

НИУ «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.

Группа: ЭР-15-16

Студент: Дворецкий И.А.

Москва

2020

Цель работы:

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

Домашняя подготовка:

- Схема формирования дальномерного кода для ГЛОНАСС L1 СТ:

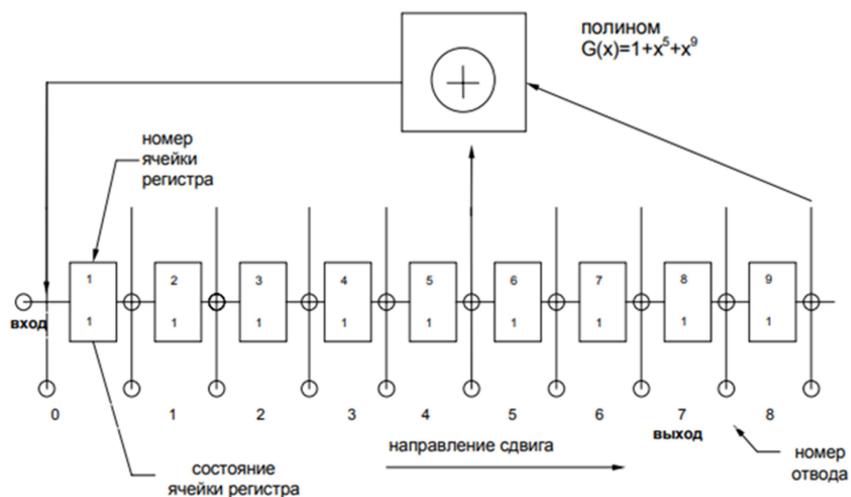


Рисунок 1 - Структура регистра сдвига, формирующего дальномерный код для ГЛОНАСС L1 СТ.

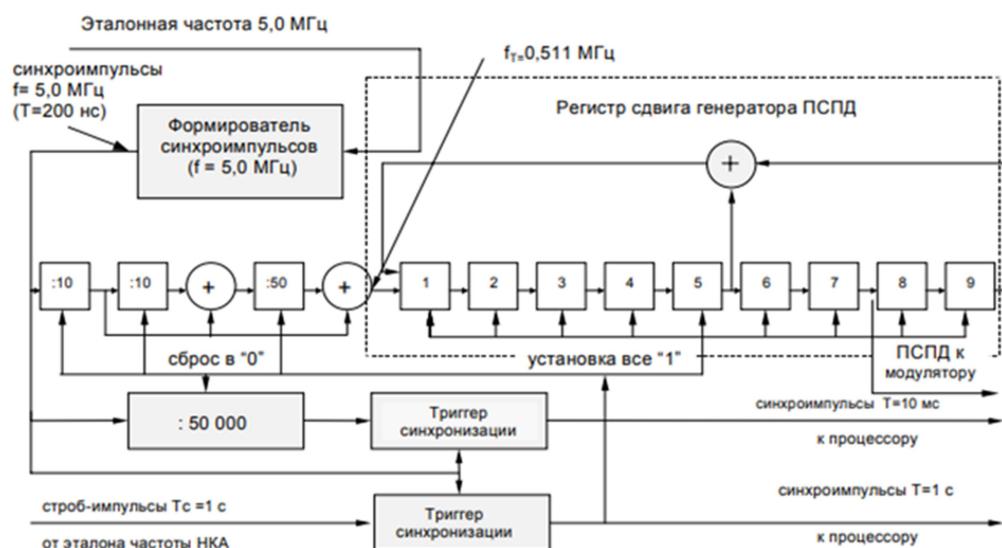


Рисунок 2 - Структурная схема формирования дальномерный код для ГЛОНАСС L1 СТ.

2. Схема формирования дальнометрического кода для GPS L1 C/A:

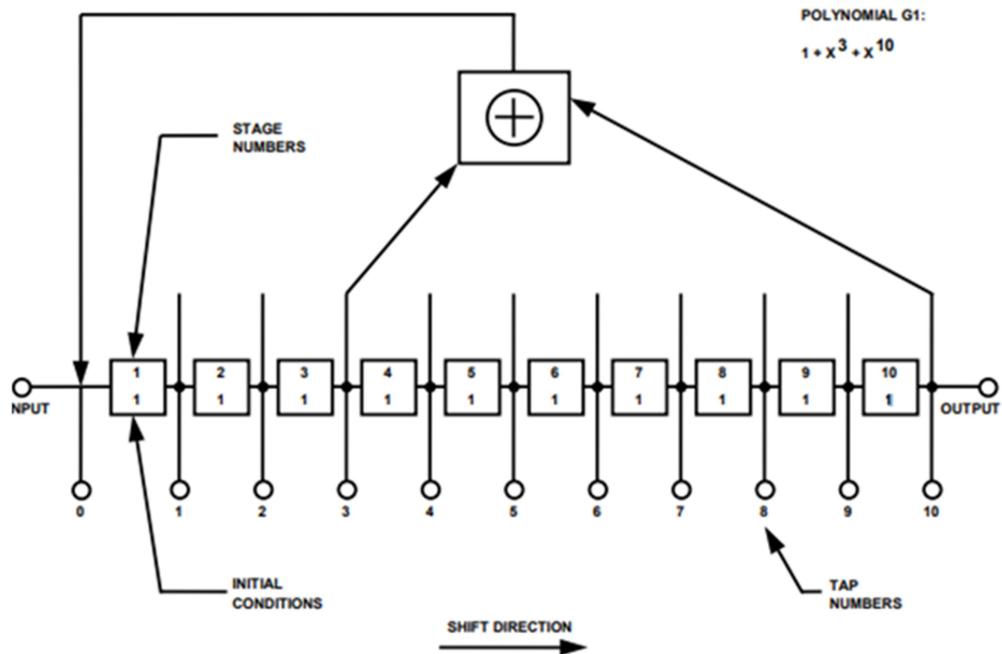


Рисунок 3 - Структура регистра сдвига G1, формирующего дальнометрический код для GPS L1 C/A.

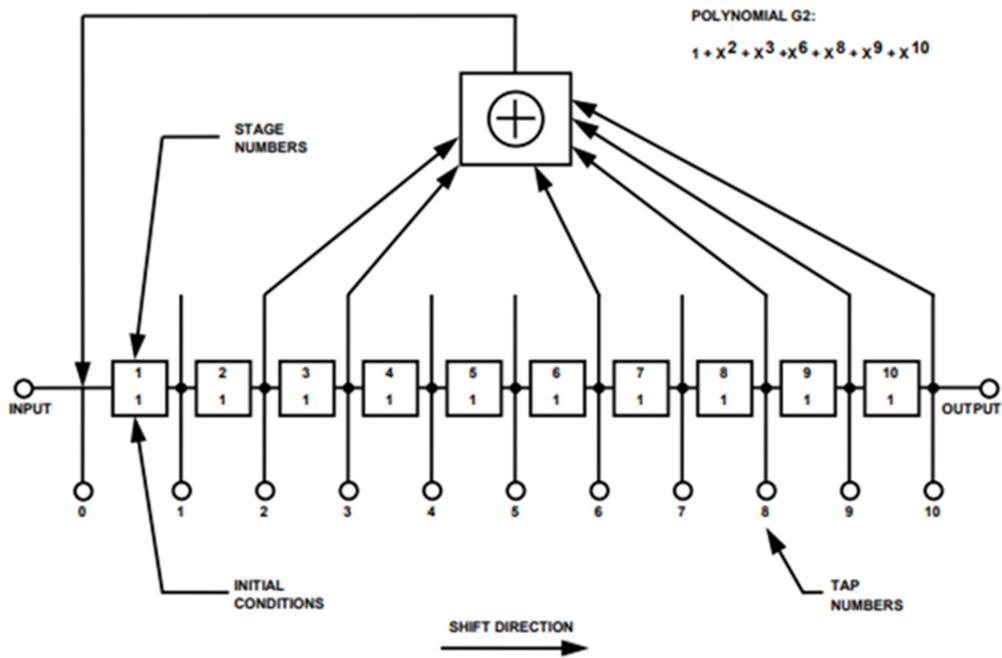


Рисунок 4 - Структура регистра сдвига G2, формирующего дальнометрический код для GPS L1 C/A.

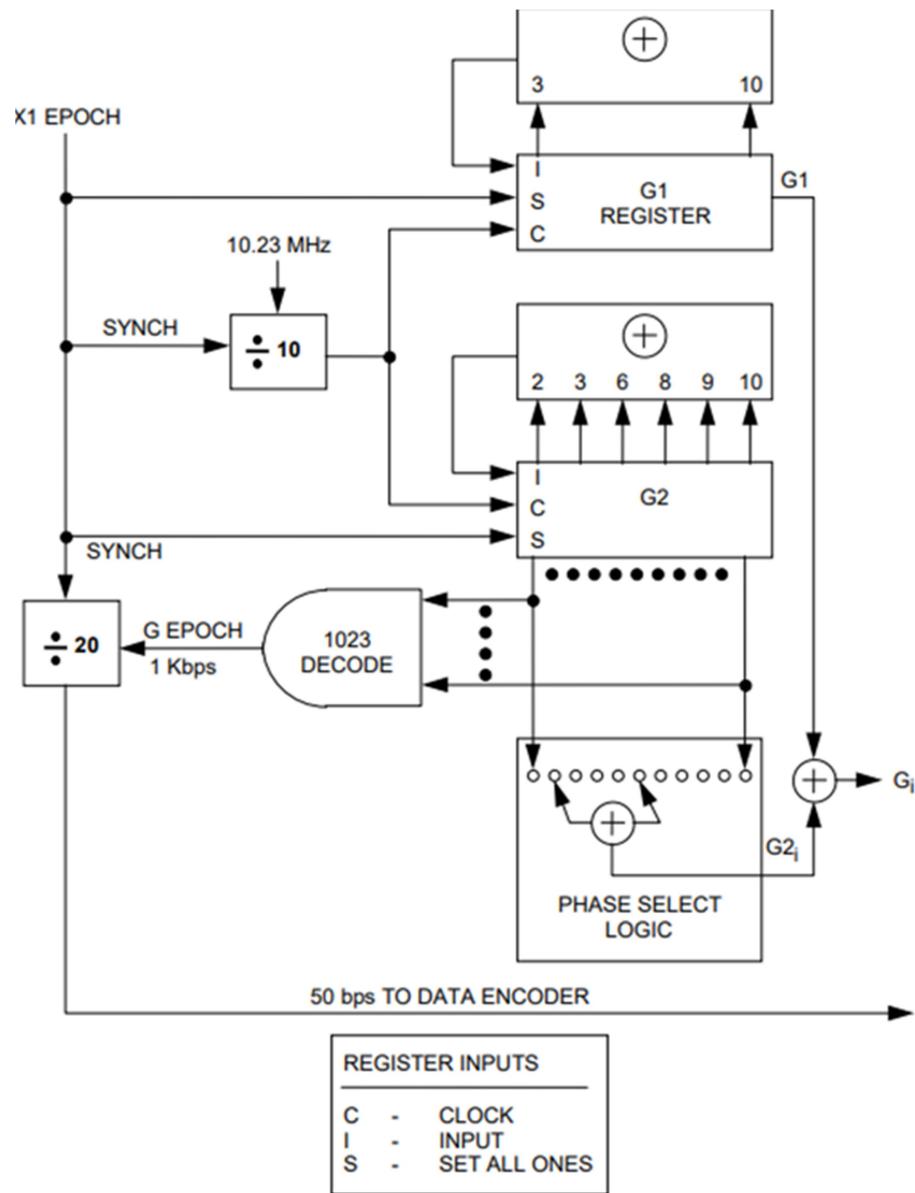


Рисунок 5 - Структура формирования дальномерный код для GPS L1 C/A.

3. Выражения для определения корреляционных сумм:

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

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

Лабораторное задание.

1) Отключить шум приемного устройства. В качестве значения полосы фронтенда 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.

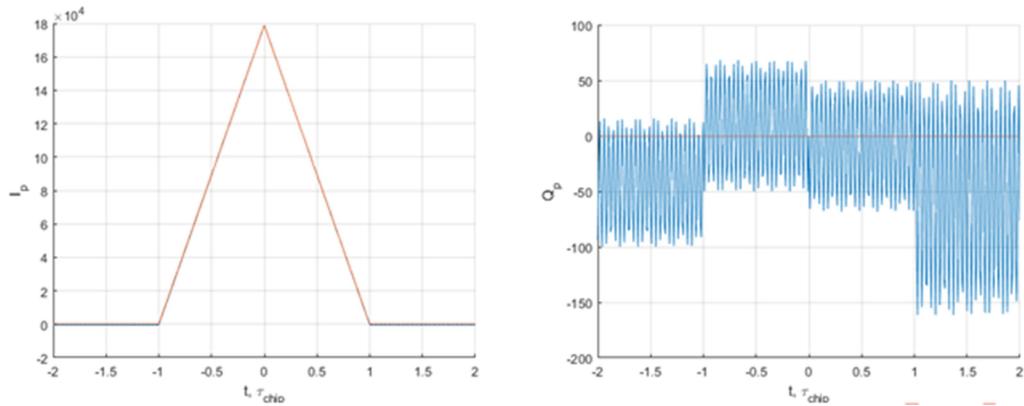


Рисунок 6 - Графики вычисленных корреляционных сумм .

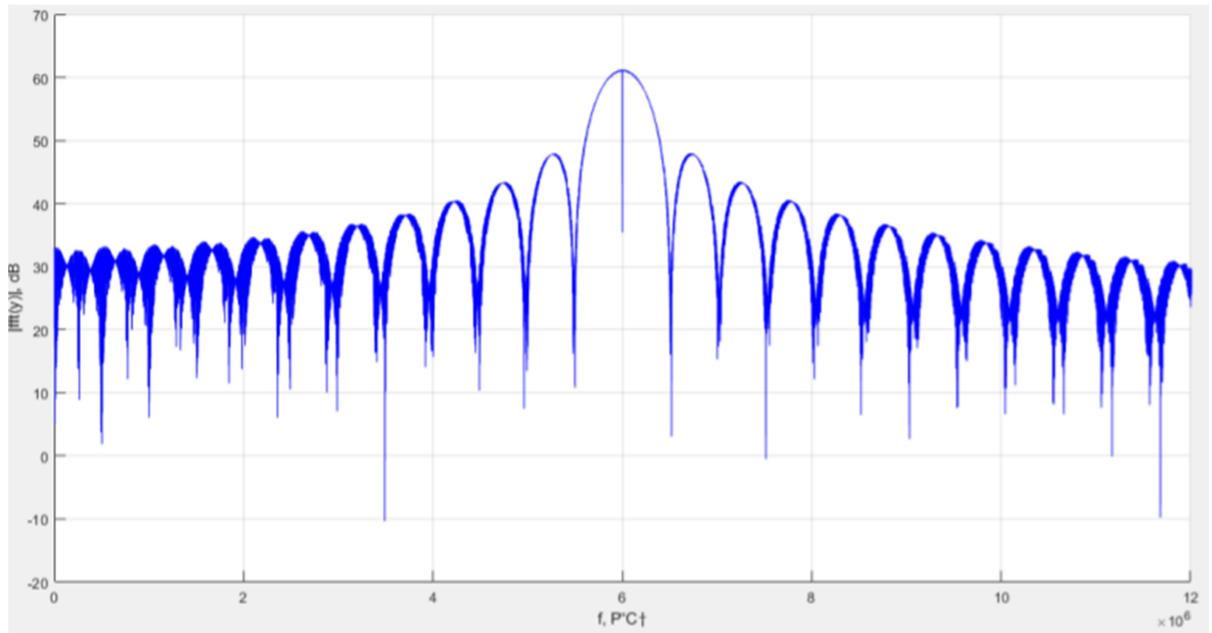


Рисунок 7 - Спектр сигнала.

Промежуточная частота – 6 МГц

Полоса сигнала 1.02 МГц

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

Для полосы 6 МГц:

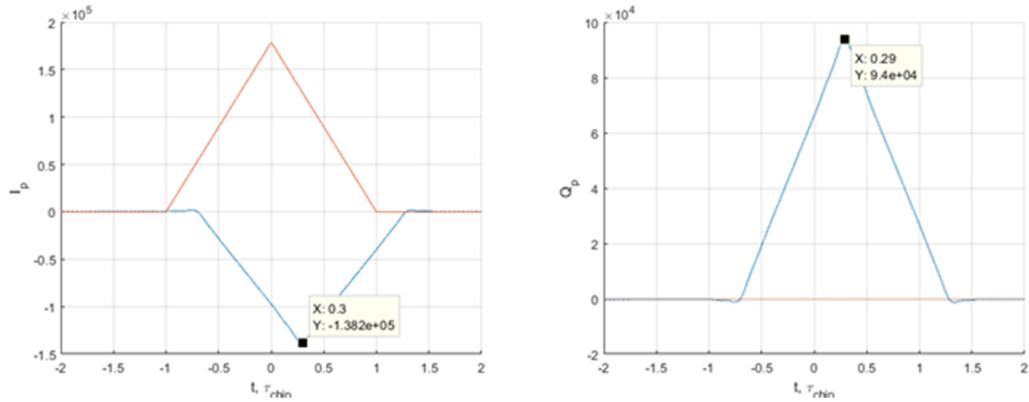


Рисунок 8 - Синфазная и квадратурная составляющие соответственно при полосе фронтенда 6 МГц.

Для полосы 1 МГц:

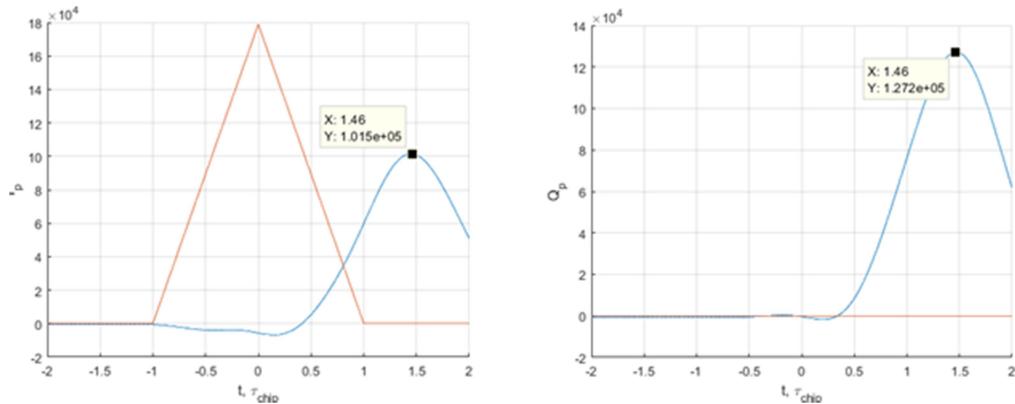


Рисунок 9 - Синфазная и квадратурная составляющие соответственно при полосе фронтенда 1 МГц.

По полученным зависимостям определили групповое время запаздывания: 1.46 мкс и 0.29 мкс при полосе фронтенда 1 МГц и 6 МГц соответственно.

3) В качестве значения полосы фронтенда 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.

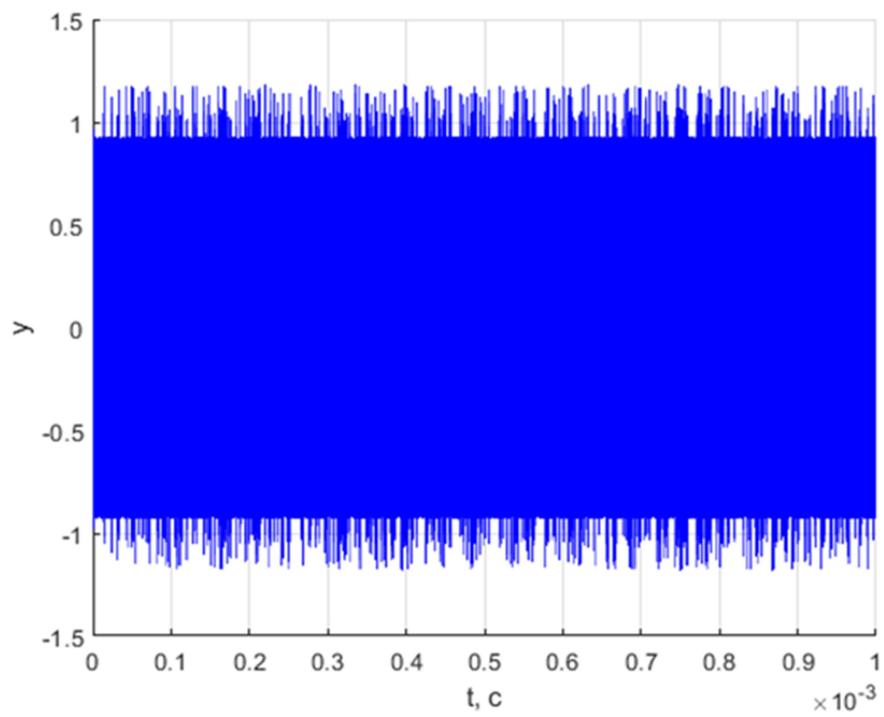


Рисунок 10 - Сигнал без шума.

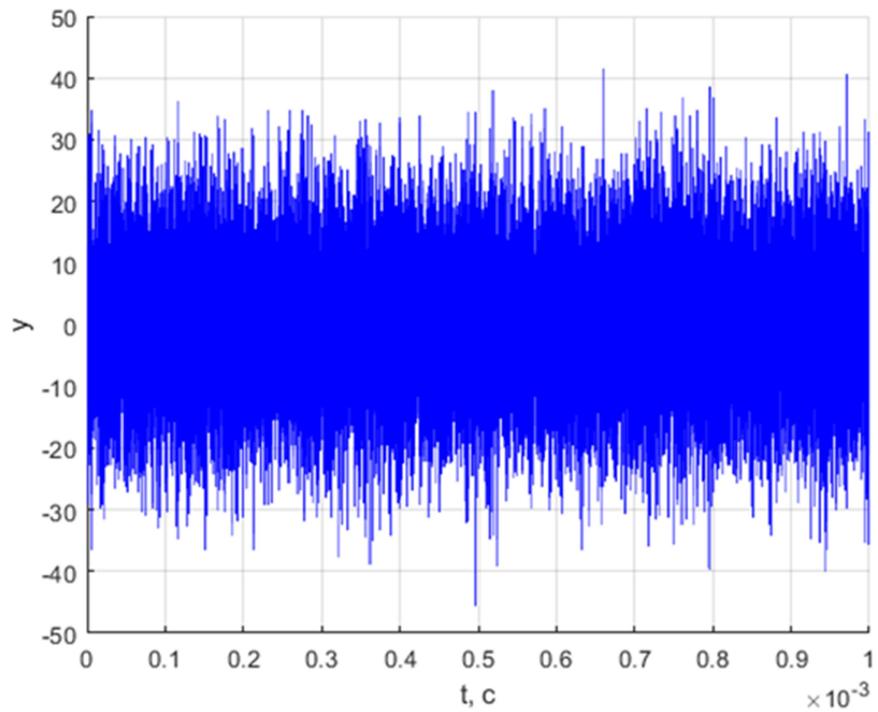


Рисунок 11 - Сигнал с шумом.

$$\text{Отношение сигнал/шум: } q_{c/no} = \frac{P_s}{N_0} = \frac{U^2}{\frac{\sigma_n^2}{\Delta F}} = 45.3 \text{ дБ}$$

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

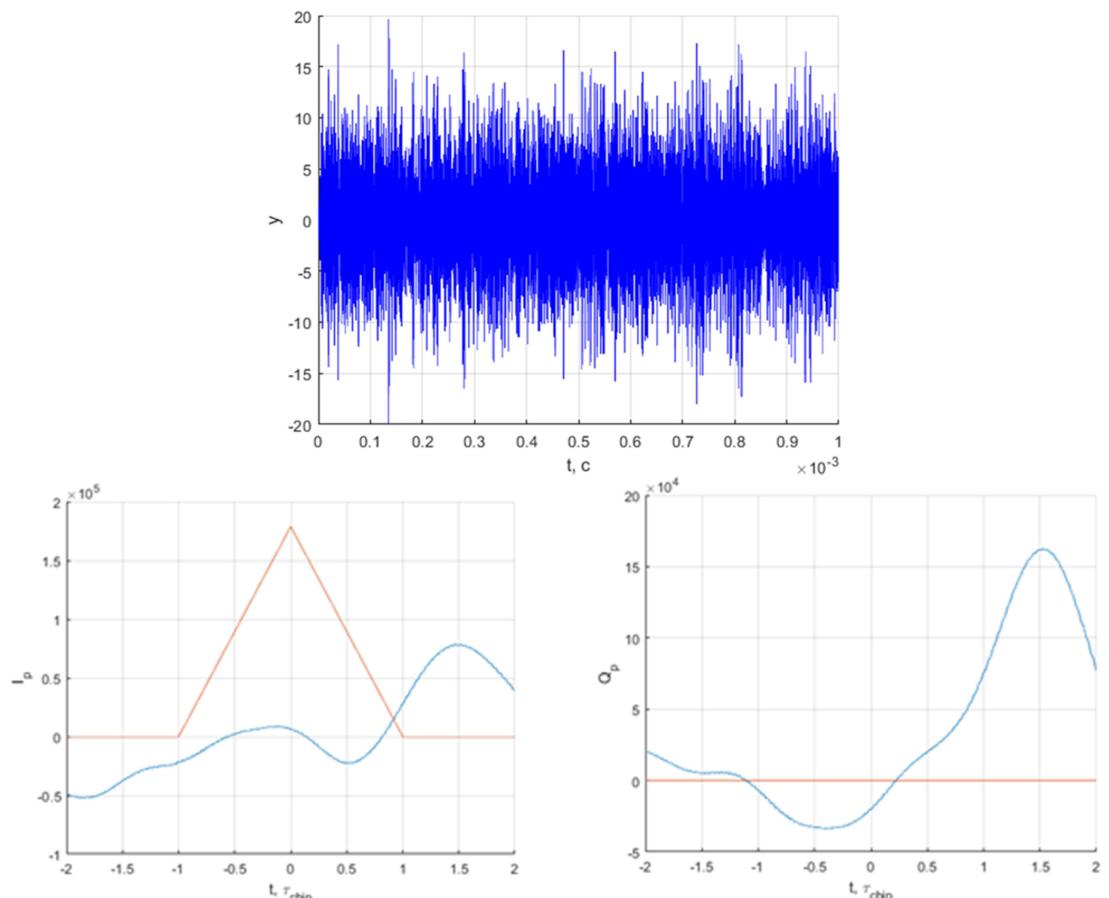


Рисунок 12 - Сверху: сигнал с шумом при 1 МГц и наличием шума. Снизу: синфазная и квадратурная составляющая смеси сигнал/шум при полосе фронтенда – 1 МГц.

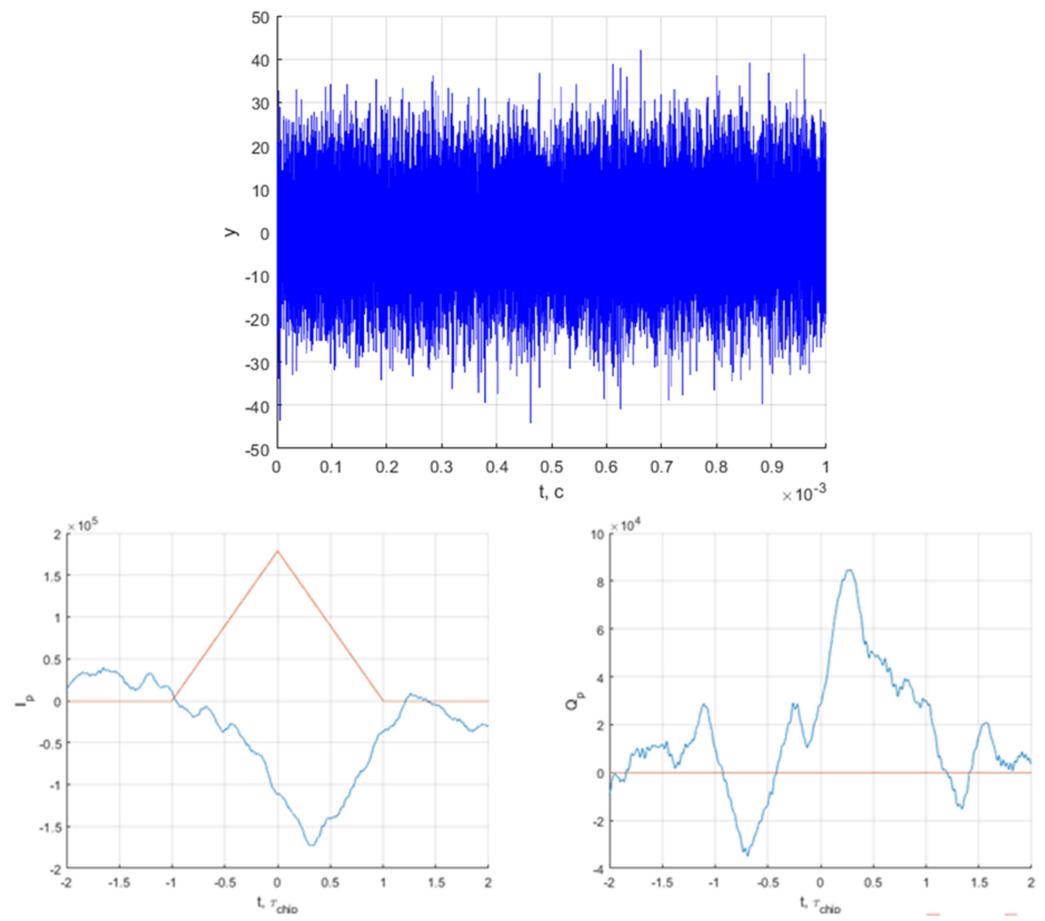


Рисунок 13 - Сверху: сигнал с шумом при 6 МГц и наличием шума.
Снизу: синфазная и квадратурная составляющая смеси сигнал/шум при
полосе фронтенда – 6 МГц.

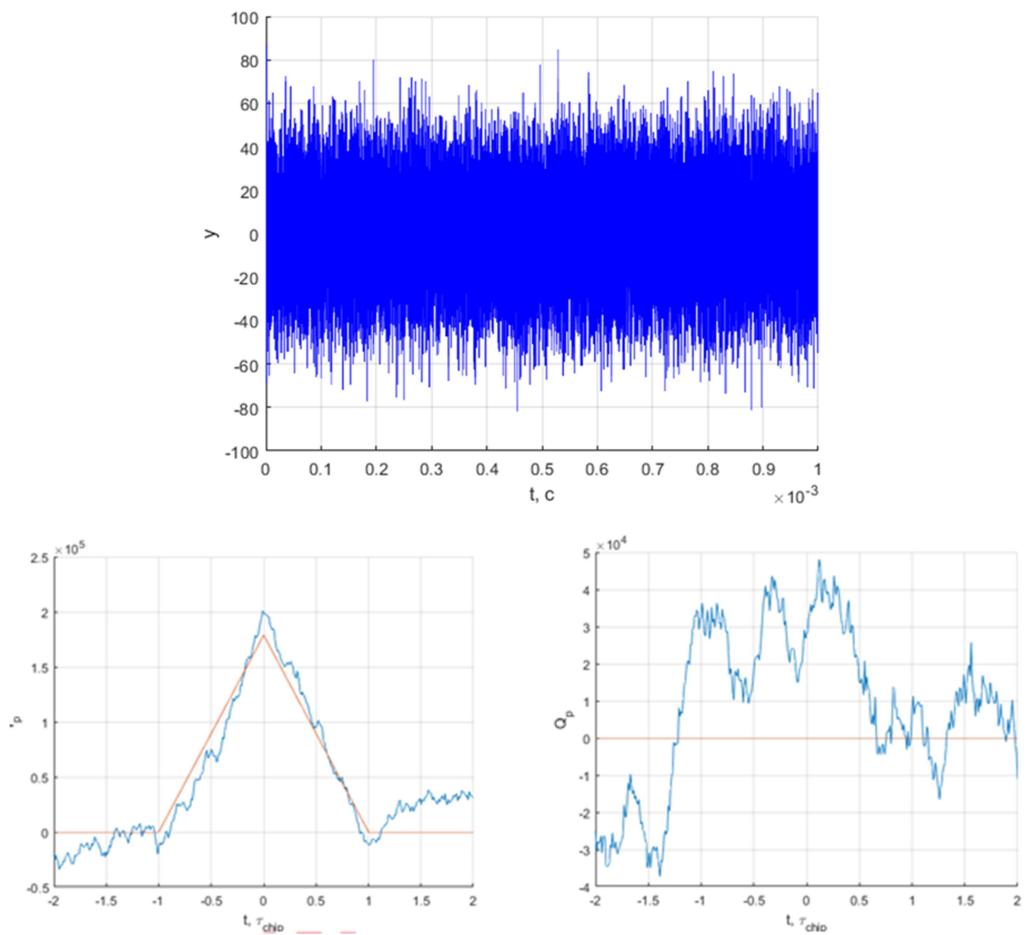


Рисунок 14 - Сверху: сигнал с шумом при полосе фронтенда – бесконечность и наличием шума. Снизу: синфазная и квадратурная составляющая смеси сигнал/шум при полосе фронтенда – бесконечность.

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

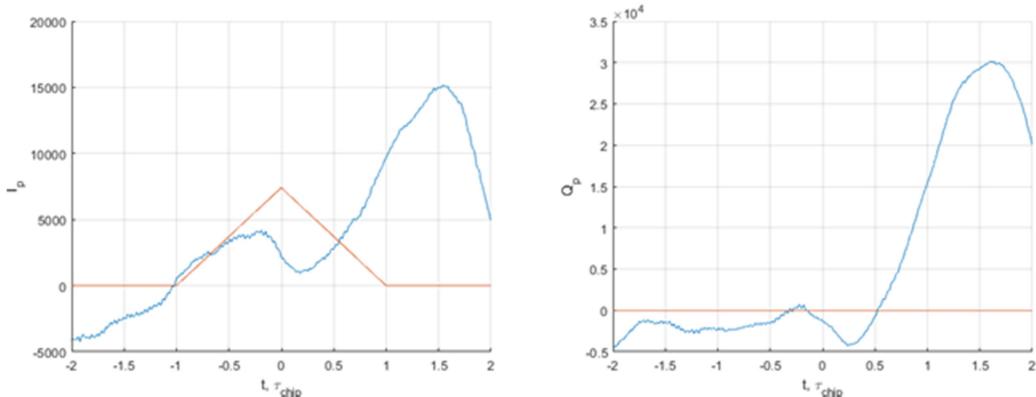


Рисунок 15 - Синфазная и квадратурная составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтенда равной 1 МГц, наличии помехи и включенным квантователем отсчетов АЦП.

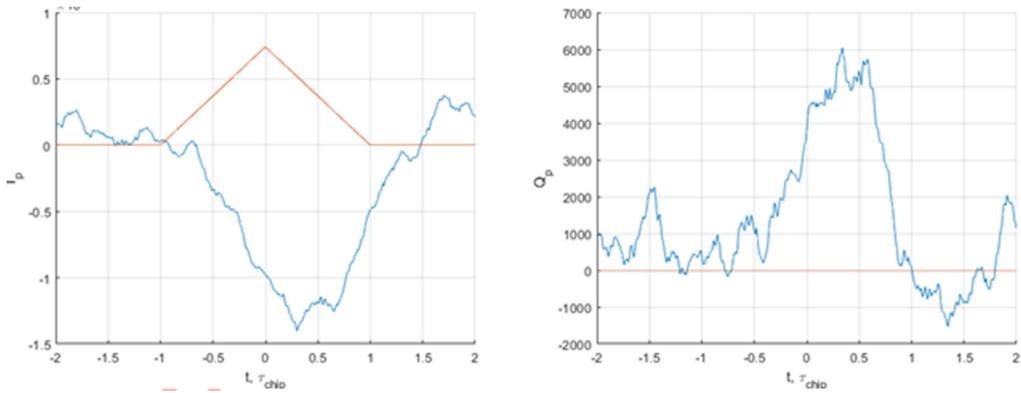


Рисунок 16 - Синфазная и квадратурная составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтенда равной 6 МГц, наличии помехи и включенным квантователем отсчетов АЦП.

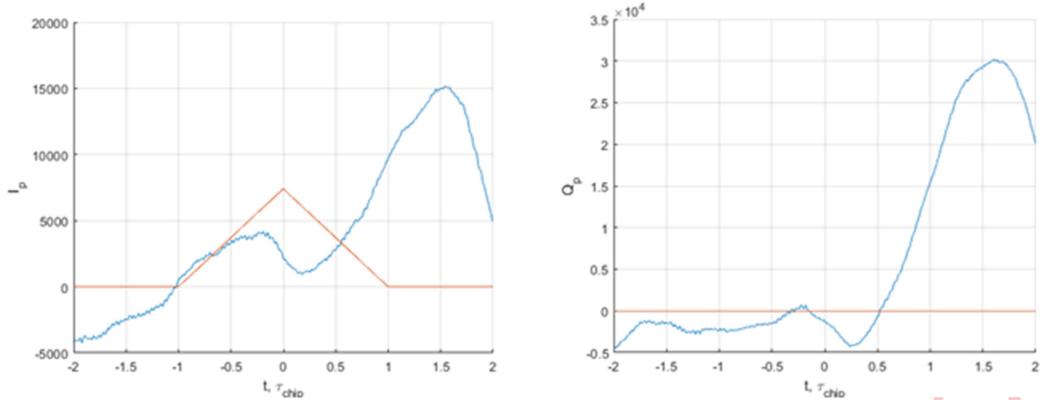


Рисунок 17 - Синфазная и квадратурная составляющие смеси сигнал/шум при полосе фронтенда равной бесконечности, наличии помехи и включенным квантователем отсчетов АЦП.

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

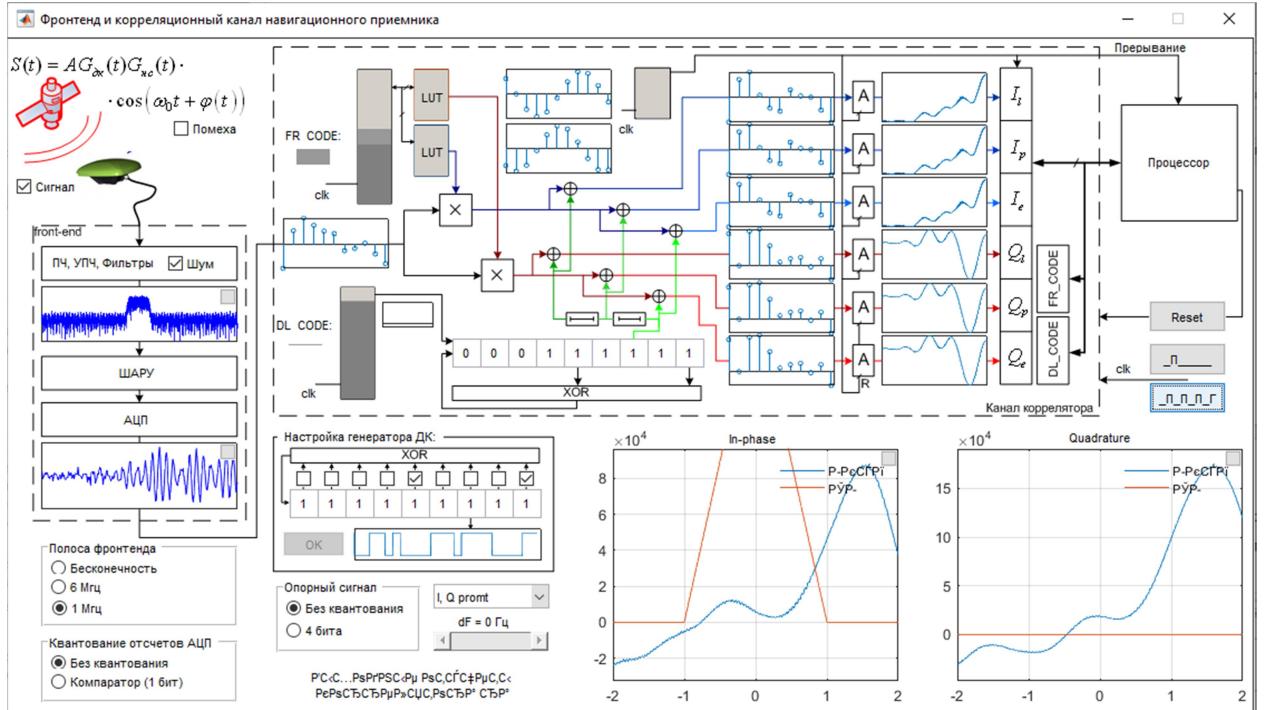


Рисунок 18 - Пошаговая модель коррелятора при полосе фронтенда – 1МГц.

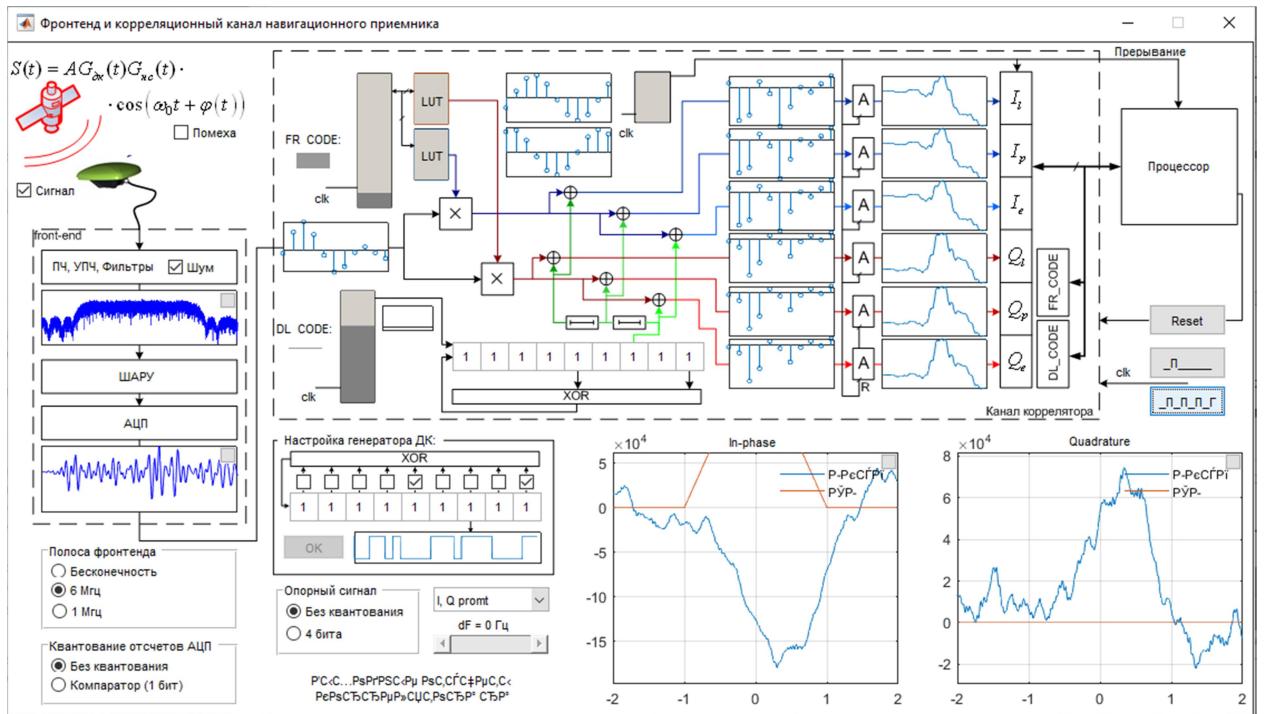


Рисунок 19 - Пошаговая модель коррелятора при полосе фронтенда – 6 МГц.

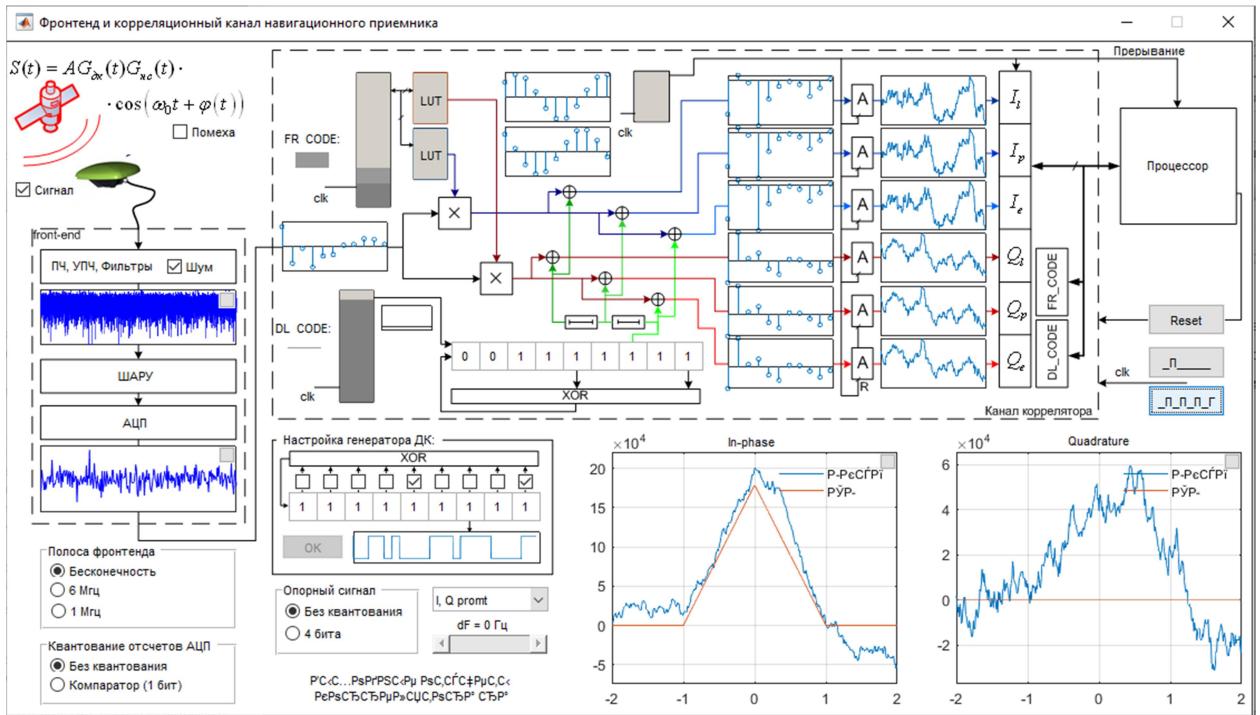


Рисунок 19 - Пошаговая модель коррелятора при полосе фронтенда – бесконечность.

Вывод: в данной лабораторной работе изучил структуру и свойства функциональных элементов коррелятора АП СРНС. Определил такие характеристики как СКО, групповое запаздывание, отношение сигнал/шум. С увеличением полосы пропускания вклад шумовой составляющей увеличивается. Исследовал зависимость и влияние ширины полосы фронтенда от спектра сигнала, от зависимости вычисленных корреляционных сумм, от квантования отсчетов АЦП. Так же на полосу фронтенда влияет наличие или отсутствие помехи.

Защита:

$$R = 32 \quad \Delta F = 0$$
$$\Delta F = f_g \cdot \frac{l}{2^{32}} = 0 \Rightarrow f_g = 0 ;$$
$$\frac{C_F}{2^R} = \frac{f_0}{f_g} ; \quad \Delta f = \frac{f_0}{C_F} = 0 \Rightarrow f_0 = 0$$

↗
FR-CODE