

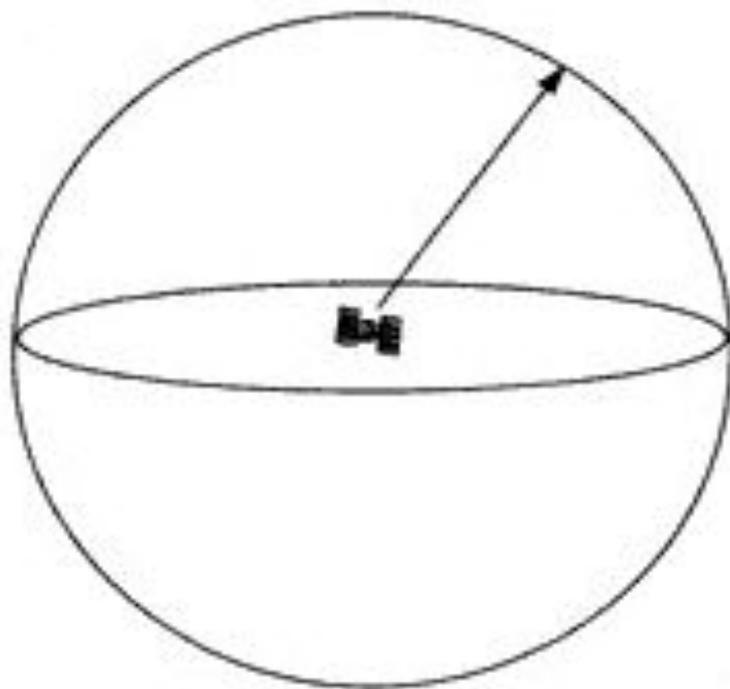
# Спутниковые навигационные системы.

- Циклон, Цикада, Transit – Спут.радионав. Системы – 60 –70-х годов.
- Navstar (Navigation system with timing and ranging - навигационная система определения времени и дальности) (1977 г.).
- GPS-Global Positioning System. 28 спутников, с высотой 20350 км. Погрешность местоопределения 3-5м.
- Режим дифференциальной коррекции DGPS-Differential GPS. Используются два приемника, один из которых стационарный.
- ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система) (1976 г.).
- Galileo Европейская СРНС (90-е годы).

## Спутниковая трилатерация

- Точные координаты могут быть вычислены для места на поверхности Земли по измерениям расстояний от группы спутников (если их положение в космосе известно). В этом случае спутники являются пунктами с известными координатами. Предположим, что расстояние от одного спутника известно и мы можем описать сферу заданного радиуса вокруг него. Если мы знаем также расстояние и до второго спутника, то определяемое местоположение будет расположено где-то в круге, задаваемом пересечением двух сфер. Третий спутник определяет две точки на окружности. Теперь остаётся только выбрать правильную точку. Однако одна из точек всегда может быть отброшена, так как она имеет высокую скорость перемещения или находится на или под поверхностью Земли. Таким образом, зная расстояние до трёх спутников, можно вычислить координаты определяемой точки.

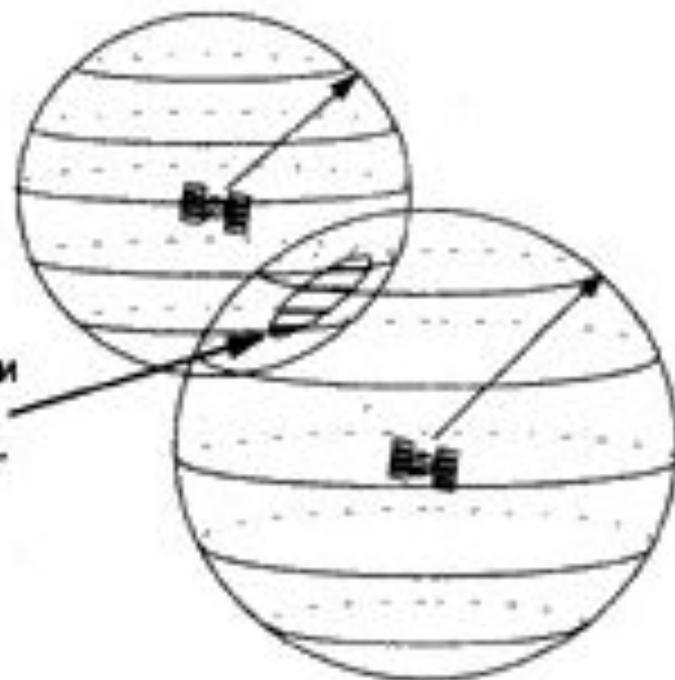
Одно измерение указывает  
наше положение на  
поверхности сферы



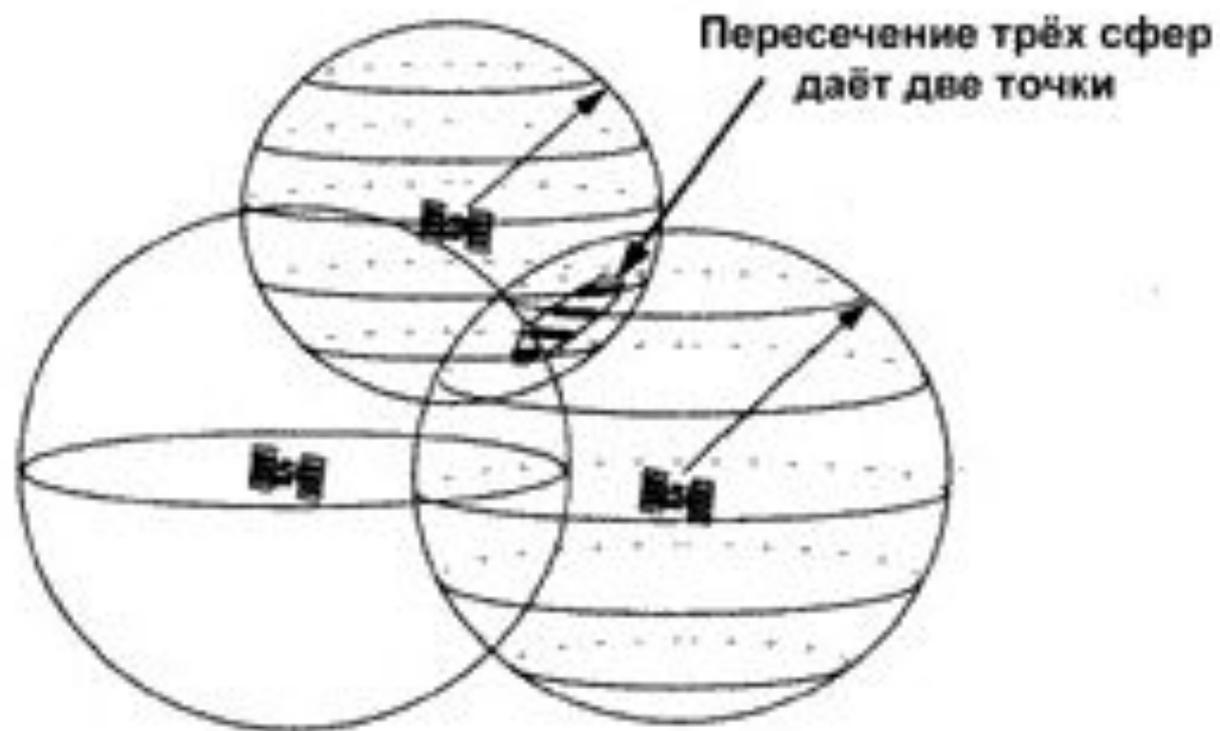
Мы находимся  
на поверхности  
этой сферы

**Второе измерение указывает наше  
местоположение на пересечении  
двух сфер**

**При пересечении  
двух сфер  
образуется круг**

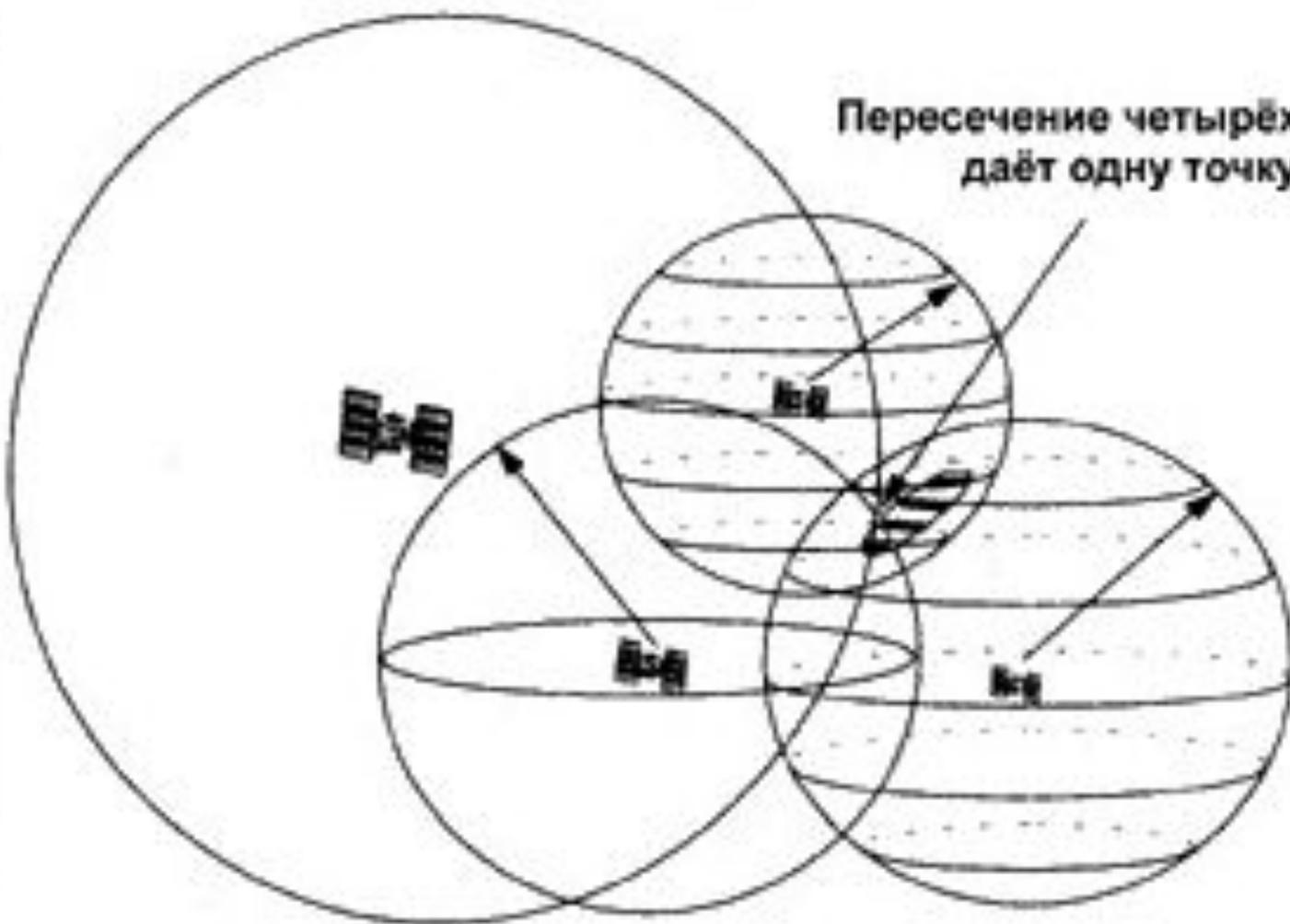


Третье измерение даёт нам положение  
в одной из двух возможных точек



Четвёртое измерение точно определяет  
наше местоположение

Пересечение четырёх сфер  
даёт одну точку



# Спутниковая дальнометрия

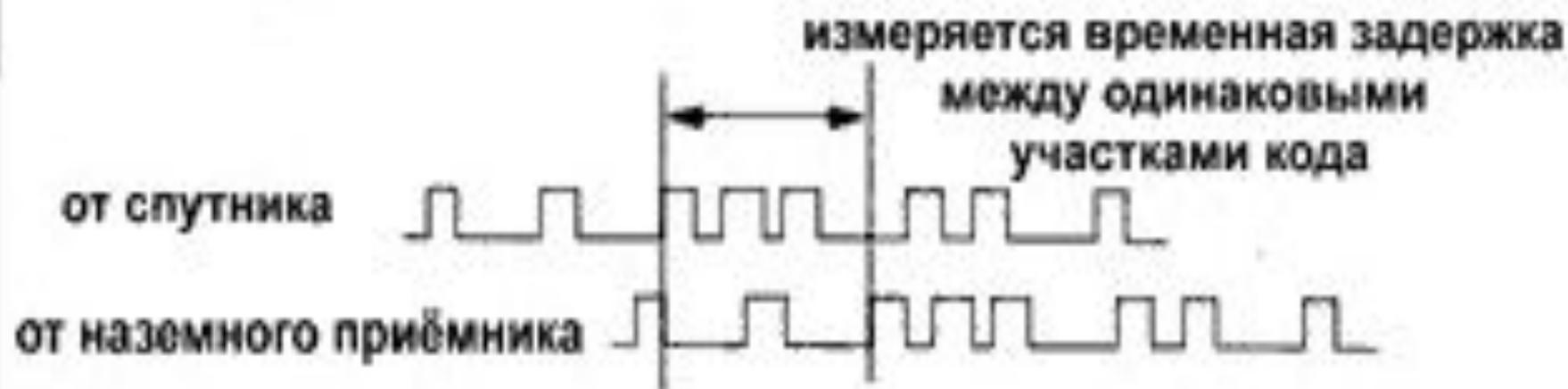
- Расстояние до спутников определяется по измерениям времени прохождения радиосигнала от космического аппарата до приёмника умноженным на скорость света. Для того, чтобы определить время распространения сигнала нам необходимо знать когда он покинул спутник. Для этого на спутнике и в приёмнике одновременно генерируется одинаковый Псевдослучайный Код\* \*  
- Каждый спутник GPS передаёт два радиосигнала: на частоте  $L1=1575.42$  МГц и  $L2=1227.60$  МГц. Сигнал  $L1$  имеет два дальномерных кода с псевдослучайным шумом (PRN), P-код и C/A код. “Точный” или P-код может быть зашифрован для военных целей. “Грубый” или C/A код не зашифрован. Сигнал  $L2$  модулируется только с P-кодом. Большинство гражданских пользователей используют C/A код при работе с GPS системами. Некоторые приёмники Trimble геодезического класса работают с P-кодом. Приёмник проверяет входящий сигнал со спутника и определяет когда он генерировал такой же код. Полученная разница, умноженная на скорость света ( $\sim 300000$  км/с) даёт искомое расстояние. Использование кода позволяет приёмнику определить временную задержку в любое время. Кроме того, спутники могут излучать сигнал на одной и той же частоте, так как каждый спутник идентифицируется по своему Псевдослучайному коду (PRN или PseudoRandom Number code).

# Точная временная привязка

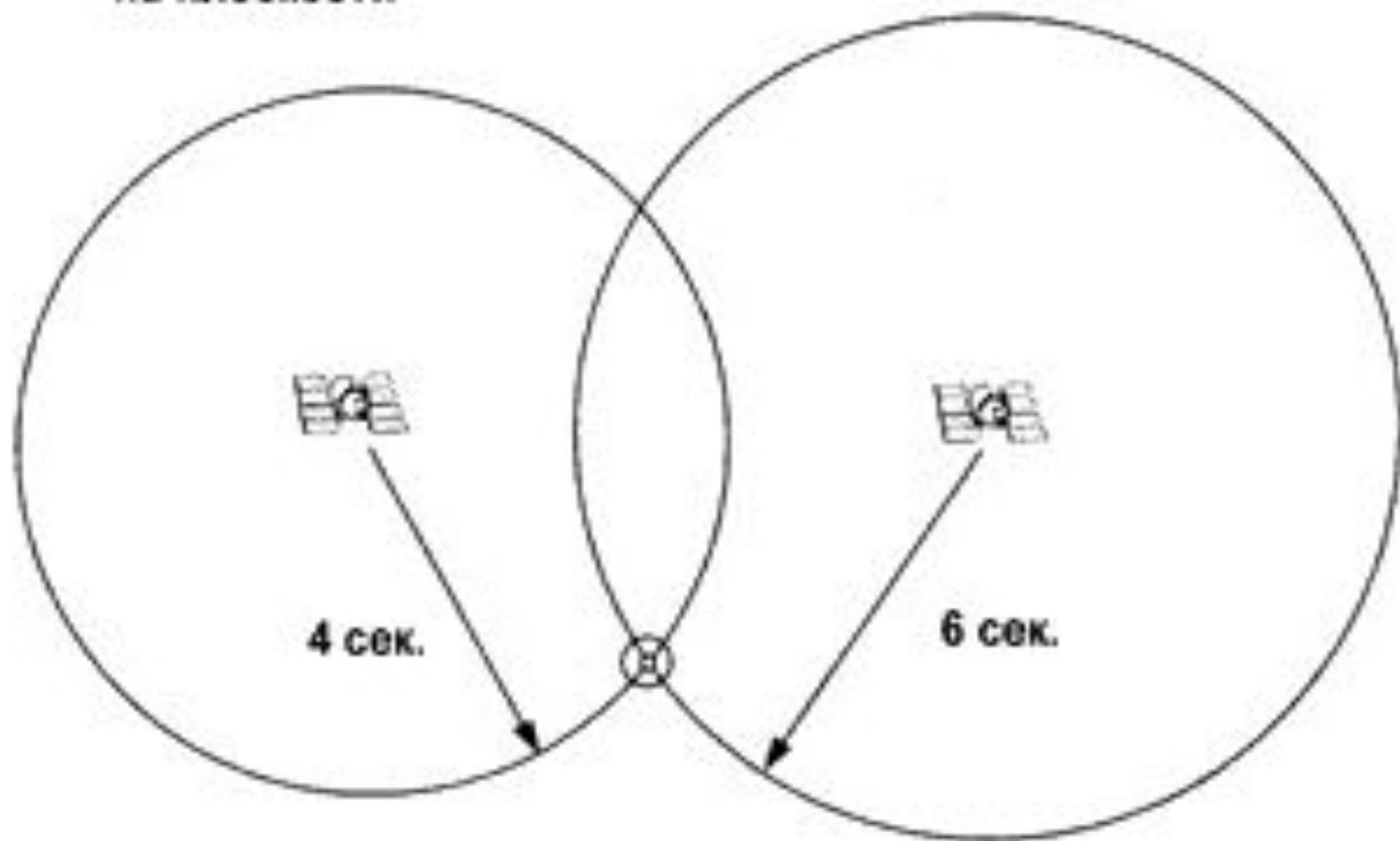
Вычисления напрямую зависят от точности хода часов. Код должен генерироваться на спутнике и приёмнике в одно и то же время. На спутниках установлены атомные часы имеющие точность около одной наносекунды. Однако это слишком дорого, чтобы устанавливать такие часы в каждый GPS приёмник, поэтому измерения от четвёртого спутника используются для устранения ошибок хода часов приёмника. Эти измерения можно использовать для устранения ошибок, которые возникают если часы на спутнике и в приёмнике не синхронизированы. Для наглядности, иллюстрации приведённые ниже рассматривают ситуацию на плоскости, так как только три спутника необходимо для вычисления местоположения объекта. Если часы на спутнике и в приёмнике имеют одинаковую точность хода, то точное местоположение может быть найдено по измерениям расстояния до двух спутников. Если получены измерения с трёх спутников и все часы точные, то круг описанный радиус-вектором от третьего спутника будет пересекаться как показано на рисунке. Однако, если часы в приёмнике спешат на 1 секунду, то картина будет выглядеть следующим образом. Если сделать замер до третьего спутника, то полученный радиус-вектор не пересечётся с двумя другими как показано на рисунке. Когда GPS приёмник получает серию измерений которые не пересекаются в одной точке, то компьютер в приёмнике начинает вычитать (или добавлять) время методом последовательных итерации до тех пор, пока не сведёт все измерения к одной точке. После этого вычисляется поправка и делается соответствующее уравнивание. Если вам требуется третье измерение, то необходим четвёртый спутник для устранения ошибок хода часов в приёмнике. Таким образом, при работе в поле вам необходимо иметь минимум четыре спутника, чтобы определить трёхмерные координаты объекта.

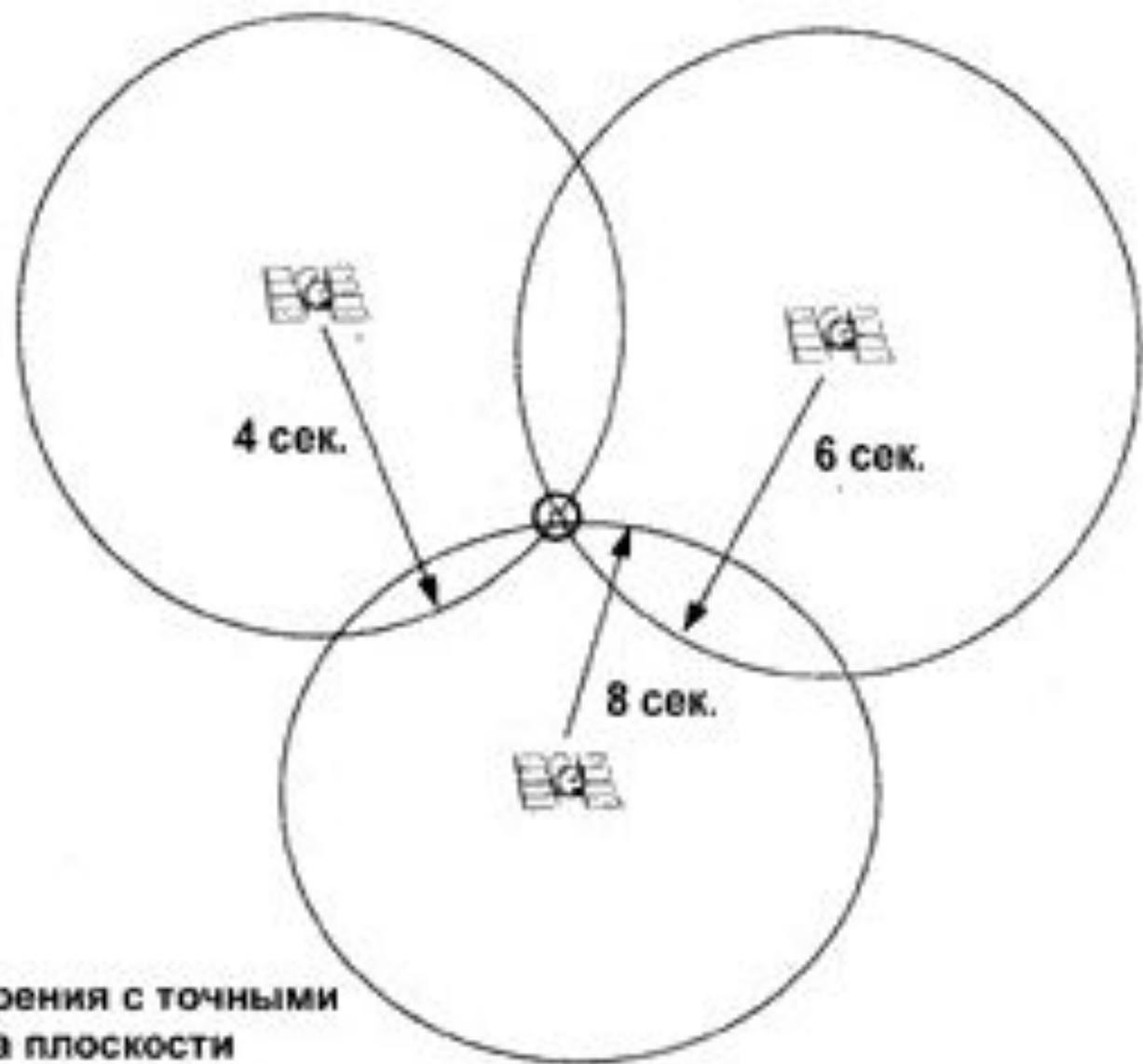
Откуда мы знаем когда сигнал покинул спутник ?

- Приёмник и спутник используют одинаковый код
- Приёмник и спутник синхронизируют так, чтобы они генерировали одновременно одинаковый код
- Затем принимают входящий код со спутника и определяют насколько давно приёмник генерировал такой же код



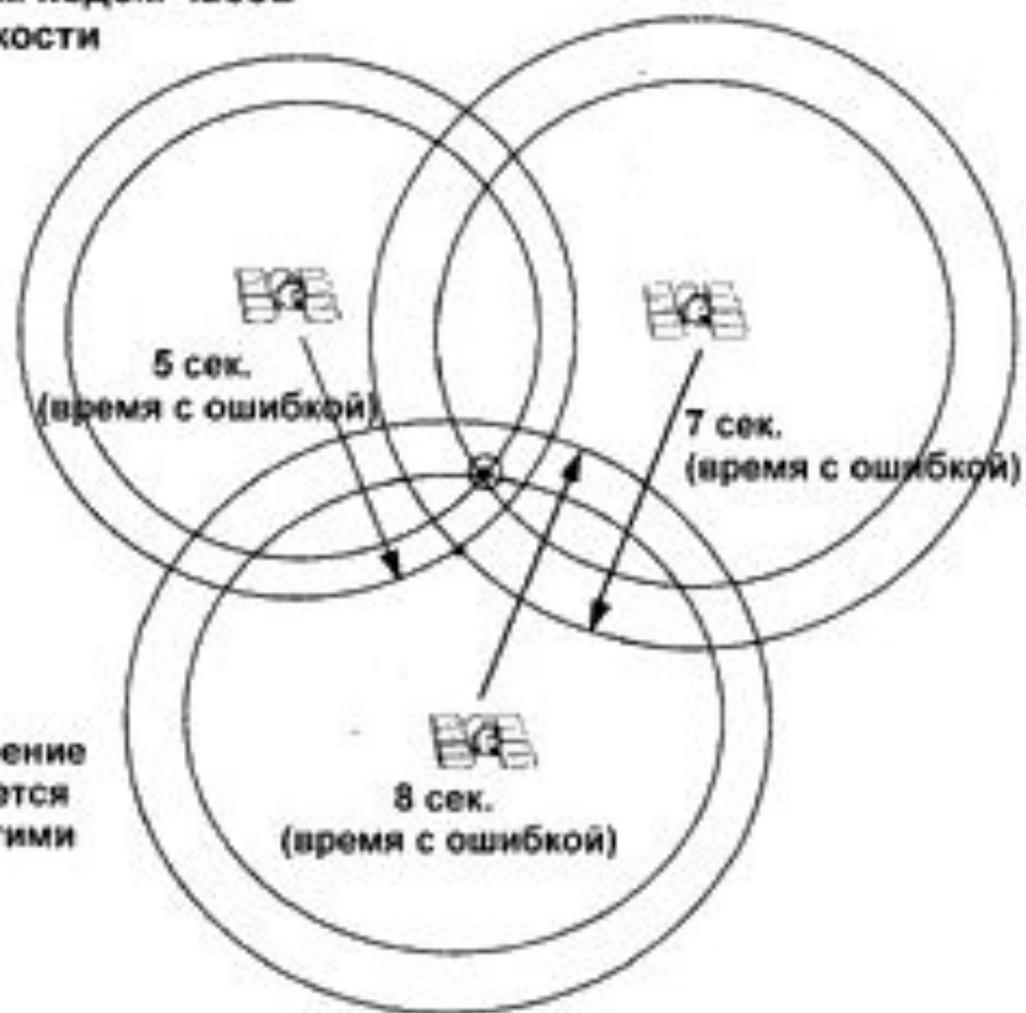
Два измерения с точными часами  
на плоскости





Три измерения с точными часами на плоскости

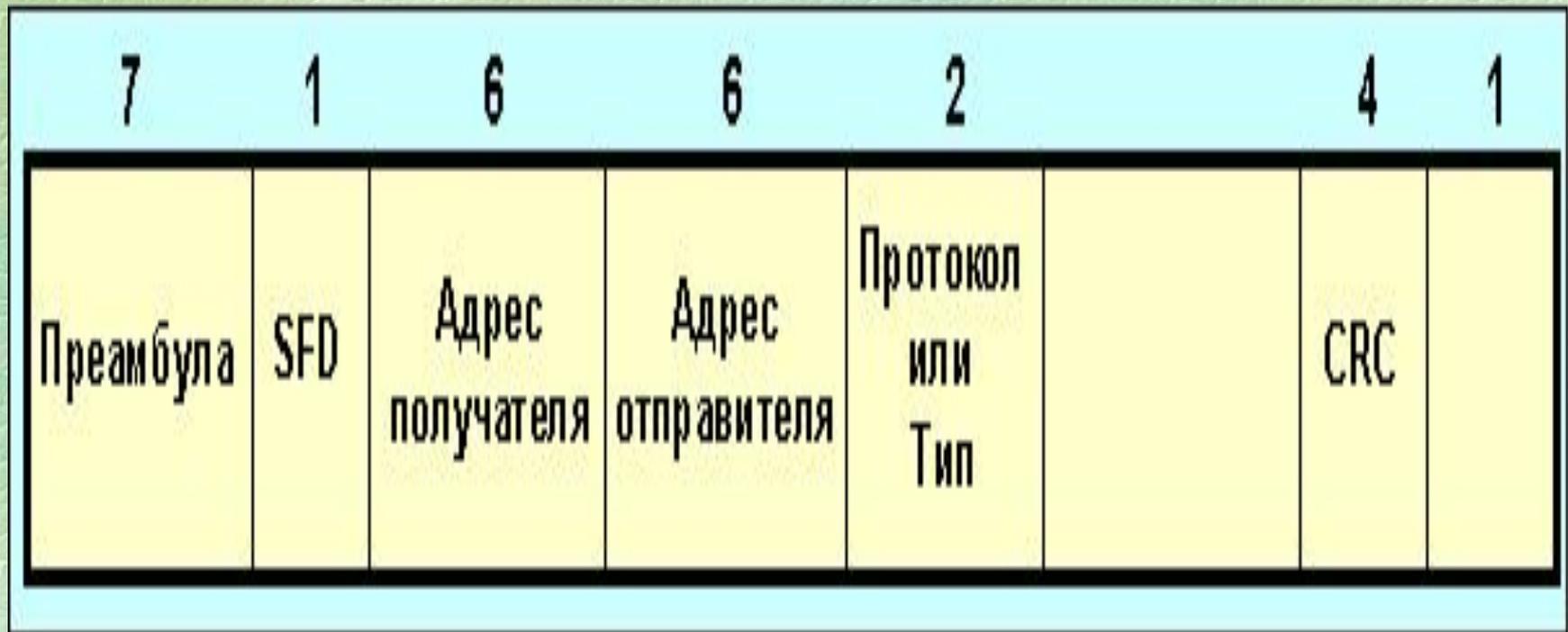
Три измерения с более  
быстрым ходом часов  
на плоскости



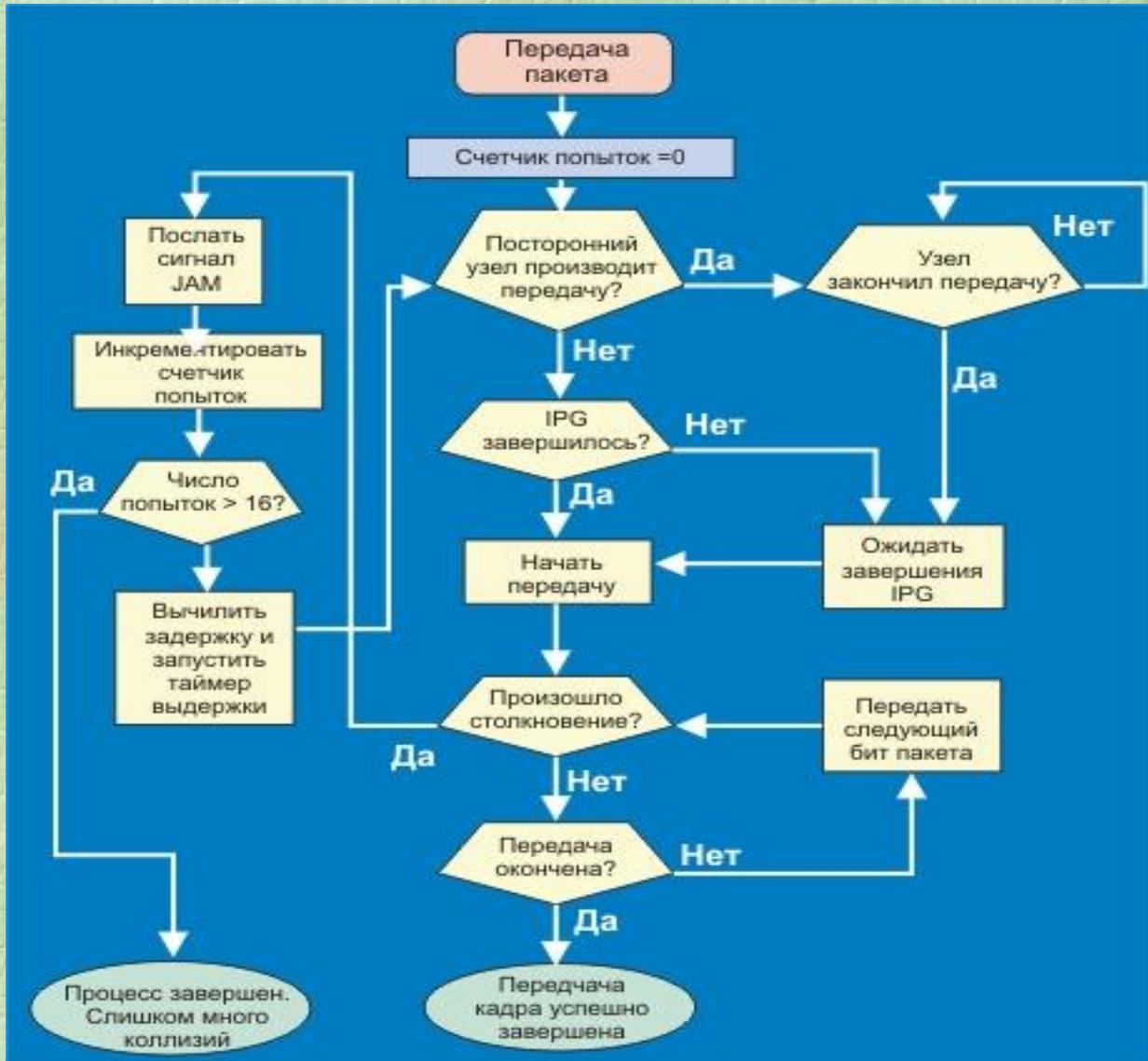
Третье измерение  
не пересекается  
с двумя другими

# Формат кадра сетей ethernet (цифры в верхней части рисунка показывают размер поля в байтах)

- Поле *преамбула* служит для стабилизации и синхронизации среды, далее следует поле *SFD* (start frame delimiter), которое предназначено для выявления начала кадра. Поле *EFD* (end frame delimiter) задает конец кадра. Поле контрольной суммы (*CRC* - cyclic redundancy check), также как и преамбула, SFD и EFD, формируются и контролируются на аппаратном уровне.



# Алгоритма доступа к сетевой среде CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection).



# Схема некоторых возможных вариантов подключения рабочих станций к Ethernet

