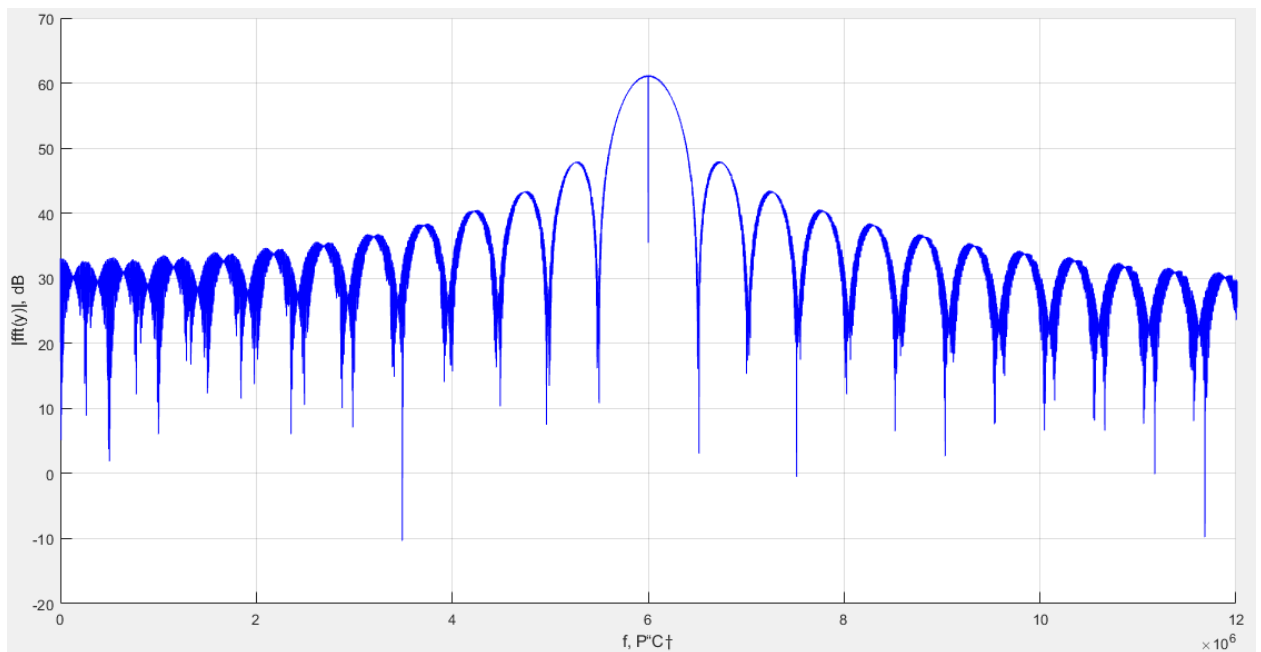


Рисунок 4 – Спектр сигнала

По Рисунок 4 можно определить промежуточную частоту и полосу сигнала:

Промежуточная частота - 6.01 МГц;

Полоса сигнала - $5.519-5.499 \approx 1$ МГц;

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

Для 6 МГц:

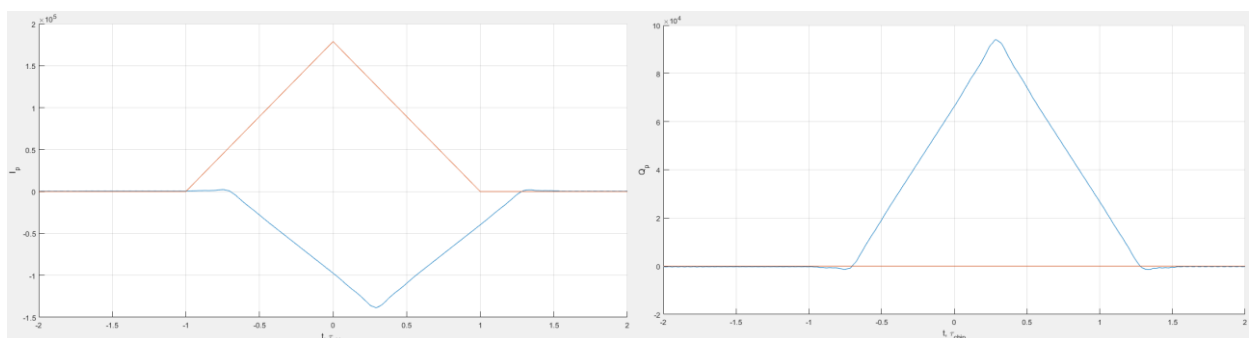


Рисунок 5 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие при полосе фронтеда 6 МГц

Для 1 МГц:

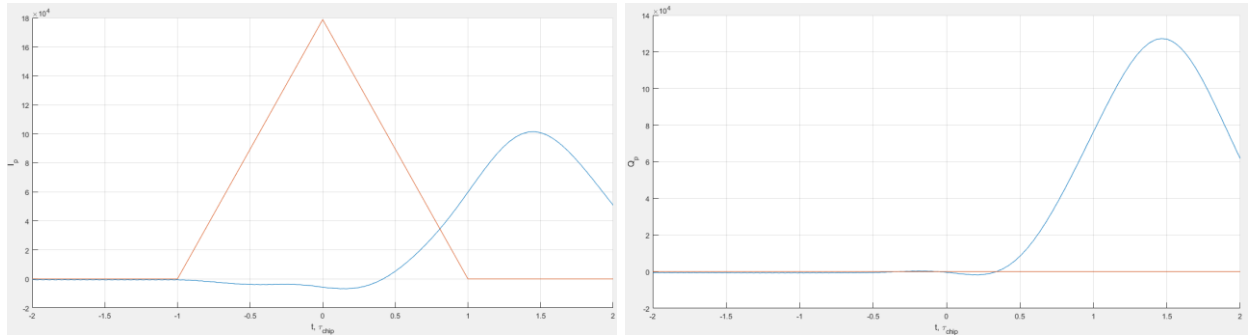


Рисунок 6 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие при полосе фрондента 1 МГц

Групповое время запаздывания:

Полоса фрондента 6 МГц = $0.3\tau_{chip}$;

Полоса фрондента 1 МГц = $1.5\tau_{chip}$;

- В качестве значения полосы фрондента 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: $q_{c/no} = \frac{P_s}{N_0}$ (привести к размерности дБГц). Перенести в отчет отрезок реализации сигнала в смеси с шумом, корреляционные функции.

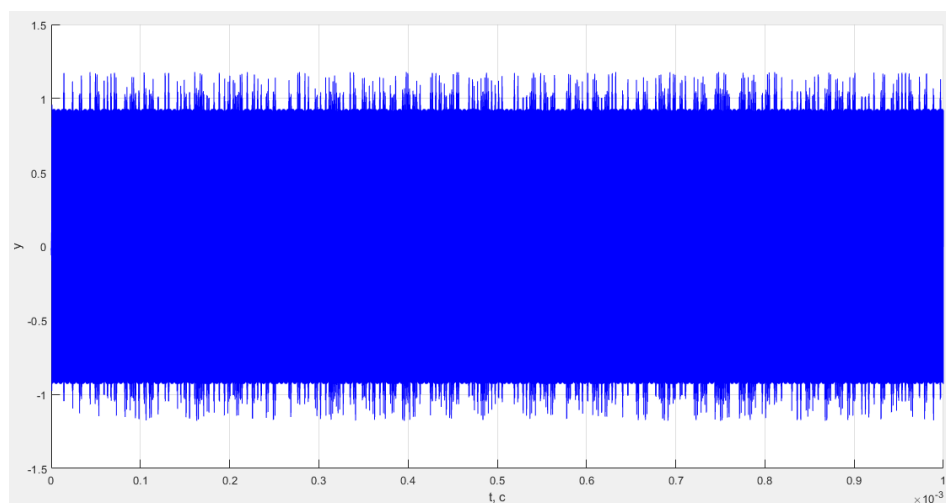


Рисунок 7 – Сигнал без шума

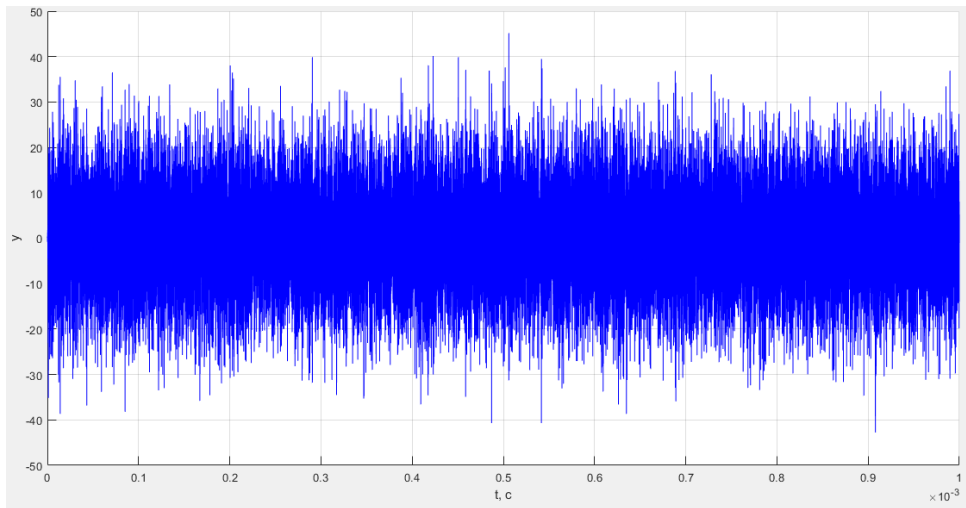


Рисунок 8 – Сигнал с шумом

Отношение сигнал/шум:

$$q_{c/no} = \frac{P_s}{N_0} = \frac{U^2}{\frac{\sigma_n^2}{\Delta F}} = \frac{1}{\frac{\left(\frac{40}{3}\right)^2}{6.01 \cdot 10^6}} = 33806 \text{ [раз]} = 45.3 \text{ дБ};$$

- 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.

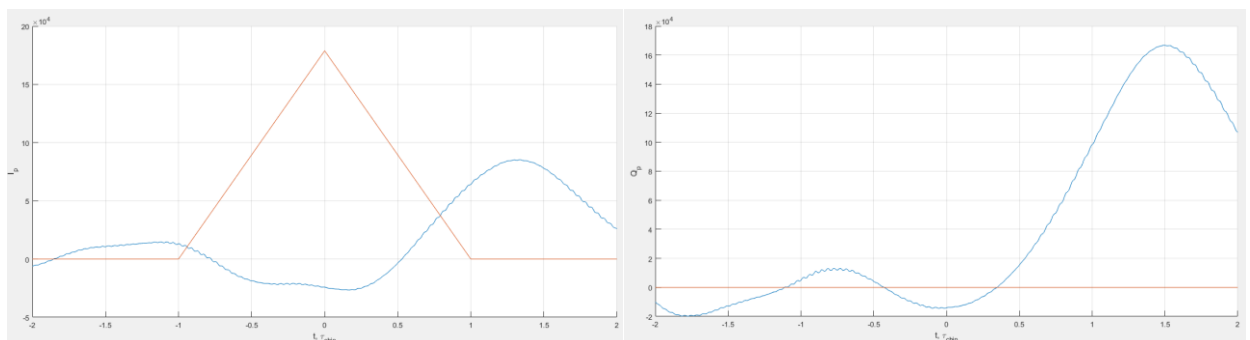


Рисунок 9 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтеда равной 1 МГц

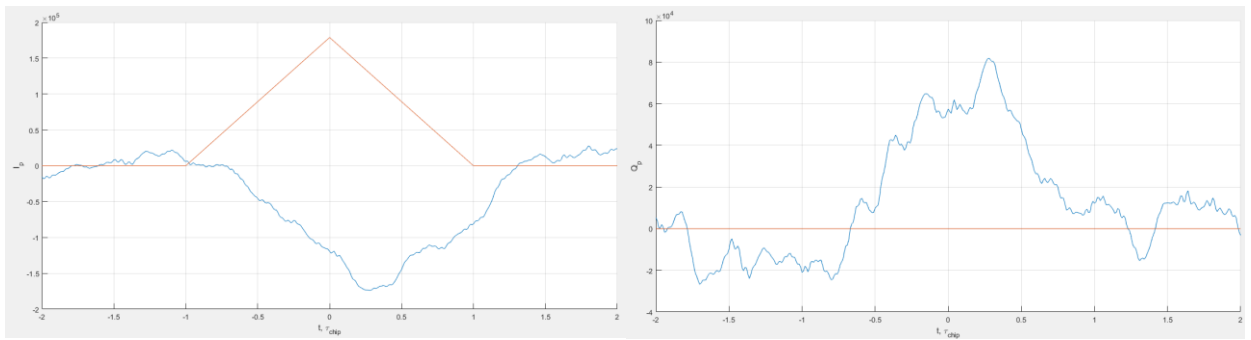


Рисунок 10 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фроненда равной 6 МГц

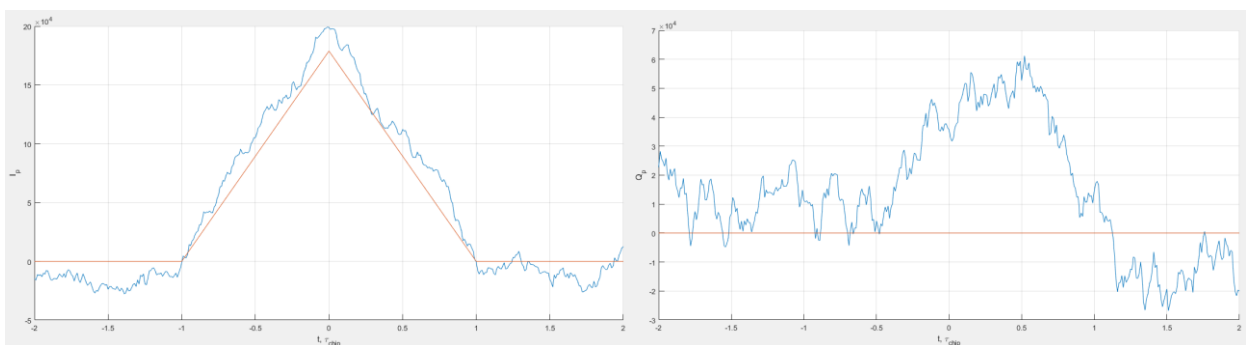


Рисунок 11 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фроненда равной бесконечности

Вывод:

По результатам моделирования можно сделать вывод, что с увеличением полосы пропускания, вклад шумовой составляющей увеличивается.

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

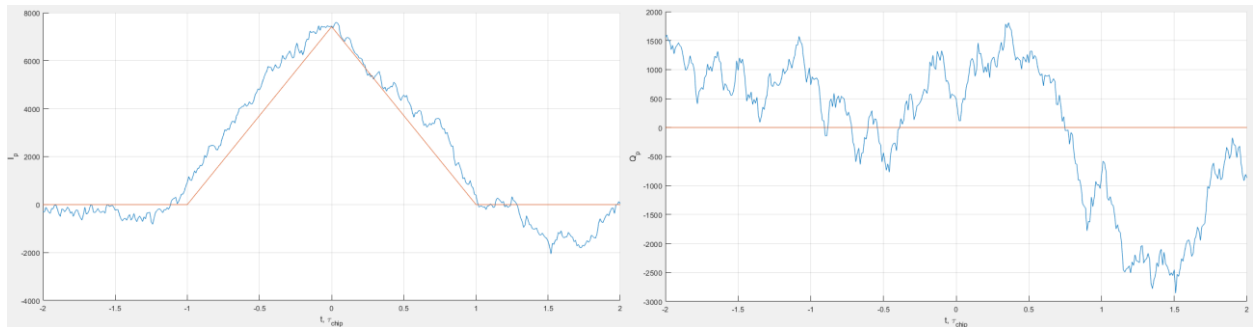


Рисунок 12 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтеда равной бесконечности и включенным квантователем отсчетов АЦП

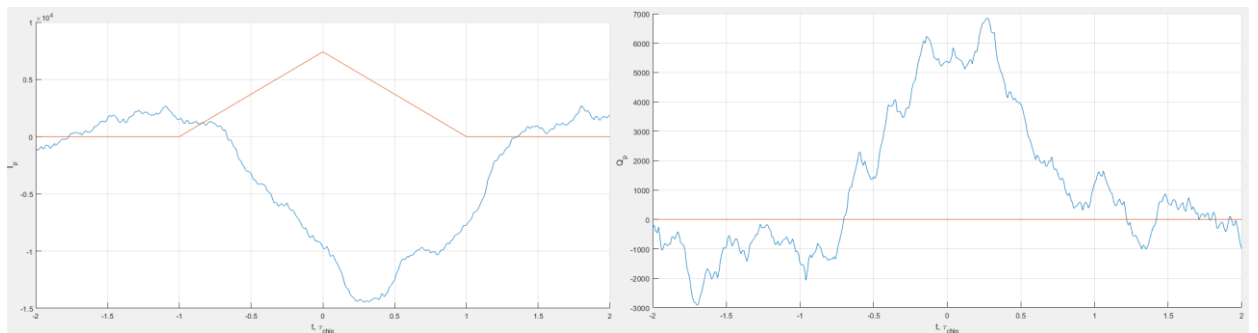


Рисунок 13 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтеда равной 6 МГц и включенным квантователем отсчетов АЦП

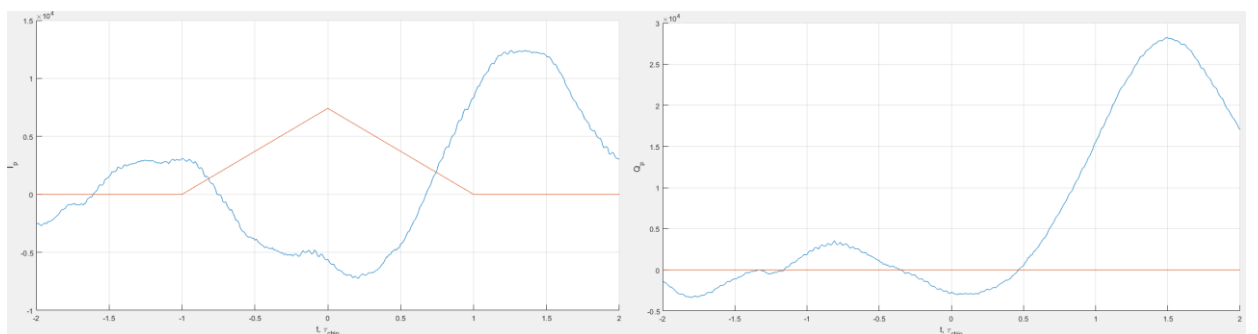


Рисунок 14 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтеда равной 1 МГц и включенным квантователем отсчетов АЦП

Вывод:

С расширением полосы фронтенда происходит увеличение ошибки квантования при аналого-цифровом преобразовании. Малая разрядность добавляет аддитивный шум квантования. Отношение сигнал/шум немного снижается.

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

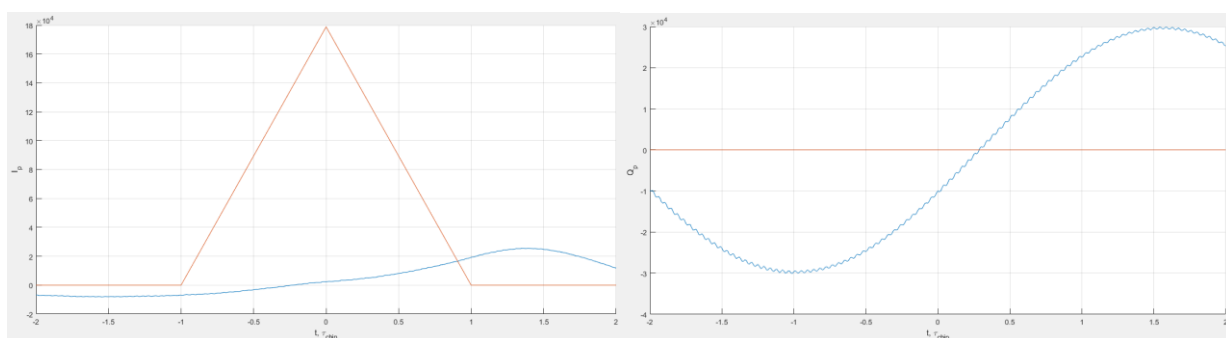


Рисунок 15 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие при полосе фронтенда равной бесконечности и наличии помехи

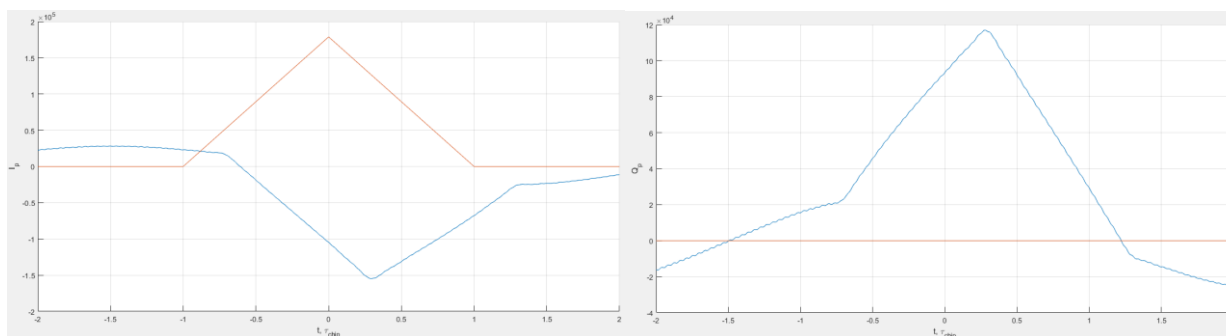


Рисунок 16 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие при полосе фронтенда равной 6 МГц и наличии помехи

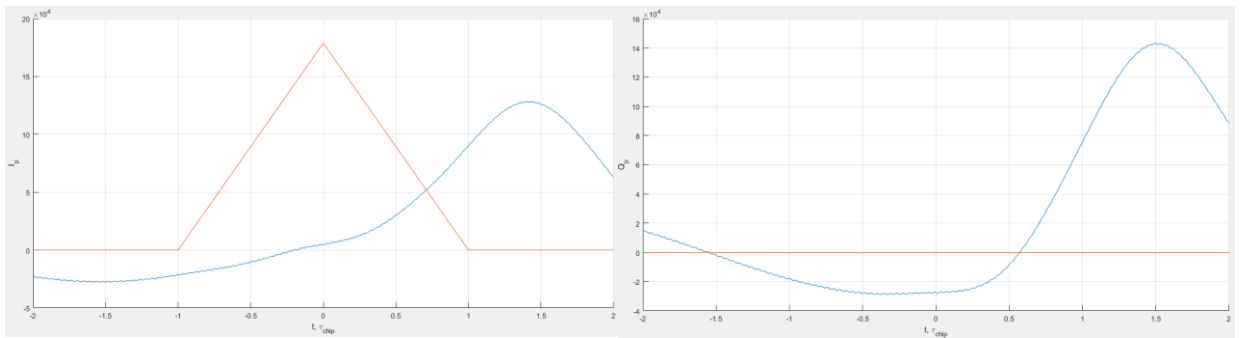


Рисунок 17 – Синфазная (слева) и квадратурная (справа) составляющие при полосе фронтеда равной 1 МГц и наличии помехи

Вывод:

Корреляционный пик немного выше, с появлением помехи.

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

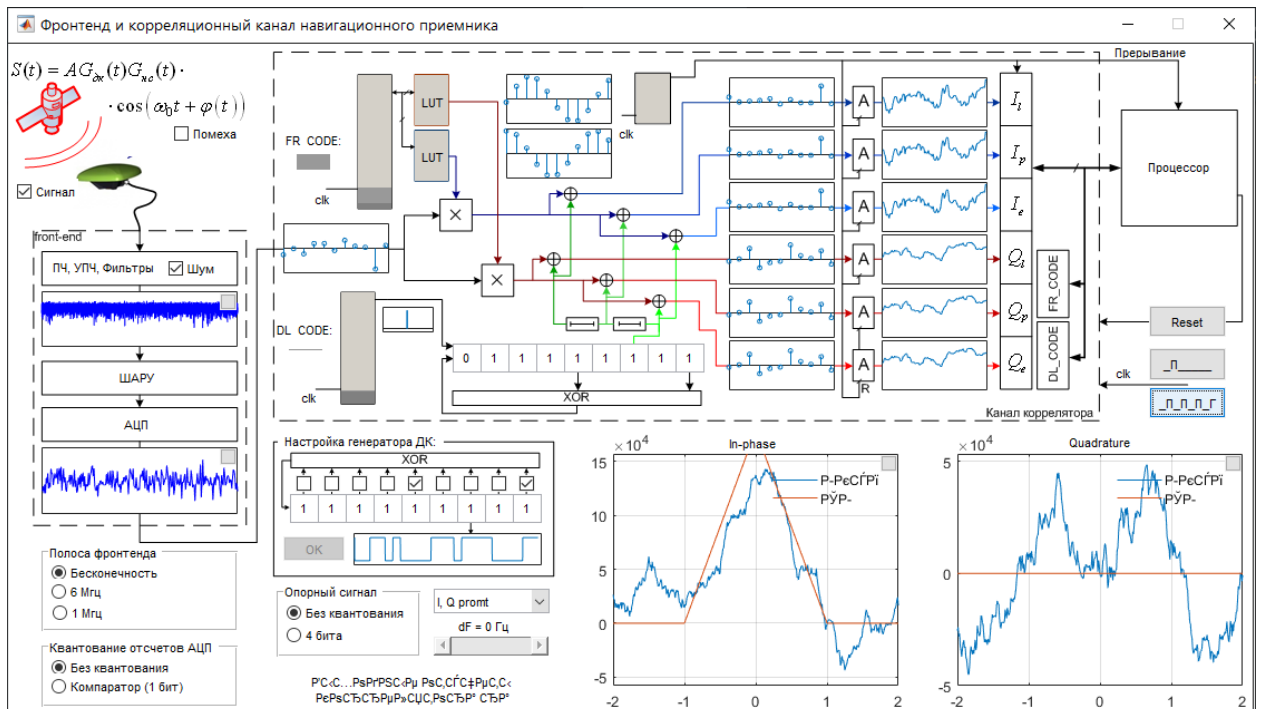


Рисунок 18 – Пошаговая модель коррелятора при полосе фронтеда равной бесконечности

Вывод:

В лабораторной работе была изучена структура и свойства функциональных элементов корреляторов, характеристики процессов, протекающих внутри, ознакомились с ИКД ГЛОНАСС. Исследовано влияние полосы фронта на корреляционные функции, групповое время запаздывания, помехи. Рассмотрели реакцию отдельных блоков таких как квантователь на воздействие шума.