

## GPS: принципы работы, классификация устройств

За последние годы функция GPS превратилась из непонятной рядовому пользователю аббревиатуры в прекрасно знакомую, ежедневно облегчающую жизнь тысячам пользователей технологию. В этом обучающем материале Вы найдете подробное описание принципов работы GPS. А после изучения обучающего материала, мы предлагаем Вам пройти небольшой тест, который покажет, насколько хорошо Вы разобрались в теории, и поможет закрепить новую информацию.

### Орбитальная группировка

Вся система функционирует на основе орбитальных спутников. Они находятся на шести орбитах, высота которых составляет порядка 20000 километров, а скорость движения равна 3000 м/сек. Таким образом, за сутки каждый спутник делает два «витка» вокруг земли.



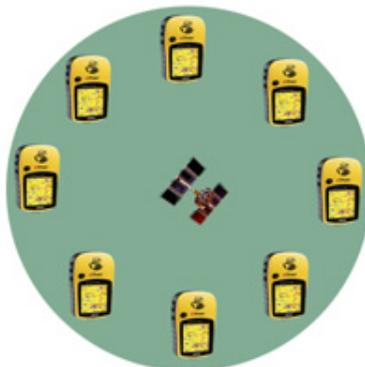
Несмотря на то, что для нормальной работы системы достаточно 24-х спутников, на данный момент в орбитальную группировку входит 30 рабочих аппаратов. Это помогает добиться более точного определения координат.

Все спутники передают данные на приемник посредством радиосигнала, транслирующегося на две частоты. Одна из них считается гражданской и имеет индекс L1 (1575.42 МГц), вторая же используется в основном военными и маркируется как L2 (1227.60 МГц). На основании данных, передаваемых с помощью L1, можно добиться точности позиционирования до 3-х метров. Если же наряду с «гражданской» L1 использовать еще и «военную» L2, то погрешность определения координат снижается до нескольких миллиметров. Однако такая точность необходима крайне редко, поэтому большинство современных коммерческих GPS-приемников используют исключительно L1. L2 же, помимо военных нужд, применяется еще и в дорогостоящем геодезическом оборудовании.

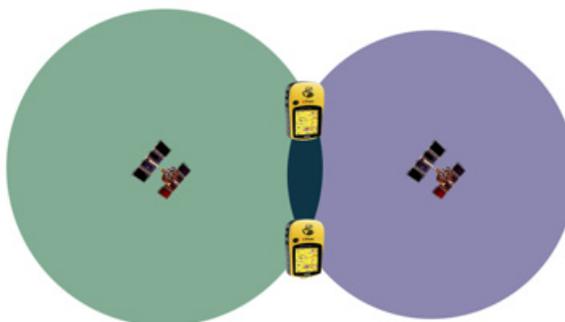
При этом важно понимать. Что никакой абонентской платы за пользование услугой GPS не предусмотрено, достаточно просто иметь приемник.

## Как определяется местоположение

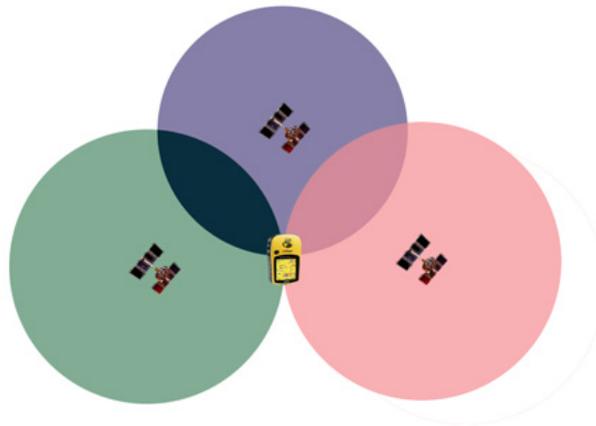
Теоретически для определения местоположения необходимы данные с трех спутников. Попробуем разобраться, как происходит этот процесс. Допустим, нам известна величина расстояния от одного спутника до приемника. Зная ее, мы можем нарисовать окружность вокруг спутника, на краю которой и будет находиться наш приемник.



Добавим данные со второго спутника.



Таким образом, мы сузили сектор поиска до пересечения двух окружностей. Остается прибавить информацию о третьем спутнике.



Таким образом, мы получаем точные координаты приемника, который находится на пересечении трех окружностей.

В данном описании схема сильно упрощена за счет изображения в двухмерной плоскости. В действительности все происходит в трехмерном пространстве, но принцип вычислений используется тот же.

Расстояние до спутников рассчитывается простейшей формулой — умножением скорости света (скорость распространения радиоволн) на время прохождения сигнала от спутника до приемника. Полученная величина и будет искомым расстоянием. При этом для вычисления времени необходима точнейшая синхронизация часов космического аппарата с часами принимающего устройства, так как разница даже в 0.0000003 секунды впоследствии вызывает ошибку равную 100 метрам. Для этого на каждом спутнике установлено четверо точнейших атомных часов. Стоит отметить, что одни такие часы стоят порядка 100000\$. Но даже они могут содержать отклонения от эталонного времени. Что же говорить об обычных кварцевых часах, установленных непосредственно в принимающих устройствах, тут возможность погрешности в разы больше. Именно поэтому для точного определения координат нужно не три, а четыре спутника. Последний как раз и призван нивелировать временные ошибки первых трех.

Важно знать, что GPS приемник является лишь приемником сигналов от спутника, который ни при каких условиях не может передавать данные на спутник. Поэтому он только лишь принимает сигнал, подобно радиоприемнику.

## Наземная составляющая GPS

Помимо орбитальных спутников, в состав системы GPS входит 5 наземных станций слежения.

Все станции слежения оборудованы GPS-приемниками, которые принимают навигационные сигналы со всех спутников. Затем собранные данные посылаются на главную управляющую станцию. Там ведется анализ и обработка полученной информации. Затем на ее основе вводятся необходимые изменения в орбиты спутников и их встроенные часы. Такая операция проводится один раз в 24 часа с каждым спутником, входящим в орбитальную группировку.

## Особенности работы GPS-приемников

Как мы выяснили ранее, для определения координат GPS-приемнику необходимы данные с орбитальных спутников. Однако их получение и обработка требуют некоторого времени — от нескольких секунд до десятка минут. Попробуем разобраться, от чего зависит это время. В первую очередь, от наличия в приемнике *альманаха* и *эфмерид*. Альманах — это данные, передаваемые спутником и содержащие информацию о параметрах орбит всех спутников. С его помощью можно лишь приблизительно вычислить их местоположение. Альманах постоянно обновляется, так как передается каждым спутником, входящим в систему GPS. Время его актуальности составляет 2-3 месяца. Это связано с тем, что в работу спутников ежедневно вносятся корректировки, и по прошествии такого длительного времени погрешность будет слишком велика. Эфмериды, в отличие от альманаха, содержат более точные данные о местоположении спутников, но время их действия составляет не более 4-6 часов. От наличия этих двух типов данных и зависит время старта приемника.

Существует три типа стартов — «Холодный», «Теплый» и «Горячий».

«Холодный старт» — альманах и эфмериды неизвестны, в современных устройствах занимает несколько минут. «Теплый старт» — альманах известен, а эфмериды нет, длится не более минуты. «Горячий старт» — известны и альманах, и эфмериды, занимает несколько секунд. Определить, какой из стартов используется в данный момент, очень просто: если вы включаете приемник первый раз за 3 месяца, то это будет «холодный старт», если с момента последнего использования устройства прошло более 6 часов, то это будет «теплый старт», если менее 4 часов, то «горячий». Стоит отметить, что указанные нами данные о приблизительном времени стартов характерны исключительно для современных устройств, оснащенных наиболее популярным сегодня чипсетом SIRF StarIII. Если ваш приемник оснащен другим чипом, то это время может отличаться в несколько раз, причем как в худшую сторону, так и в лучшую.

Не стоит забывать и об ошибках, которые могут возникнуть в реальных условиях. В первую очередь на точность определения влияет рельеф местности. Если вы находитесь в зоне плотной застройки, то вероятность ошибки возрастает в разы, так как на полезный сигнал нередко накладывается отраженный, снижая, таким образом, точность позиционирования. Также немалое влияние оказывают погодные явления, например, дождь или снег. Не стоит забывать и про такие банальные источники помех, как листва деревьев, бытовые радиоприборы, кузов автомобиля и даже человеческое тело. Как раз все эти факторы и вынуждают использовать не четыре спутника, которых, в теории, достаточно для определения координат, а намного больше, дополнительно применяя при этом сложнейшие алгоритмы расчетов устранения ошибок, вызванных помехами.

## **aGPS**

Итак, мы уже знаем, что самой большой проблемой для приемника является старт. Именно в этот момент происходит поиск спутников, запись альманаха и эфемерид. И данный процесс может занимать немалое время. При этом в таком режиме приемник потребляет в несколько раз больше энергии, сажая, таким образом, аккумулятор устройства в считанные часы. Последний факт особенно актуален для обладателей интегрированных устройств, например, коммуникаторов со встроенной функцией GPS. Ведь в случае разряда аккумулятора человек останется не только без навигатора, но и без связи, что в незнакомой местности может привести к совсем неприятным последствиям. Решить вышеописанную проблему призвана технология aGPS.

aGPS — assisted GPS. В дословном переводе — «ассистирующая GPS». Это технология, в которой внешний источник, в большинстве случаев сотовый оператор, помогает приемнику в определении координат. В данном случае встроенный в телефон или коммуникатор GPS-модуль только получает данные от спутников и, не обрабатывая, посылает их на сервер оператора. Сервер в свою очередь анализирует полученные данные в считанные секунды. После чего посылает уже готовые координаты на телефон. Помимо этого, оператор может хранить у себя актуальные данные альманаха и эфемерид, постоянно обновляя их через Интернет. И отсылать их на телефон по первому требованию, ускоряя, таким образом, старт в десятки раз. И это лишь два самых простых варианта использования данной технологии. В будущем благодаря aGPS может появиться множество мобильных сервисов, основанных на позиционировании. Начиная с простейшей загрузки карты местности, на которой вы находитесь, до вызова такси без указания адреса. Причем для развития этой технологии есть все предпосылки, так как ее функционирование напрямую зависит от операторов сотовой связи. А у последних с каждым годом остается все меньше новых интересных услуг.

## Классификация GPS-приемников

Все GPS-приемники делятся на два основных типа — кодовые и фазовые. Первые для определения координат используют информацию спутникового сигнала, вторые же для вычисления используют сам радиосигнал. На сегодняшний день фазовые приемники используются исключительно в геодезии и картографии, их стоимость может достигать нескольких десятков тысяч долларов, а точность измерения доходит до нескольких миллиметров. Для гражданских же нужд используются исключительно кодовые приемники.

До недавнего времени гражданские GPS-приемники можно было разделить на три основных типа — это автомобильные, пешеходные и морские.

Пожалуй, самым распространенным видом на сегодняшний день являются автомобильные GPS-навигаторы. Эти устройства могут быть как встроены в автомобиль на производстве, так и установлены после покупки. Они всегда снабжены подробной картой, с помощью которой можно проложить маршрут, учитывающий все правила движения. Они обладают большим и нередко сенсорным цветным дисплеем и оптимизированы под использование в автомобиле. Многие модели позволяют загружать информацию о пробках и дорожных работах.



Пешеходные навигаторы предназначены, прежде всего, для туристов. Эти устройства могут быть ориентированы на работу с картой или функционировать без нее. В последнем случае они выполняют функцию продвинутого компаса. Например, уходя в лес, вы отмечаете контрольной точкой местоположение своего автомобиля, после чего отправляетесь в путь. Когда же приходит время возвращаться, вы уже четко знаете, в каком направлении вам надо двигаться, чтобы попасть к контрольной точке, машине, так как она отмечена на дисплее вашего навигатора.



Назначение морских навигаторов можно определить по названию. В них сосредоточено, пожалуй, наибольшее количество специализированных функций. Здесь и прием данных о погоде, и информация о морских течениях, глубинах, приливах/отливах, и возможность прослушивания спутниковых радиостанций. Они, как правило, имеют довольно внушительные размеры и водонепроницаемый корпус.



Последними мы рассмотрим интегрированные GPS-приемники. Несмотря на то, что на данном этапе они имеют наименьшую численность среди существующих GPS-устройств, в будущем их доля будет увеличиваться, и в гражданском сегменте они должны полностью вытеснить специализированные устройства. Современные встраиваемые GPS-чипы имеют очень скромные размеры, при этом, практически не уступая своим старшим аналогам в точности определения координат.



Чтобы пройти тест по теме «GPS: принципы работы, классификация устройств», перейдите по ссылке: [http://technoschool.ru/cgi-bin/show.pl?option=chs\\_trg&id=25&kind=t](http://technoschool.ru/cgi-bin/show.pl?option=chs_trg&id=25&kind=t)