

Бакалаврская работа

на тему:

**Исследование системы слежения за фазой
компоненты PILOT мультиплексированного
навигационного сигнала**

Научный руководитель:

д.т.н. профессор

Перов Александр Иванович

Студент: Грибов Павел

Учебная группа: ЭР-15-08

Москва, 2012

Постановка задачи

В 2008 г. В РФ была принята «Концепция развития навигационных сигналов системы ГЛОНАСС», которая предполагает введение двухкомпонентных сигналов с дополнительной цифровой модуляцией на поднесущих частотах и с кодовым разделением сигналов. Для обработки таких сигналов в навигационном приемнике необходимы изменения алгоритмов работы коррелятора и схемы дискриминатора следящей системы за фазой принимаемого сигнала.

Цель работы

Исследование принципов построения и анализ характеристик системы слежения за фазой компоненты PILOT мультиплексированного сигнала.

Новые сигналы

Компонента DATA

$$S_{од,d}(t) = A_{дк,1} h_{дк,1}(t) h_{цп}(t) \cos(\omega t + \varphi)$$

$$BPSK(f_{chip}), \quad f_{chip} = n f_c$$

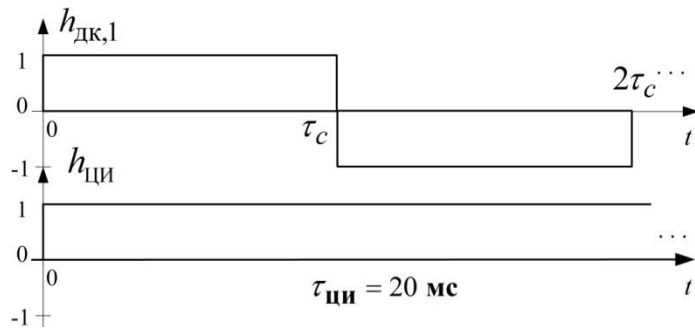
$$BPSK(n)$$

$$BPSK(1)$$

$$f_c = 1023$$

$$\tau_c = \frac{1}{f_c} \approx \text{мкс}$$

$$T_c = \text{мс}$$



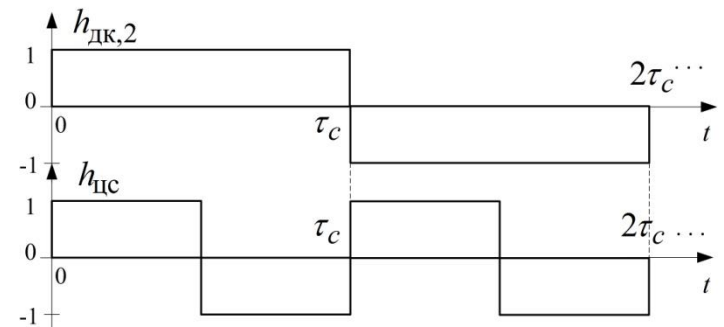
Компонента PILOT

$$S_{од,p}(t) = A_{дк,2} h_{дк,2}(t) h_{цп}(t) \cos(\omega t + \varphi)$$

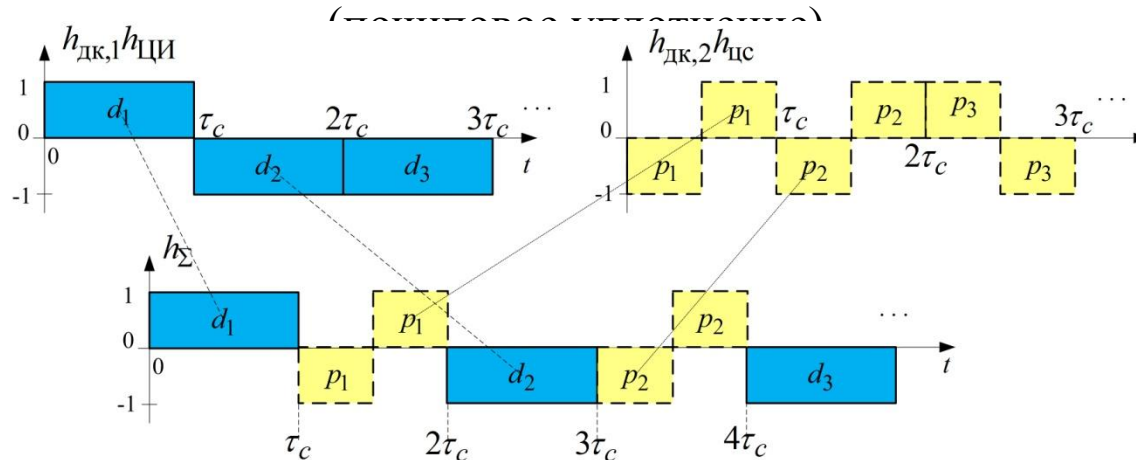
$$BOC(f_{sub}, f_{chip}), \quad f_{sub} = m f_c, \quad f_{chip} = n f_c$$

$$BOC(m, n)$$

$$BOC(1, 1)$$



Временное мультиплексирование



Кодовое разделение сигналов

$$\int_0^{T_c} S_i(t) S_j(t) dt = 0, \quad i \neq j, \quad i, j = \overline{1, 24}$$

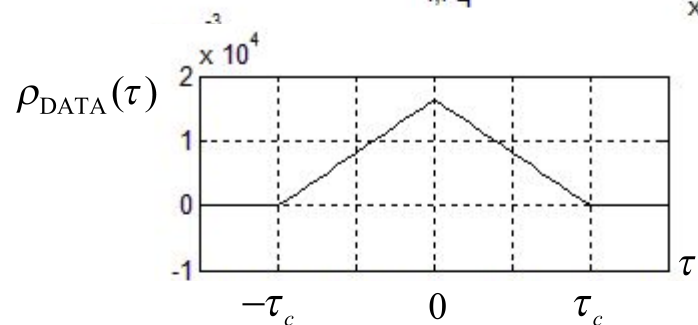
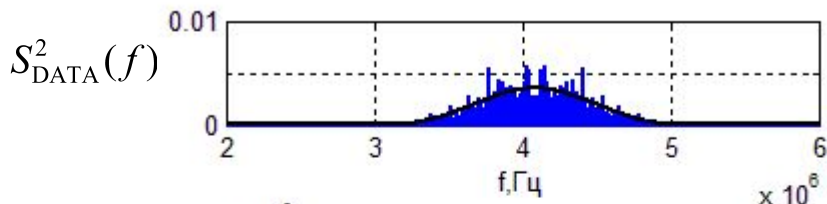
номер N

$i, j -$

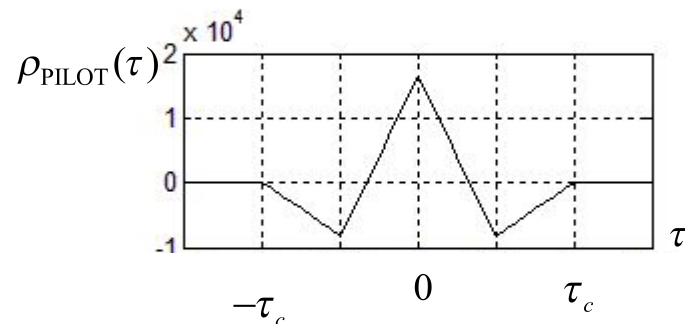
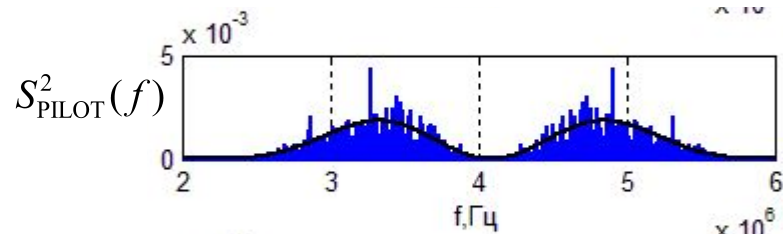
C

Характеристики новых сигналов

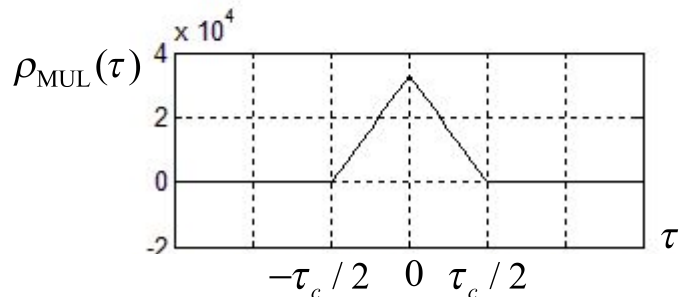
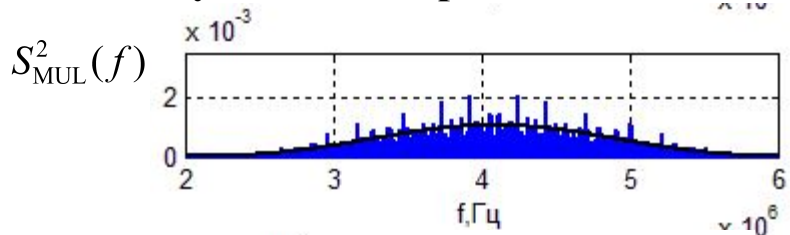
Компонента DATA (BPSK(1))



Компонента PILOT (BOC(1,1))



Мультиплексированный сигнал



РЕЗУЛЬТАТ

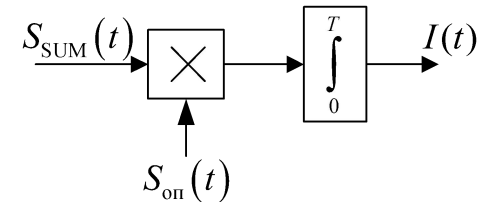
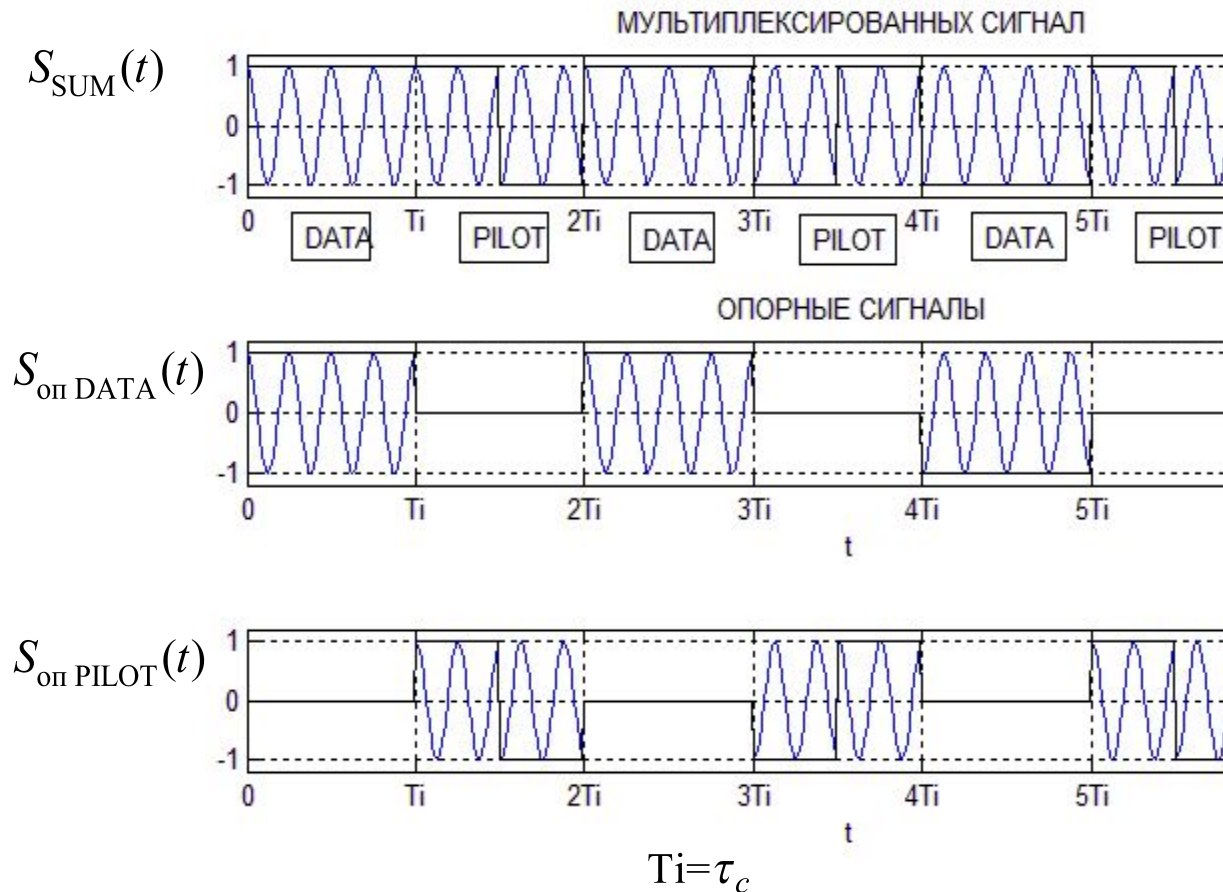
$$S_{\text{MUL}}^2(f) = S_{\text{DATA}}^2(f) + S_{\text{PILOT}}^2(f)$$

$$\rho_{\text{MUL}}(\tau) = \rho_{\text{DATA}}(\tau) + \rho_{\text{PILOT}}(\tau)$$

Обработка в корреляторе

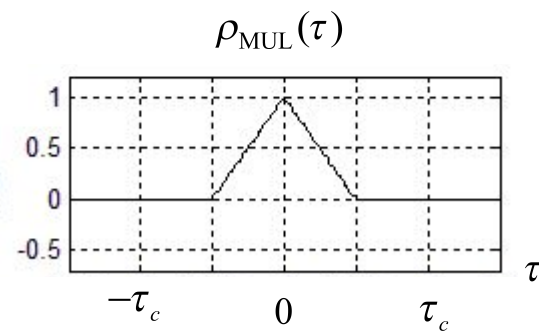
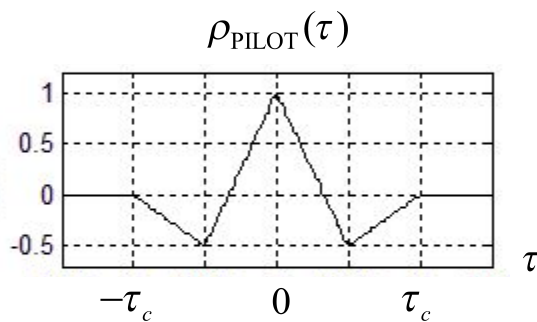
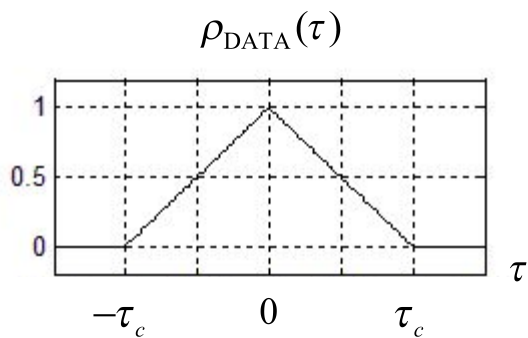
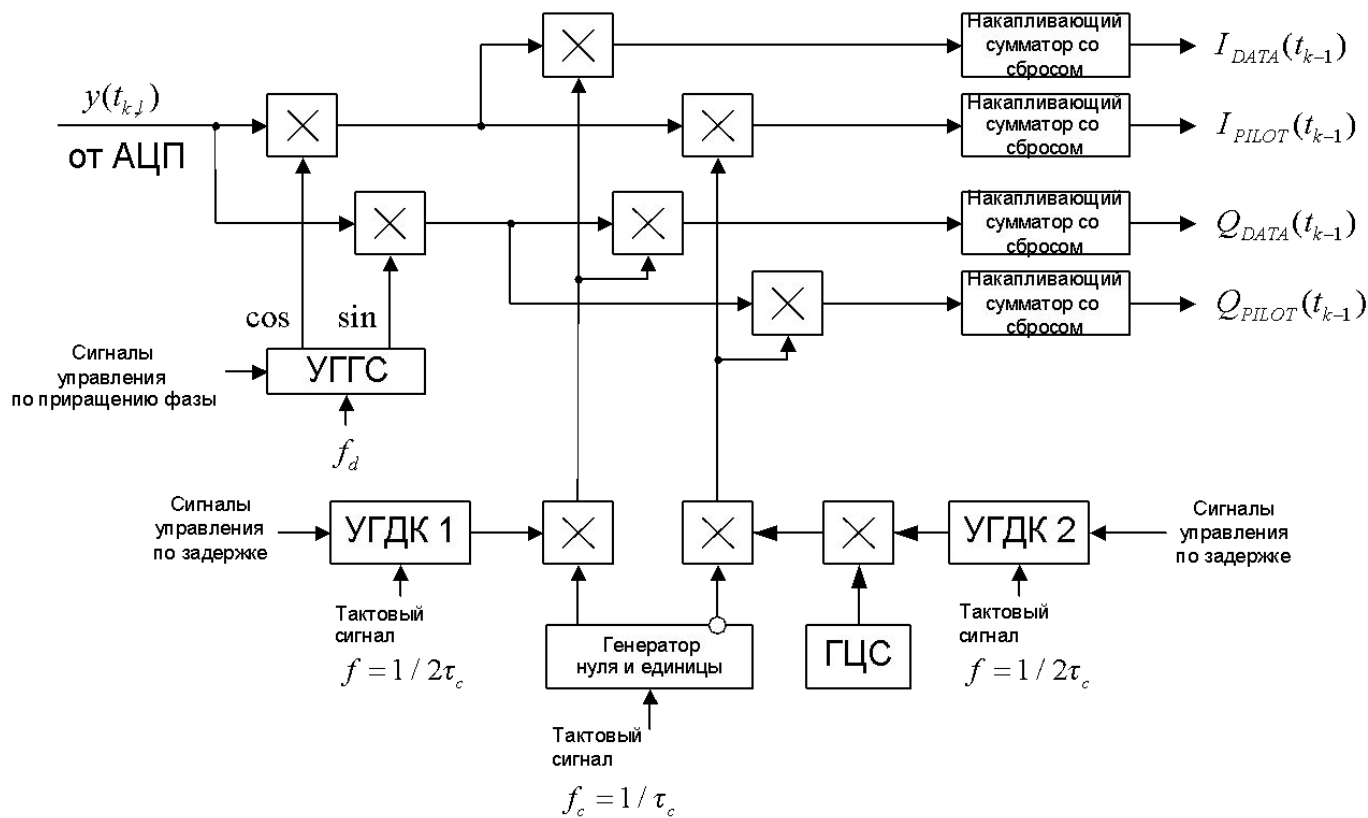
В приемной аппаратуре для работы с мультиплексированным сигналом необходимо в цифровом модуле выделить по отдельности сигналы его составляющих, что и определяет структуру нового коррелятора.

Выбор опорных сигналов



Обобщенная структурная схема канала коррелятора

Алгоритмы работы цифрового коррелятора

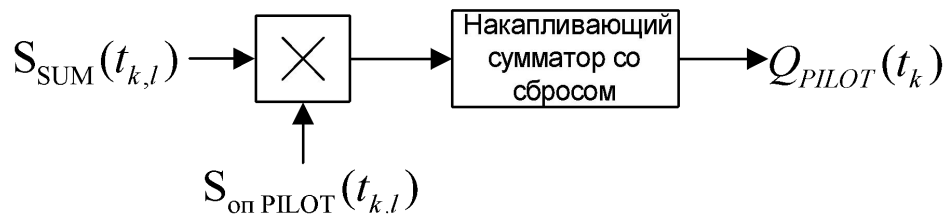


Изменение схемы дискриминатора следящей системы за фазой принимаемого сигнала

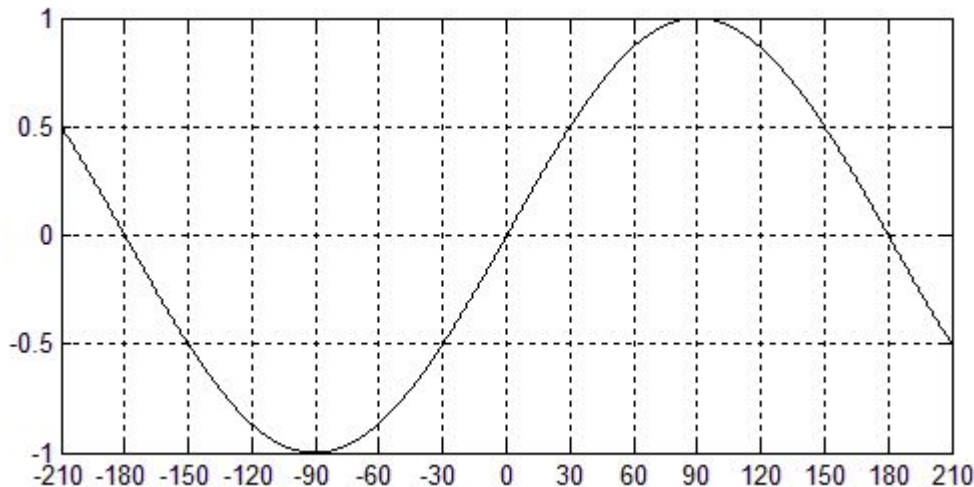
В настоящее время в СРНС ГЛОНАСС используются сигналы ФМ-2 с модуляцией дальномерным кодом и цифровой информацией. При приеме таких сигналов для формирования оценок доплеровского смещения частоты дискриминатор системы слежения ФАП строится по схема Костаса с апертурой дискриминационной характеристики (ДХ) $\pm\pi / 2$

Использование двухкомпонентных сигналов позволяет для слежения за фазой принимаемого сигнала использовать неинформативную компоненту PILOT.

Дискриминатор следящей системы



$F(\Delta\varphi)$ ДХ исследуемого дискриминатора



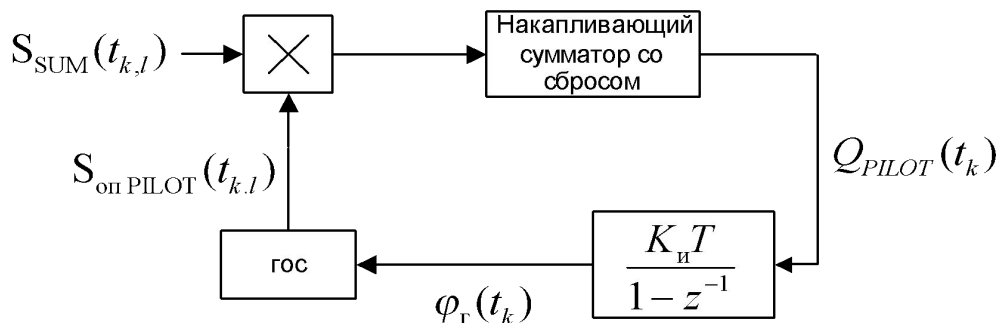
$$F(\Delta\varphi) \approx S_d \sin(\Delta\varphi)$$

Апертура ДХ $\pm\pi$

Рассогласование по фазе $\Delta\varphi$

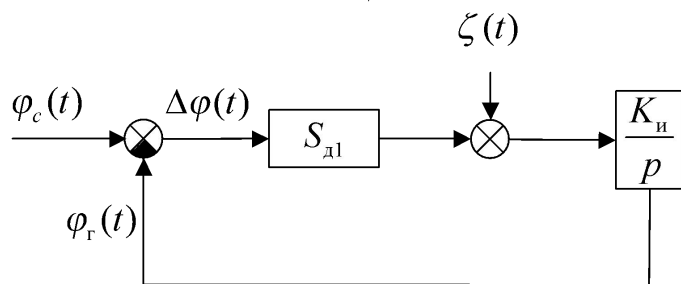
Принципы построения и характеристики следящей системы за фазой компоненты PILOT мультиплексированного сигнала

Схема исследуемой следящей системы



ХАРАКТЕРИСТИКИ
СОВПАДАЮТ

$$T \leq 0.05t_{\text{уст}}$$



Линеаризованная структурная
схема ФАП первого порядка

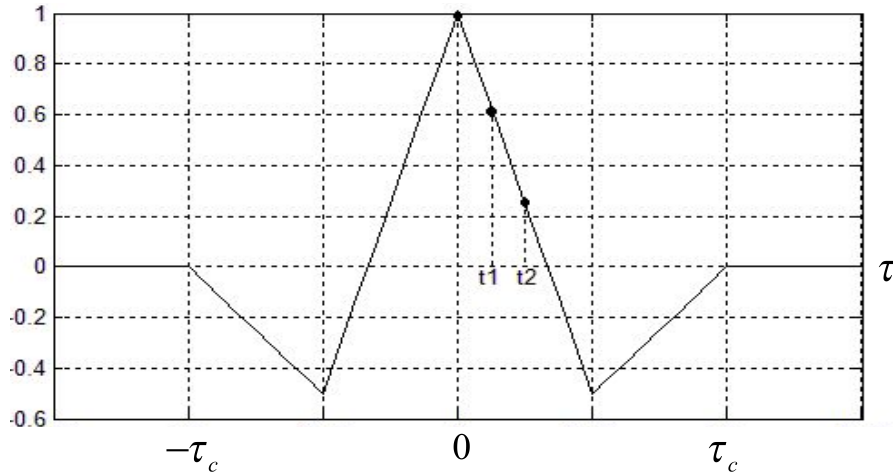
Было установлено, что для построения системы слежения ФАП в цепи коррелятора с заданными параметрами, можно пользоваться соотношениями для непрерывных следящих систем ФАП.

Условием, определяющим эту возможность, служит $T \leq 0.05t_{\text{уст}}$, где T - время накопления отсчетов в корреляторе, $t_{\text{уст}}$ - время установления переходного процесса в непрерывной следящей системе.

Исследование влияния изменения задержки принимаемого сигнала на характеристики следящей системы

Нормированная КФ компоненты PILOT

$\rho_{PILOT}(\tau)$



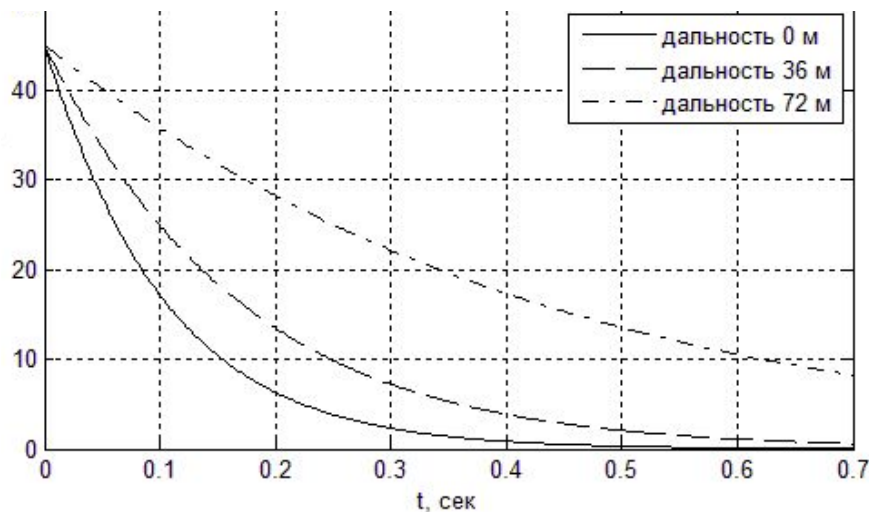
$\tau = t_1 = 0.12$

дальность 36 м

$\tau = t_2 = 0.24$

дальность 72 м

Ошибка слежения, град (воздействие нулевого порядка)



Изменение задержки принимаемого сигнала τ приводит к изменению отношения с/ш на выходе дискриминатора.

Вывод

Переход на новые сигналы СРНС ГЛОНАСС позволяет значительно улучшить характеристики системы слежения за фазой принимаемого сигнала

Имитационное моделирование работы исследуемых устройств проводилось в системе MatLab