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 разделение 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

$S_{\text{од,d}}(t) = A_0 h_{\text{дк},1}(t) h_{\text{ЦИ}}(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

$BPSK(f_{chip}), \quad f_{chip} = nf_c.$

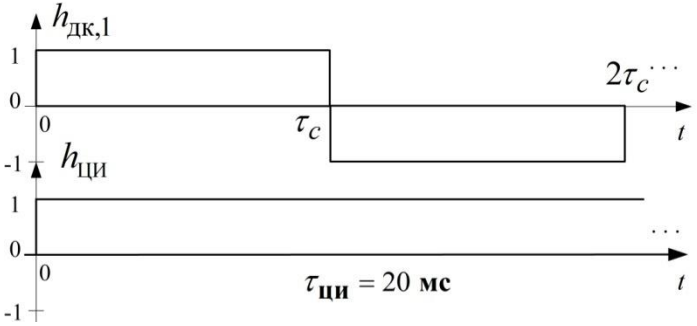
$BPSK(n)$

$BPSK(1)$

$f_c = 1.023$ МГц

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

$T_c = 1$ мс



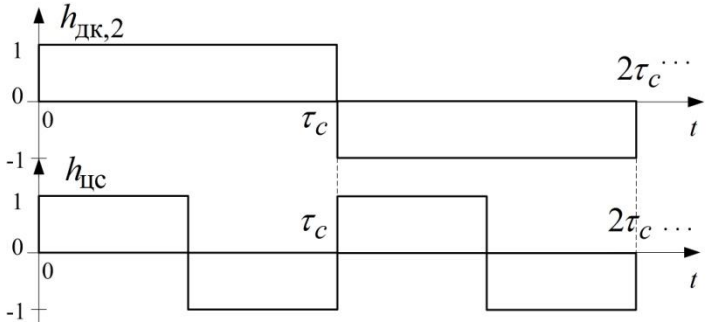
Компонента PILOT

$S_{\text{од,р}}(t) = A_0 h_{\text{дк},2}(t) h_{\text{цс}}(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

$BOC(f_{sub}, f_{chip}), \quad f_{sub} = mf_c, \quad f_{chip} = nf_c.$

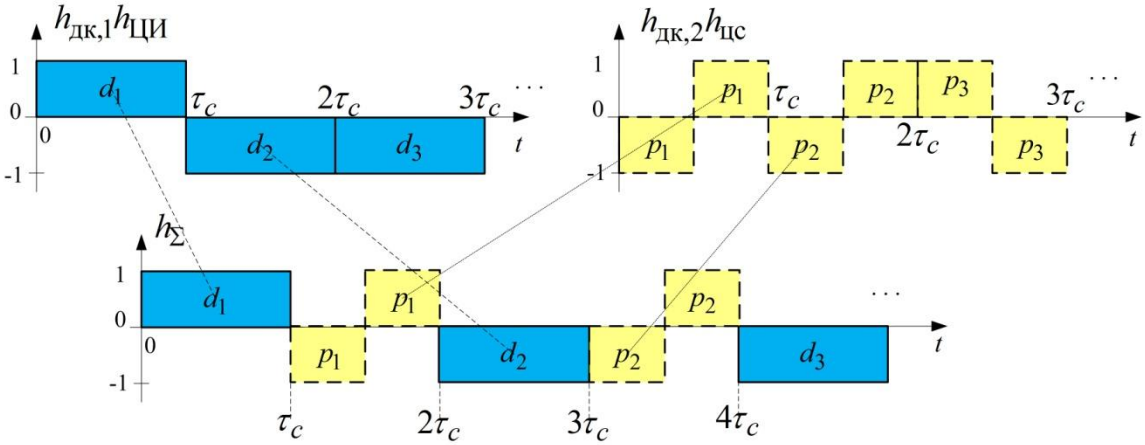
$BOC(m,n)$

$BOC(1,1)$



Временное мультиплексирование

(пошаговое уплотнение)



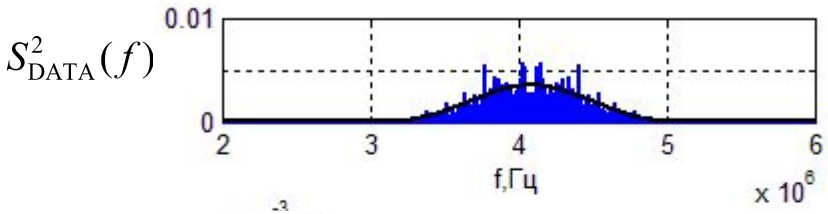
Кодовое разделение сигналов

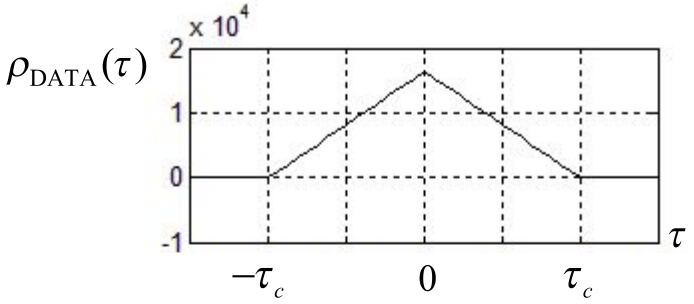
$$\int_0^{T_c} S_i(t) S_j(t) dt = 0, \quad i \neq j, \quad i, j = \overline{1,24}.$$

номер Н i, j - С

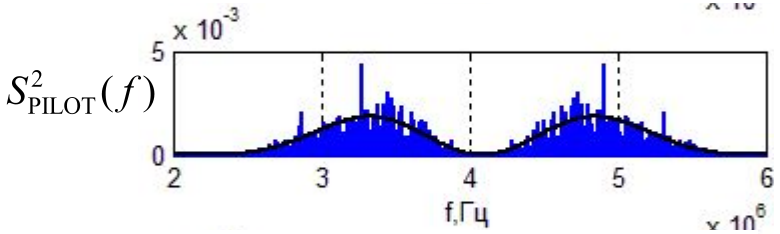
Характеристики новых сигналов

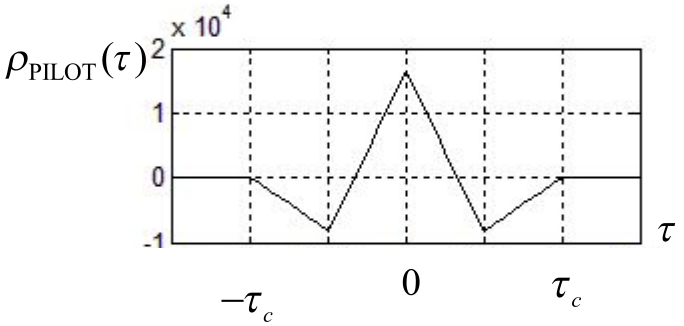
Компонента DATA (BPSK(1))



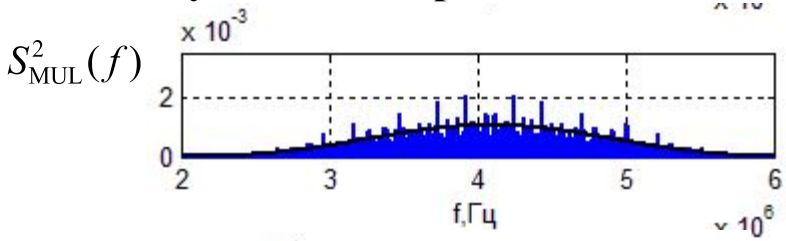


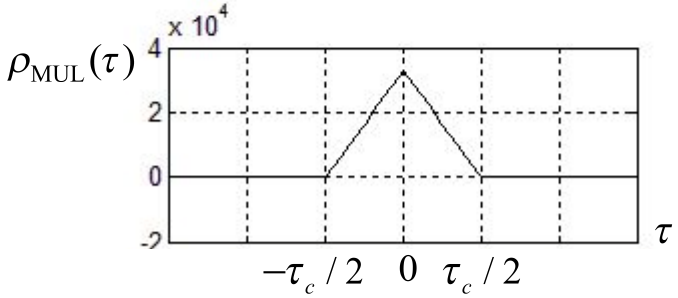
Компонента PILOT (BOC(1,1))





Мультиплексированный сигнал





РЕЗУЛЬТАТ

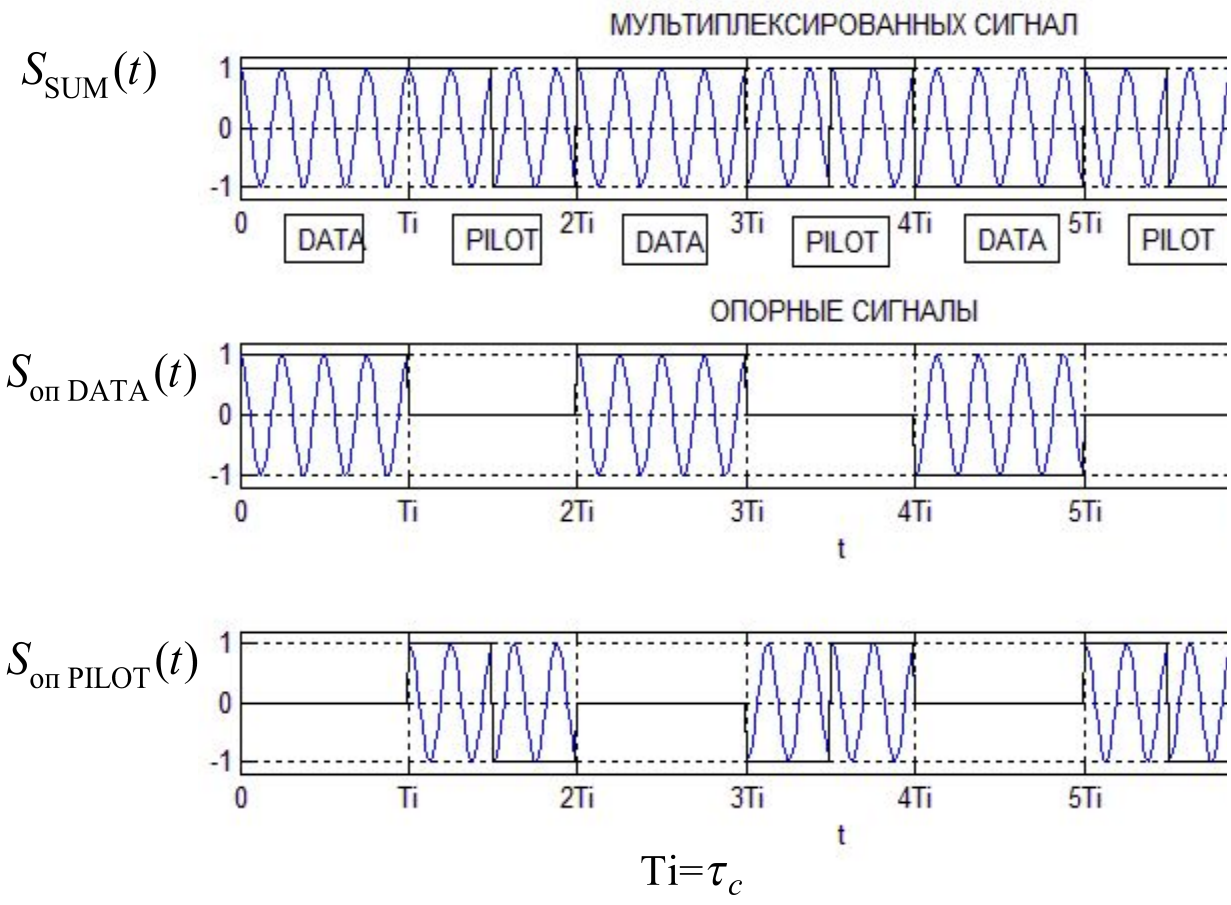
$$S^2_{\text{MUL}}(f) = S^2_{\text{DATA}}(f) + S^2_{\text{PILOT}}(f)$$

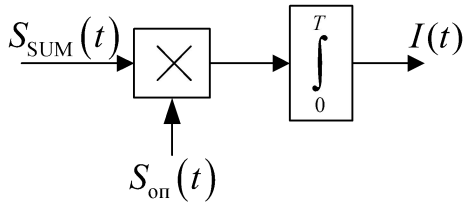
$$\rho_{\text{MUL}}(\tau) = \rho_{\text{DATA}}(\tau) + \rho_{\text{PILOT}}(\tau)$$

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.

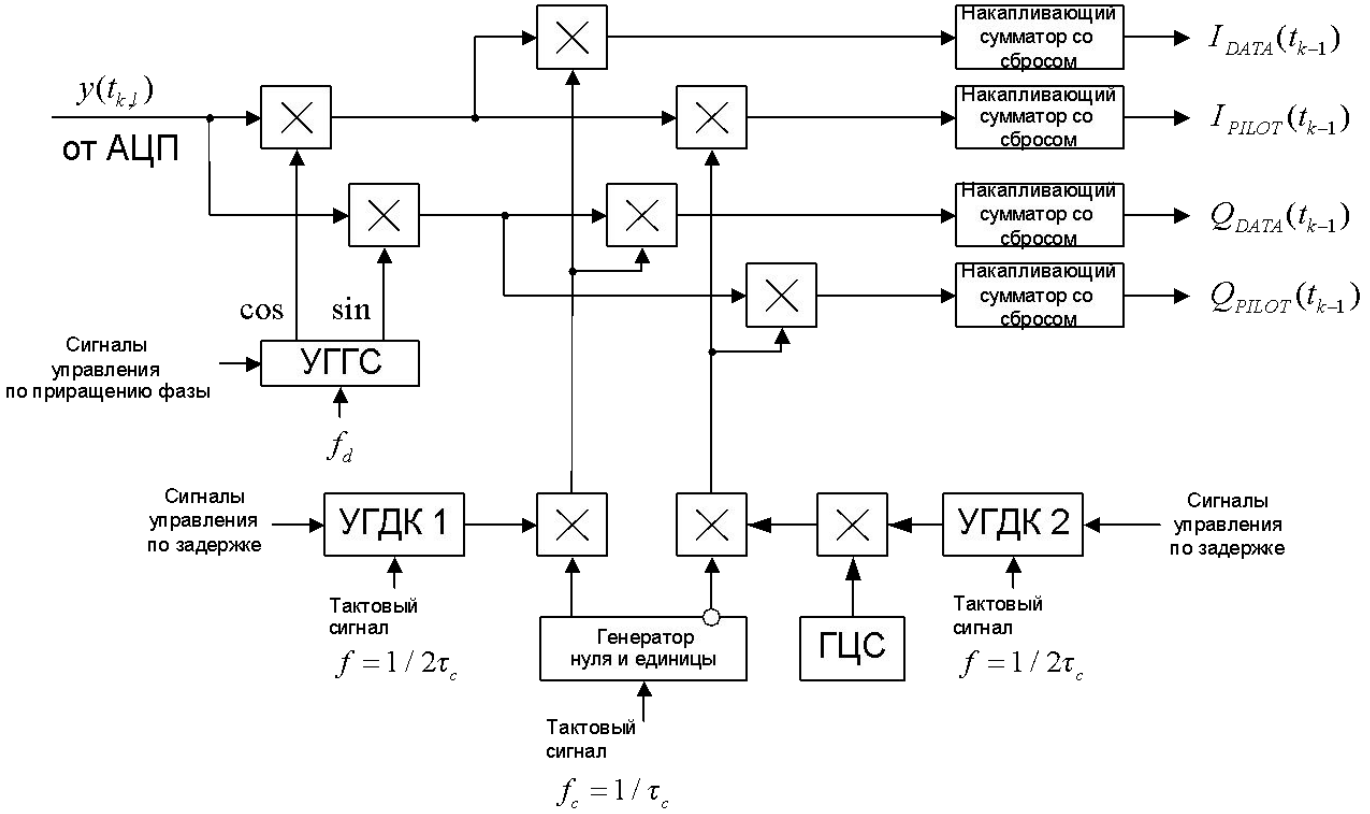
Выбор опорных сигналов

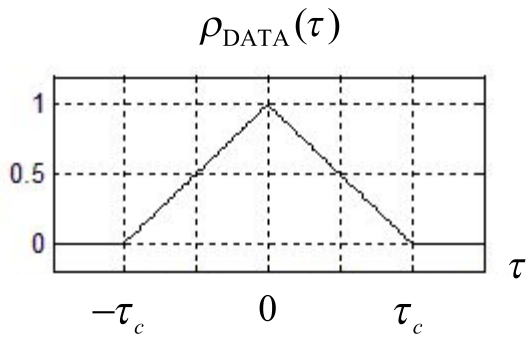


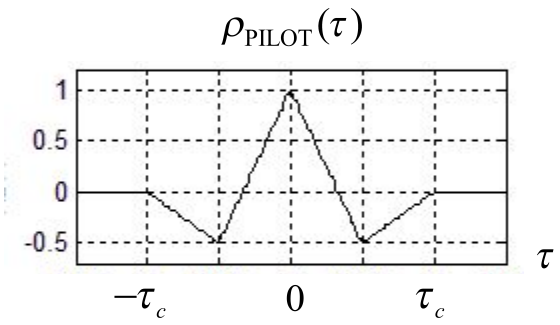


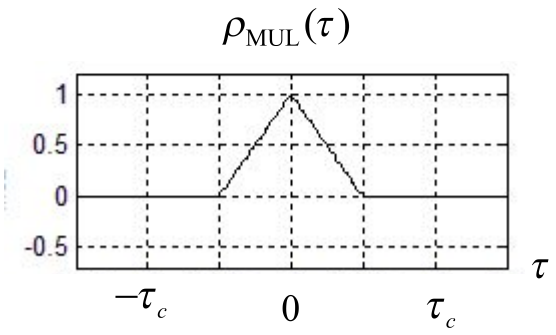
Обобщенная структурная схема канала коррелятора

Алгоритмы работы цифрового коррелятора







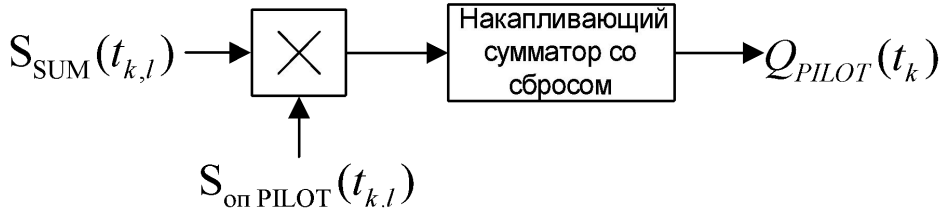


Изменение схемы дискриминатора следящей системы за фазой принимаемого сигнала

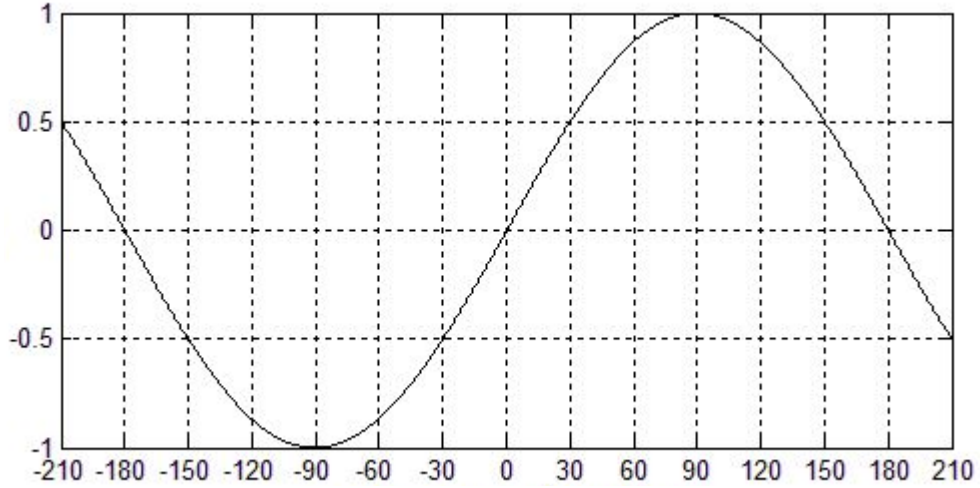
В настоящее время в СРНС ГЛОНАСС используются сигналы ФМ-2 с модуляцией дальномерным кодом и цифровой информацией. При приеме таких сигналов для формирования оценок доплеровского смещения частоты дискриминатор системы слежения ФАП строится по схема Костаса с апертурой дискриминационной характеристики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



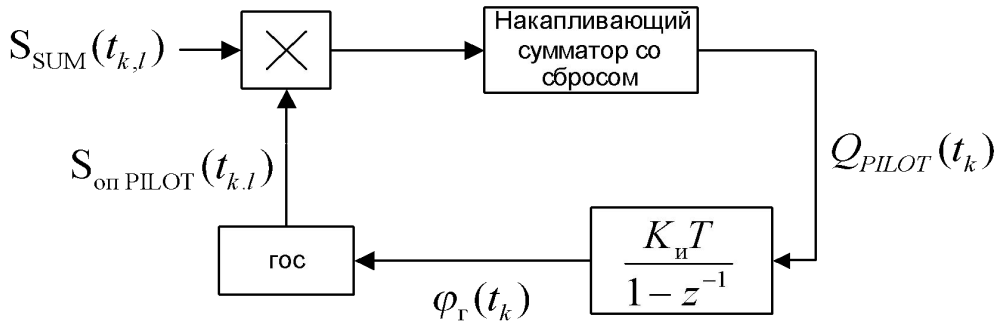
Рассогласование по фазе $\Delta\varphi$

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

Апертура ДХ $\pm\pi$

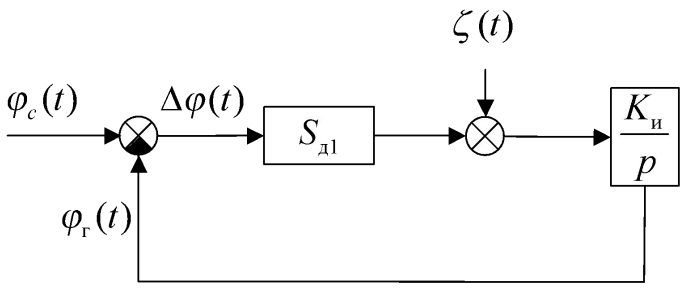
Принципы построения и характеристики следящей система за фазой компоненты PILOT мультиплексированного сигнала

Схема исследуемой следящей системы



ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВПАДАЮТ

$T \le 0.05 t_{уст}$



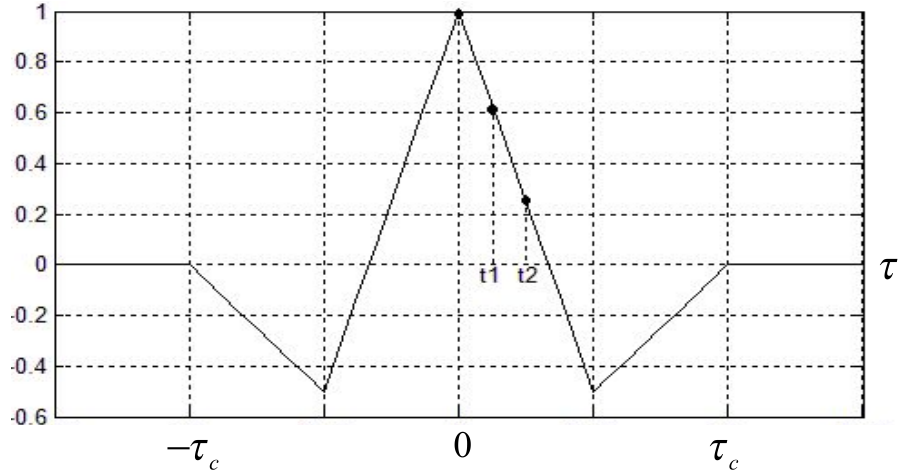
Линеаризованная структурная схема ФАП первого порядка

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 $T \le 0.05 t_{уст}$, где T - время накопления отсчетов в корреляторе, $t_{уст}$ - время установления переходного процесса в непрерывной следящей системе.

Исследование влияния изменения задержки принимаемого сигнала на характеристики следящей системы

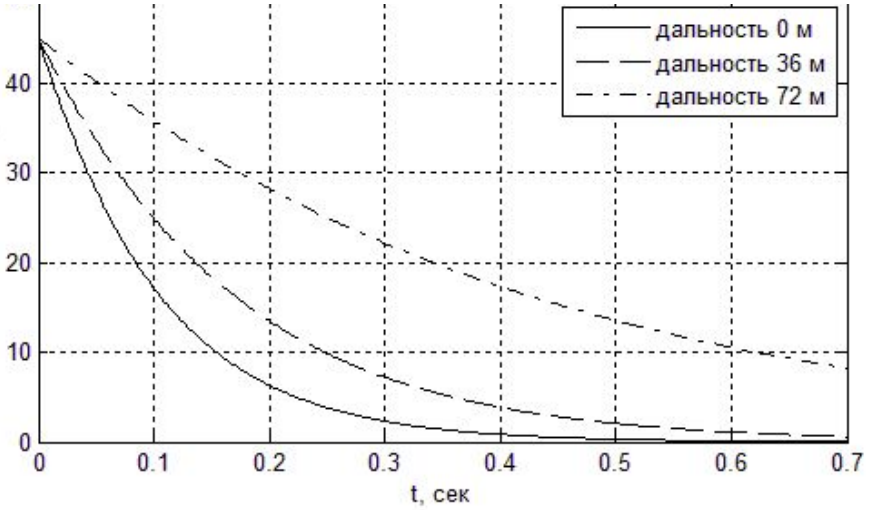
Нормированная КФ компоненты PILOT $\rho_{\text{PILOT}}(\tau)$



$\tau = t_1 = 0.12$ мкс дальность 36 м

$\tau = t_2 = 0.24$ мкс 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