

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Национальный исследовательский
Томский государственный университет

**ТРУДЫ СЕМНАДЦАТОЙ
ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНЧЕСКИХ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ИНКУБАТОРОВ**

г. Томск, 11–15 мая 2020 г.

Под редакцией В.В. Дёмина

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

Томск – 2020

СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА СИГНАЛАМИ В ПРИЁМНИКЕ GPS

М.М. Кануж

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук А.В. Клоков

Национальный исследовательский Томский государственный
университет, г. Томск, Россия

E-mail: motayamkanouj84@gmail.com

Аннотация. В GPS приёмнике слежение за сигналами выполняется с помощью систем фазовой автоподстройки и слежения за задержкой. В работе приведен анализ методов слежения за фазой и задержкой сигнала в GPS приёмнике. Прием сигналов со спутников на частоте L1 осуществляется устройством программно-определяемой радиосистемы, обработка данных была реализована в среде MATLAB.

Ключевые слова: GPS, C/A код, Доплер, Фаза кода, ФАП, ССЗ.

Введение. В GPS приёмнике основной целью системы слежения за сигналами является сохранение захвата сигнала при изменении его параметров во времени. В бытовом GPS приёмнике различают две системы слежения: одна выполняет слежение за несущей частотой методом фазовой автоподстройки (ФАП), а другая – система слежения за задержкой (ССЗ). Целью данной работы является прием необработанных сигналов с GPS спутников и разработка цепей слежения за ними для демодуляции навигационных данных. На выходе дискриминаторов цепей слежения можно оценить погрешность измерения параметров сигнала. Эта погрешность играет важную роль в определении точности расчёта местоположения приемника. Поскольку система слежения за сигналами лежит в основе работы приемника в целом, следовательно, разработка и анализ характеристик этой системы являются актуальными.

Метод слежения за GPS сигналами. Принятый сигнал от любого спутника состоит из трех частей: несущая частота, C/A код и навигационные данные. Целью слежения за

этим сигналом является синхронизация несущей и С/А кода входного сигнала с локальными копиями с одной стороны, и демодуляция навигационных данных с другой. Поэтому, сначала, входной сигнал умножается на копию несущей, с целью удаления несущей частоты из входного сигнала. Следующим шагом является удаление С/А кода из входного сигнала путем умножения на копию С/А кода, в результате этого навигационные данные декодируются. Удаление С/А кода и несущей осуществляется совместной работой между замкнутыми цепями систем ССЗ и ФАП. Выход цепи ФАП используется для удаления несущей в цепи ССЗ, в результате этого фаза кода будет синхронизирована. Аналогично, выход ССЗ используется для удаления С/А кода в ФАП, в результате этого несущая синхронизируется. На рис. 1 приведена функциональная схема метода слежения за несущей и кодом, где f_d^i и τ_i – оценки Доплера несущей и фазы кода i -ого спутника, $S_{IF}(n)$ – входной цифровой сигнал.

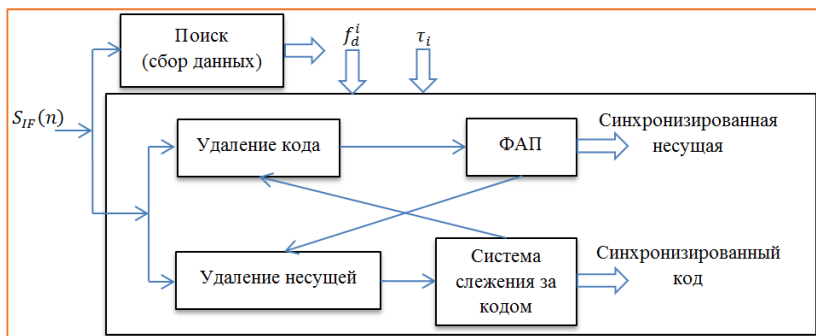


Рис. 1. Функциональная схема слежения за несущей и кодом

Система ССЗ реализуется корреляцией входного С/А кода с тремя генерируемыми локальными копиями С/А кода, которые отделяются друг от друга по половине длительности одного чипа [1]. Для выполнения процесса корреляции

реляции, ССЗ требует обратной связи с генератором копий. Поэтому, важную роль играет дискриминатор ССЗ, алгоритм которого вычисляет ошибку фазы кода в качестве временной задержки. Таким образом, синхронизация между кодом входного сигнала и локальным С/А кодом происходит когда ошибка фазы равна нулю. Система ФАП осуществляется известной синфазно-квадратурной схемой восстановления несущей [1]. Дискриминатор ФАП сравнивает фазы несущего входного и опорного сигналов и выводит сигнал ошибки, соответствующий разности между этими фазами.

Результаты. С использованием GPS антенны и устройства программно определяемой радиосистемы (модель MSI.SDR Panadapter) сигналы со спутников GPS на частоте L1 были приняты. Частота дискретизации составляла 5 МГц, сигналы со спутника № 29 были обработаны. На рис. 2 приведены результаты обработки данных.

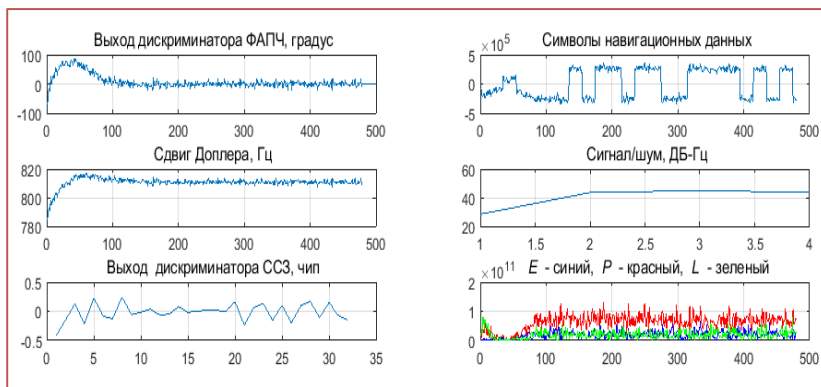


Рис. 2. Результаты слежения за сигналом спутника № 29

При выполнении процедуры поиска, сдвиг Доплера составил 800 Гц, а фаза кода равна 764 чипам. Системы ФАП и ССЗ работали с учетом этих величин. Следует отметить, что символы навигационных данных представляют собой

квадратуру I системы ФАП. Также в работе было оценено отношение сигнал-шум, оно составило около 40 дБ-Гц.

Заключение. В работе было проведено слежение за сигналом GPS со спутника № 29 с использованием систем ФАП и ССЗ. Можно сказать, что эта работа открывает исследовательские возможности для повышения производительности систем слежения за сигналами с GPS спутников в разных динамических и шумовых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kaplan E.D., Hegarty C.G. Understanding GPS: principles and applications : 2nd ed. – London : Artech House, 2006. – 703 p.