

# ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ GPS

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Голубов Н. А., Горбач А. П., Середа А. С.

Алексеев В. Ф. – канд. техн. наук, доцент

Рассмотрены основные характеристики навигационных систем, а также их параметры и принцип работы.

Как работает система спутниковой навигации GPS. Система GPS (Global Positioning System – всемирная система определения координат) была разработана в конце семидесятых годов прошлого века. Заказчиком явилось Министерство обороны США. Через несколько лет после запуска систему открыли для гражданского использования. Официальное название ее - NAVSTAR - NAVigation System with Timing And Ranging - навигационная система определения времени и дальности. Основной принцип работы системы лежит в использовании постоянно находящихся на околоземных орбитах спутников, передающих сигналы привязки. Таких спутников не менее 24. Обычно их больше, некоторые из них при этом находятся в резерве. По мере необходимости спутники заменяются новыми. Срок службы каждого из них составляет порядка 10 лет. Весит спутник системы порядка 1 тонны, и имеет размах "крыльев" (солнечных батарей) около 5 метров. Спутники вращаются по 6 орбитам, расположенным на высоте около 18000 км, с периодом обращения вокруг Земли 12 часов. Управлением системы занимаются несколько наземных станций слежения, расположенных на тропических островах и контролируемых центральным пунктом управления в Колорадо-Спрингс (США). Наклон орбит к земному экватору – 55 градусов, угол между плоскостями орбит – 60 градусов. Наглядное расположение спутников на орбите планеты изображены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Наглядное расположение спутников на орбите

Местоположения GPS приемника вычисляется на основе измерения задержки прохождения радиосигнала от нескольких спутников и вычисления на основе этих измерений географических координат и высоты над уровнем моря. Сигнал каждого спутника содержит псевдослучайный код (PRN – PseudoRandom Number code), эфемериды (ephemeris) и альманах (almanach). Псевдослучайный код служит для идентификации спутника - источника сигнала.

Эфемериды – координаты данного спутника в околоземном пространстве. Они передаются на спутник с центра управления.

Альманах – содержит данные о том, где должны находиться спутники в данный момент и их состояние – рабочее или нет.

Этот набор данных передается спутником с большой частотой. Для определения своего местоположения электроника GPS-приемника вычисляет разницу во времени отправки сигнала со спутника со временем его получения на Земле. По этой разнице вычисляется расстояние до конкретного спутника. Основой идеей определения координат GPS-приемника является вычисление расстояния от него до нескольких спутников, расположение которых считается известным, (эти данные содержатся в принятом со спутника альманахе). В геодезии метод вычисления положения объекта по измерению его удаленности от точек с заданными координатами используется для триангуляции.

Очевидно, что сигнала одного спутника недостаточно для определения своего местонахождения - по нему возможно нахождение где-то на поверхности сферы с вычисленным радиусом. По двум спутникам место определяется уже как линия пересечения двух сфер - в общем случае это некая окружность. Теоретически,

трех спутников уже достаточно - вычисления дадут две возможные точки, одна из которых будет расположена высоко над уровнем моря и поэтому будет отброшена. Однако, на самом деле расстояние вычисляется с некоторой погрешностью, влияние которой тем больше, чем меньше углы между направлениями от приемника к спутникам. Ошибка в определении координат корректируется, обчитывая сигналы других спутников. Чем больше спутников использует приемник, тем с большей точностью возможно определение его местонахождения.

До 2000 года в технологии определения координат вносилась умышленная ошибка, снижающая точность их определения до 100 метров по требованиям военного ведомства. Сейчас такие ограничения отменены. Точность определения координат сейчас составляет в среднем 10-15 метров. При этом влияние оказывают: количество одновременно видимых над горизонтом спутников, направление на них, помехи от окружающего фона, проходимость радиоволн в атмосфере. Современные методы электронной коррекции ошибок позволяют при использовании сигналов с 6-8 спутников (а продвинутые приемники позволяют принимать одновременно до 12 каналов) свести погрешность привязки к местности до 3-5 метров.

На сегодняшний день система GPS очень широко используется в навигационных и картографических целях в виду стабильности и долгого времени своей работы. Однако, надо помнить о том, что все же система эта контролируется военным ведомством одной страны – США. В настоящее время активно осуществляется развертывание альтернативных подобных спутниковых систем - российская ГЛОНАСС и европейская Galileo. Перспективно создание устройств, которые будут использовать одновременно все системы для более точного позиционирования в пространстве.

**Список использованных источников:**

- [1] Википедия [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим допуска: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS>
- [2] Habrhabr [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим допуска: <http://habrhabr.ru/post/196150/>
- [3] Яценков, В. С. Основы спутниковой навигации. NAVSAR GPS, ГЛОНАСС / В. С. Яценков. – Москва. Справочное издание: 2015. – 272 с.