

# Лекция №07

## Геодезические методы измерений Способы определения площадей

1. Геодезические методы измерений
2. Глобальные системы позиционирования
3. Определение площадей земельных участков



# Способы межевой съемки земельных участков

- Межевую съемку земельных участков выполняют традиционными геодезическими способами, которые используют при топографической съемке местности.
- В то же самое время она имеет и ряд специфических особенностей и отличий, которые определяют ее назначение и название. Прежде всего они относятся к объектам съемки.
- При межевой съемке земельного участка наряду с обычными объектами дополнительно должно быть также определено пространственное положение некоторых других объектов, которые обязательно нужно отобразить на плане земельного участка.
- Их классификация зависит от результатов соответствующих договоренностей между участниками земельных отношений, возникающих при межевании земельного участка (например, границы зон ограничений и обременении, объектов недвижимости и др.).
- Особенностью межевой съемки земельных участков является также необходимость выполнения наружных обмеров зданий и сооружений для их последующей регистрации как объектов недвижимости. При этом точность обмеров не зависит от масштаба межевой съемки земельного участка, который, как и масштаб плана земельного участка, определяется заданием на выполнение работ.

- Межевую съемку земельных участков, как правило, выполняют от пунктов межевой съемочной сети. В то же время, если это оговорено заданием на выполнение работ, то эта съемка может быть выполнена привязкой к надежно закрепленным на местности межевым знакам.
- Необходимость определения при съемке высот характерных точек местности на земельном участке, а также на прилегающих к нему территориях, должна быть указана в задании на выполнение работ.
- До начала съемки положение зон ограничений и обременения, трасс подземных коммуникаций и т.п. должно быть обозначено на местности вешками или колышками. При съемке в обязательном порядке ведут соответствующий абрис.

- Межевую съемку земельного участка обычно осуществляют электронным тахеометром. При съемке используют, как правило, полярный метод. Не исключено также применение других методов, например прямых угловых засечек, промеров по створу, а также промеров от углов капитальных зданий и сооружений, находящихся на территории земельного участка.
- В последнем случае к пунктам межевой съемочной сети должно быть «привязано» не менее чем три характерные точки указанных зданий и сооружений. Для контроля и исключения пропусков «окон» с каждой съемочной станции устанавливают положение нескольких пикетов, определенных с других станций.

- При использовании электронных тахеометров режим его работы и другие сведения могут быть записаны наблюдателем в процессе съемки в сменный модуль памяти. Результаты измерений записываются в виде: отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам тахеометра, наклонных расстояниях или их горизонтальных проложений, а также некоторых других сведений (служебных сообщений), например: имени съёмочной станции, точки ориентирования и пикета; высоты прибора на станции и высоты визирования, кода объекта (пикета).

- При наружных обмерах, как правило, используют 20...30-метровые стальные рулетки с сантиметровыми делениями, а также так называемые «лазерные рулетки». Последние имеют малые размеры, небольшую массу, прочный корпус, просты в управлении. Для измерения расстояний в корпус рулетки помещают лазерный электромагнитный дальномер. При измерениях лазерный пучок наводят на отражающую поверхность объекта, до которого измеряют расстояние. Наведение осуществляют визуально, т. е. по «лазерному пятну» или используют для этого закрепленный на корпусе рулетки специальный оптический визир.
- Для измерения линий, расположенных в горизонтальной плоскости, лазерная рулетка имеет встроенный цилиндрический уровень, ось которого должна быть параллельна лазерному пучку. На рабочей панели рулетки, как правило, расположен экран с подсветкой, обеспечивающий удобную работу в условиях плохой освещенности. На панели также расположены управляющие клавиши (буквенно-цифровая панель). Результаты измерений, как правило, сохраняются в электронной памяти рулетки.

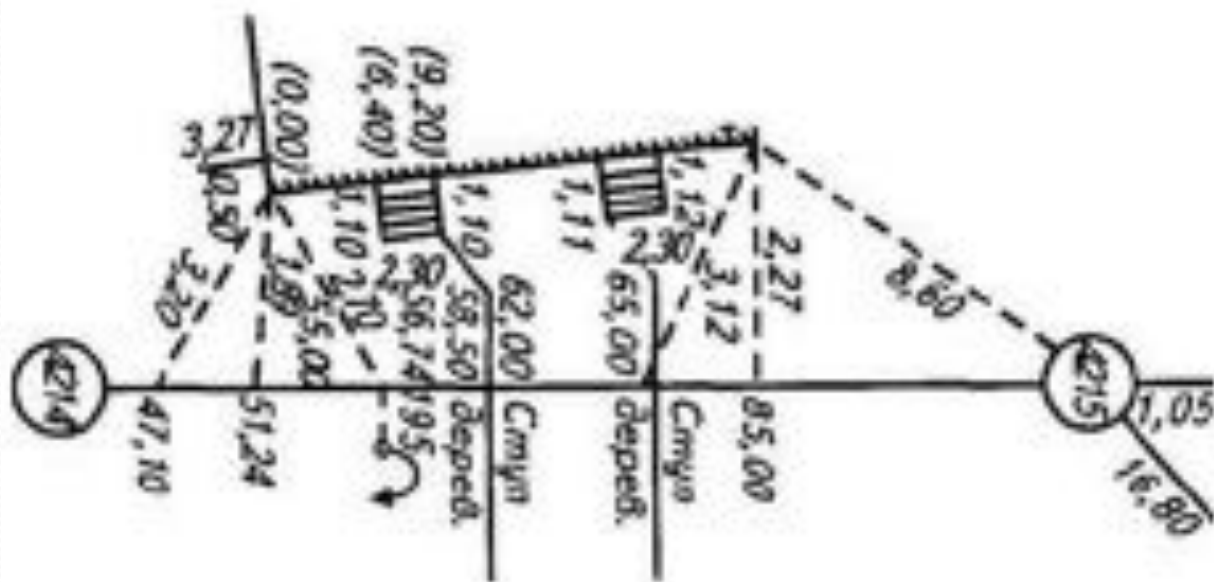
- Действие лазерных рулеток ограничено и находится в интервале от 0,2 до 200 м. Точность измерения расстояния характеризуется средней квадратической погрешностью, равной 1...3мм, без учета погрешностей установки рулетки в начале измеряемой линии, например в плоскости стены здания, а также внешних условий.
- Программное обеспечение рулетки может включать в себя различные математические функции: вычисление по результатам измерений площади помещения, имеющего прямоугольную форму; объема помещения; площадей треугольника и круга. Кроме того, расчет и выделение максимального или минимального расстояния в режиме непрерывных измерений и др. Выделение минимального значения измеряемого расстояния позволяет использовать рулетку при съемке ситуации методом перпендикуляров.
- Лазерные рулетки, как правило, имеют встроенный COM-порт (или USB), дающий возможность экспортировать результаты измерений в память компьютера как после измерений, так и в режиме реального времени.



- Наружный обмер здания проводят обязательно выше обреза цоколя на уровне оконных проемов первого этажа. Обрезом цоколя называют линию перехода утолщенной нижней части стен, именуемой цоколем, в нормальную для данного дома толщину стен. Это место в кладке оформляется чаще всего полочкой или откосом. В отдельных случаях, когда обрез цоколя находится выше человеческого роста, что препятствует замеру по телу строения, обмеры проводят по цоколю с поправкой на обрез, величина которого уточняется в наиболее удобном для этого месте.
- При обмерах, особенно зданий, расположенных на косогорах, следят за тем, чтобы замеры выполняли по горизонтальной линии. Обмеривают контуры стен здания, пристроек к нему, крылец, ступеней, а также оконных и дверных проемов по всему наружному периметру здания.
- Если углы поворота контура здания не равны  $90^\circ$ , то при обмере делают дополнительные построения и измерения, позволяющие не только правильно отобразить на плане линию контура, но и вычислить площадь здания.

● Не подлежат обмеру наружные выступы и пилястры до 10 см. Выступы более 10 см, а также ступени крыльца и т. п. обмеряют. При обмере деревянных строений, углы которых срублены «в чашку» с выпуском концов бревен (пластин), необходимо эти выпуски из длины и ширины здания исключить. При внешнем обмере здания ведут абрис (рис. 3.3). При этом, на абрисе проставляют соответствующие размеры, округляя их до целых сантиметров. В тех случаях, когда в абрисе невозможно изобразить все части и записать четко все промеры, допускается сбоку на чистом поле абриса делать выноску, вычерчивать в более крупном масштабе требуемый узел плана и проставлять необходимые промеры. Начальную точку обмера строения в абрисе отмечают нулем. Цифры, показывающие начало и конец оконных проемов, крылец, ступеней и т. п., записывают в абрисе перпендикулярно по отношению к вычерченной стене. Оконные и дверные проемы, простенки между ними, пилястры, колонны, уступы, выступы и другие архитектурные детали замеряют от одной исходной точки проемов нарастающим итогом. В целях удобства чтения отсчетов по рулетке и их записи в абрис наружные обмеры зданий рекомендуют проводить против часовой стрелки.

По окончании обмера всего здания необходимо проверить правильность результатов выполненных измерений. Например, контроль можно осуществить путем выполнения выборочных повторных измерений отдельных частей контура здания. А контроль обмера здания прямоугольной формы можно выполнить, сравнивая измеренные длины его противоположных сторон. По результатам обмеров вычисляют площадь здания и (или) его отдельных частей.



# Контроль за проведением межевания

- При контроле за проведением межевания учитывают, что:
- Контроль за проведением межевания объектов землеустройства проводится с целью установления его соответствия техническим условиям и требованиям. Объектами контроля за проведением межевания объектов землеустройства являются:
  - 1) результаты полевых и камеральных работ;
  - 2) материалы межевания объектов землеустройства.
- Результаты контроля оформляют актом. Акты контроля за проведением межевания объектов землеустройства в качестве приложений включаются в землеустроительное дело.
- В процессе осуществления контроля осматривают в натуре межевые знаки и выполняются контрольные измерения.
- Контроль геодезических работ может быть осуществлен путем сравнения горизонтального проложения  $S$  линии между установленными на местности несмежными межевыми знаками, измеренной стальной прокомпарированной лентой (рулеткой) или электронным тахеометром (светодальномером), с ее горизонтальным проложением  $S_k$ , вычисленным по значениям плоских прямоугольных координат этих же межевых знаков, выписанным из соответствующего каталога. Абсолютное расхождение в длине контролируемой линии  $|\Delta S| = |S_m - S_k|$  не должно превышать значений  $\Delta S_{доп.}$ , приведенных в таблице 1.2.

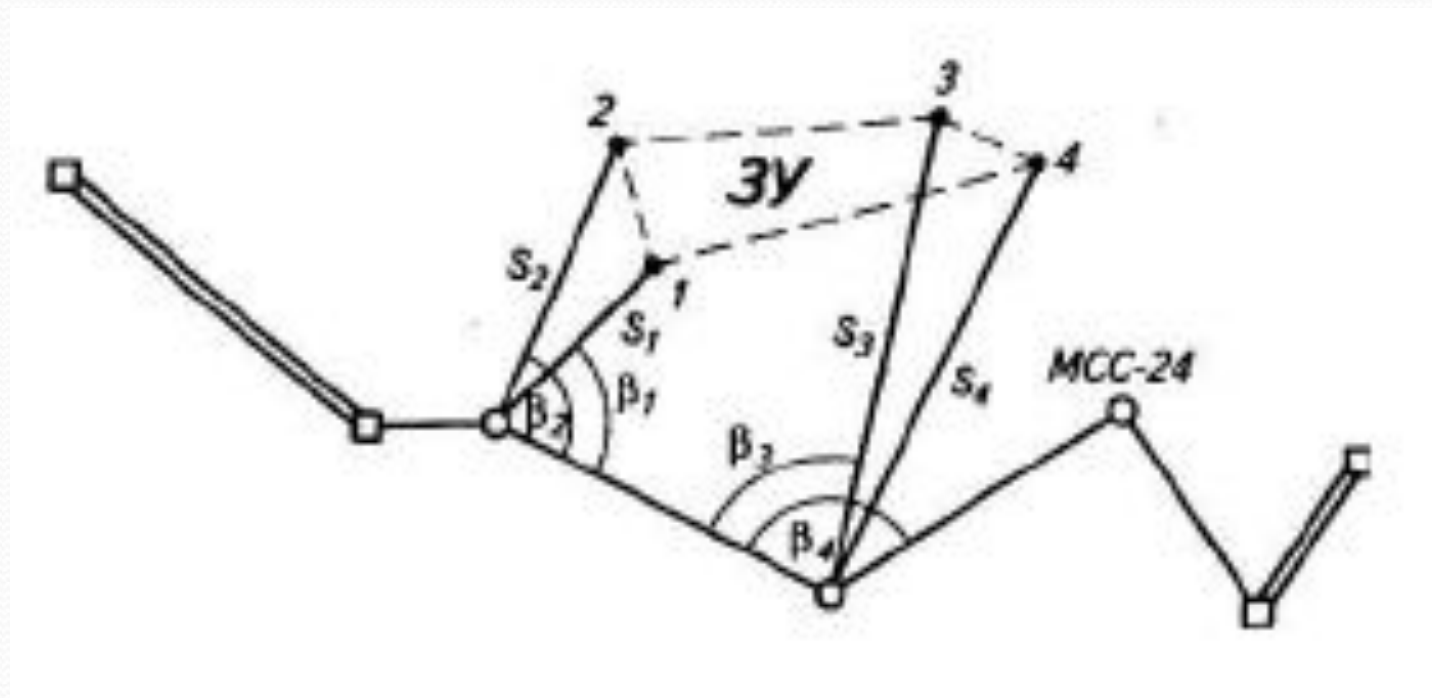
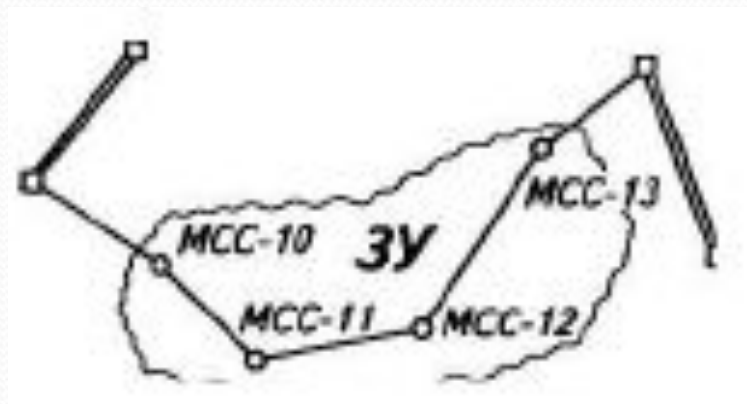
- Контроль может быть осуществлен выборочно независимым повторным определением положения установленных на местности межевых знаков геодезическими методами с ближайших пунктов ОМС и (или) проложением контрольных полигонометрических (теодолитных) ходов с точностью, обеспечивающей определение положения контролируемых межевых знаков со средней квадратической ошибкой  $M_t$  не ниже нормативной (таблица 1).
- По результатам контроля вычисляют плоские прямоугольные координаты  $X_m, Y_m$  межевых знаков и разности
- $$\Delta X = X_m - X_k \text{ и } \Delta Y = Y_m - Y_k ,$$
- где  $X_k$  и  $Y_k$  - плоские прямоугольные координаты этих же межевых знаков, выписанные из соответствующего каталога.
- Абсолютное расхождение  $f = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$  , в положении контролируемого межевого знака не должно превышать допустимых значений  $f_{доп.}$ , приведенных в таблице 1.2.

# Геодезические методы измерений

- Плановое положение на местности границ земельного участка характеризуется плоскими прямоугольными координатами центров межевых знаков, вычисленных в местной системе координат
- Для их определения используют: спутниковые, геодезические, фотограмметрические и картометрические методы, предусмотренные техническим проектом.
- Геодезические методы предусматривают выполнение двух основных видов работ:
  - построение межевой съемочной сети
  - определение плоских прямоугольных координат межевых знаков.
- Современные автоматизированные средства геодезических измерений совмещают в одном приборе измерение горизонтальных и вертикальных углов, наклонных расстояний и математическую обработку.
- Существующие электронные тахеометры можно условно разделить на три группы: простейшие, универсальные и роботизированные.

# Технологическая последовательность работ

- Технологическая последовательность работ при определении координат межевых знаков, предполагает двухстадийное геодезическое построение.
- На первой стадии от пунктов опорных межевых сетей определяют положение (координаты) пунктов межевой съёмочной сети, располагаемых вблизи объекта землеустройства, например земельного участка.
- На второй стадии, используя пункты межевой съёмочной сети в качестве исходной геодезической основы, определяют обычно полярным способом положение (координаты) межевых знаков, измеряя электронным тахеометром соответствующие полярные углы  $\beta$  и горизонтальные проложения  $S$ .
- При этом расстояния от прибора до отражателей, установленных над центрами соответствующих межевых знаков, практически не ограничиваются по длине в виду сравнительно высокой точности их измерения электронным тахеометром.
- Для контроля желательно измерить расстояние между смежными межевыми знаками.





- При работе с электронным тахеометром в условиях открытой и полужакрытой местности удобно использовать метод свободной станции.
- Сущность метода заключается в том, что строят МСС и определяют координаты межевых знаков одновременно.
- Для этого весь земельный участок разделяют на отдельные участки (блоки).
- В пределах блока для определения месторасположения межевых знаков применяют полярный метод, используя связующий пункт МСС, на котором устанавливают электронный тахеометр.
- В каждом блоке, помимо связующего пункта, в программу наблюдений включают также не менее двух исходных пунктов (пункты опорных межевых сетей или имеющиеся в блоке связующие точки).
- Особенность метода — взаимная видимость между смежными пунктами межевой съемочной сети необязательна.
- В последующем собранная изложенным выше способом измерительная информация передается на ЭВМ, где обрабатывается и формируется в виде массивов координат межевых знаков, установленных в характерных поворотных точках границы земельного участка.

- Если межевую съемочную сеть создают в виде полигонометрических ходов с относительной невязкой не менее  $1/10000$ , то их длины не должны быть более 4 и 8 км соответственно для городских земель и земель поселений.
- При относительной невязке, равной  $1/5000$ , длины ходов, указанные выше, должны быть уменьшены в два раза.
- В результате математической обработки результатов измерений вычисляют координаты пунктов МСС, межевых знаков и характерных точек объектов недвижимости, а также получают другие геодезические данные, используемые при составлении карты (плана) границ земельного участка.

# применения

- **Потребность определения своего местоположения (позиционирования) на земной поверхности и особенно на море существовала всегда.**
- **Один из наиболее распространенных методов** заключался в определении своего местоположения по небесным светилам: солнцу и звездам склонение которых над горизонтом в заданное время было известно.
- **Развитие технологий и технических средств измерений** позволило усовершенствовать методы, с помощью которых можно определять свое местоположение.
- **Наиболее совершенный метод определения координат основан на использовании искусственных спутников Земли.**
- **Суть его заключается в измерении расстояния (дальности) от спутников летящих по строго заданным орбитам и непрерывно излучающих радиосигналы (мгновенные координаты спутников точно известны), до специальных приемников которые по этим сигналам определяют свое местоположение (координаты) в пространстве.**

# применения

Области деятельности, в которых где спутниковые системы позиционирования нашли свое применение:

Развитие опорных геодезических сетей.

Кадастровые и землеустроительные работы.

Топографическая, специальная и тематическая съемка объектов и процессов на поверхности земли и их картографирование.

Распространение единой высокоточной шкалы времени.

Исследование движений полюсов, земной поверхности и ледников, геоморфологические, биогеографические, океанологические и метеорологические исследования, мониторинг ионосферы и др.

Сельскохозяйственное применение - определение координат сельхозтехники с целью внесения удобрений по заранее заготовленным картам, привязка в ходе уборки объемов урожая к конкретным местам поля, выявление, определение положения и картографирование очагов позитивных и негативных процессов и др.

Экологические исследования: применение координатной привязки разливов нефти вследствие аварий, оценки площадей нефтяных пятен и определения направлений их движений.

# применения

- Обеспечение инженерно-прикладных работ - мостостроение, прокладка путепроводов, ЛЭП, привязка и вынос в натуру объектов и др.
- Спасательно-предупредительные работы - геодезическое обеспечение при бедствиях и катастрофах.
- Диспетчерские службы - обеспечение работы пожарных, милиции, скорой помощи, автомобильного и железнодорожного транспорта, где благодаря оптимальному выбору маршрутов и постоянному контролю за движением предвидится значительная экономия денежных средств и времени.
- Индивидуальное применение в быту. Создание устройств, используемых в качестве поводырей слепых.
- Установка соответствующей аппаратуры на личном автотранспорте. Автомобили экипируют электронными картами, по которым видно, где находится и куда движется автомашина.
- Навигация всех видов - воздушная, морская, сухопутная.
- Военные и разведывательные сферы.

# СИСТЕМ

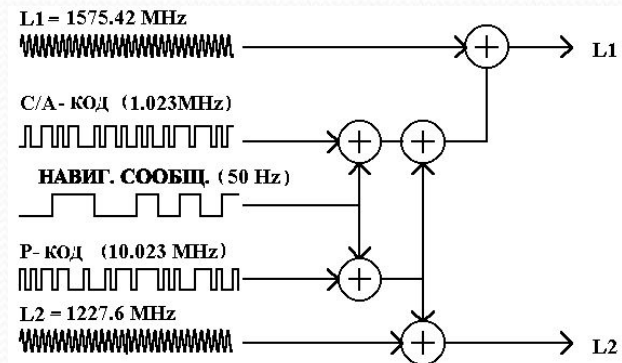
- Спутники располагаются так, что часть из них всегда видна (слышна) в любой точке Земного шара в любое время суток. Их можно наблюдать так же, как звезды во время астрономо-геодезических измерений.
- Основным достоинством спутниковых систем позиционирования является их глобальность, оперативность, всепогодность, оптимальная точность и эффективность. Для измерений не нужна видимость между определяемыми пунктами.
- Наблюдатель, перемещаясь по местности с приемником, автоматически фиксирует координаты объектов и дополнительно вводит информацию об их свойствах. Рядом фирм выпускаются приемники, специально ориентированные на сбор данных для ГИС.
- Данные выводятся на экран в целях визуализации и накапливаются в цифровом виде внутри прибора для последующей передачи и обработки.
- В качестве дополнения устанавливают инерциальные системы которые сохраняют привязку непрерывной даже в случаях, когда приемники теряют сигналы спутников.

# Обзор систем позиционирования

- На сегодняшний день наиболее перспективной и широко используемой подобной системой является Глобальная система позиционирования (GPS).
- **GPS (Global Positioning System)** - это спутниковая система для высокоточного определения координат статичных и движущихся объектов. Разработана и обслуживается Министерством обороны США, у военных используется под кодовым названием **NAVSTAR** (Navigation Satellite Timing and Ranging).
  - Проект запущен в 1978 г. на орбиту были выведены 24 космических аппарата. Окончательный ввод GPS в эксплуатацию состоялся в 1995 г.
  - Система GPS не была первой. Она пришла на смену устаревшей к тому времени системе "Tranzit" (начало разработки - 1964, запуск в работу - 1967). В ней местонахождение подвижного объекта устанавливалось по доплеровскому сдвигу частоты. Погрешность определения координат в этом случае составляла от 50 до 500м.
  - В 1963 году в СССР начались работы по построению этой системы. В 1967 году на орбиту был выведен первый отечественный навигационный спутник "Космос-192".

# Принцип работы GPS

- Система GPS в целом состоит из трех сегментов:
  - космического
  - управляющего
  - пользовательского
- **Космический сегмент** состоит из сети 24 спутников, находящихся примерно на 12-часовых орбитах, на борту каждого из которых имеются атомные часы. Орбитальный радиус спутников - приблизительно равен четырем Земным радиусам (26 600 км).



Структура сигналов L1 и L2.



# Структура GPS

- **Управляющий сегмент** содержит главную станцию управления - авиабаза Фалькон в штате Колорадо, пять станций слежения, расположенных на американских военных базах на Гавайских островах, островах Вознесения, Диего-Гарсия, Кваджелейн и Колорадо-Спрингс и три станции закладки: острова Вознесения, Диего-Гарсия, Кваджелейн.
- Кроме того, имеется сеть государственных и частных станций слежения за ИСЗ, которые выполняют наблюдения для уточнения параметров атмосферы и траекторий движения спутников. Собираемая информация обрабатывается в суперкомпьютерах и периодически передается на спутники для корректировки орбит и обновления навигационного сообщения.

# Структура GPS

- **Пользовательским сегментом** являются все, кто пользуются данными, посылаемыми спутниками. Если раньше пользователями в основном являлись военные и некоторые правительственные и научные учреждения, то на в настоящее время, за счёт доступности этой технологии, количество пользователей стремительно растёт.
- Путешествия, транспорт, слежение за животными и даже детьми, охранные системы - вот далеко не полный перечень применений системы GPS.
- **Приёмники сигналов GPS представляют собой специализированный компьютер.** По анализу сигналов, поступающих со спутников, он рассчитывает своё текущее местоположение. Если это положение меняется, то становится возможным расчёт дополнительных параметров - скорость, направление, время прибытия к целевому пункту назначения и т.п.
- Для отслеживания спутников нужно быть под открытым небом - под крышей или в тесном окружении высотных домов сигналы от спутников частично или полностью гасятся препятствиями. Облачность и осадки влияния на качество сигнала практически не оказывает, стекло и пластик - тоже не помеха.

# Аналоги системы GPS

- Помимо системы GPS сегодня существует её российский аналог. Называется он **ГЛОНАСС**, что означает Глобальная навигационная спутниковая система. Она стала разрабатываться в СССР также, как и GPS, в середине 70-х гг. и в 1993 г. была официально принята в эксплуатацию МО РФ. Американская GPS и отечественная ГЛОНАСС концептуально аналогичны и отличаются некоторыми аспектами технической реализации.
- Другая навигационная спутниковая система - **Galileo**. Эта система создаётся в тесном сотрудничестве множества европейских стран. Эта навигационная система так же, как и GPS, ориентирована на общий доступ различных потребителей. Сейчас ведутся подготовительные работы и научно-технологические исследования.
- Китай создает собственную спутниковую группировку «**Compass**», которая сможет обеспечить бесплатные глобальные навигационные и позиционирующие сервисы к 2020 году. «Compass» обеспечит охват всего Китая и подчиненных ему областей к концу 2010 года или в начале 2011 года, и превратится в глобальную сеть к 2020г.

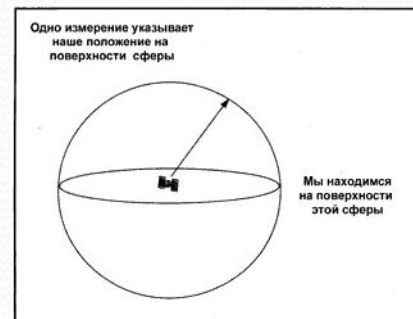
# Принцип действия GPS

- Принцип определения координат точки известен человечеству давно. С течением времени он практически не изменился, совершенствовались лишь инструменты и технологии их применения. Еще во время Первой мировой войны в Российской армии для обнаружения места расположения германской артиллерии использовали примитивные датчики. Они вырабатывали электрический сигнал в момент приёма звука выстрела вражеской пушки. Датчики располагали в нескольких точках с известными координатами и на основании разницы во времени поступления на них звуковых сигналов, вычисляли место расположения батарей противника.
- Во время Второй мировой войны англичане пошли дальше. Методы определения координат удалённой точки они использовали для наведения на германские цели своих бомбардировщиков. В их распоряжении были радиостанции-маяки, по функциональному назначению ничем не отличающиеся от современных космических спутников. Маяки располагались на Британских островах, а навигационные приемники - на борту бомбардировщиков. Курс самолетов корректировался по поступающим с маяков радиосигналам, и это, в значительной степени, обеспечивало высокую точность ночных бомбардировок английской авиации.

# Спутниковая трилатерация

Основы системы GPS можно разбить на пять основных подпунктов:

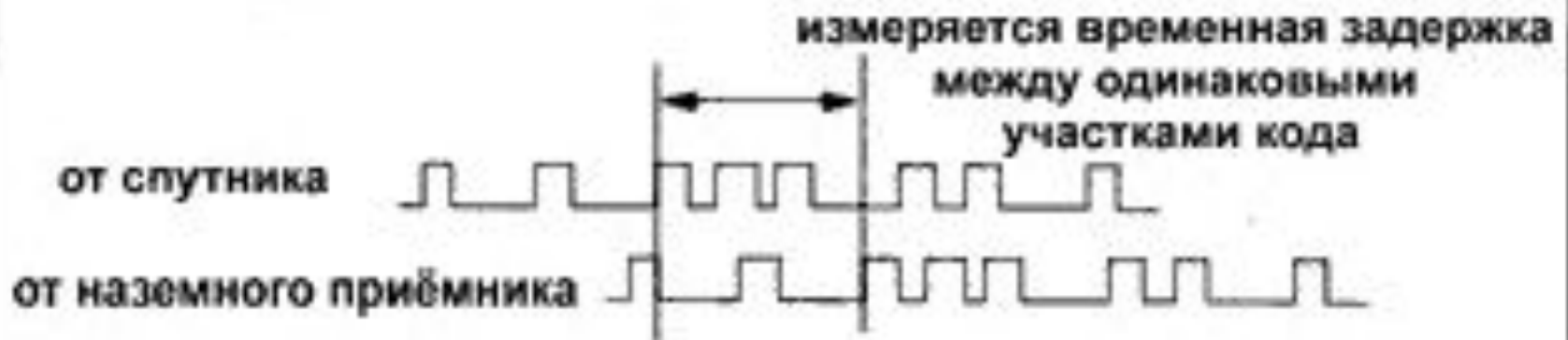
1. Спутниковая трилатерация - основа системы определения положения.
2. Спутниковая дальнометрия – измерение расстояний до спутников.
3. Точная временная привязка – зачем нужно согласовывать часы в приёмнике и на спутнике и для чего требуется 4-й космический аппарат.
4. Расположение спутников – определение точного положения спутников в космосе.
5. Коррекция ошибок – учёт ошибок вносимых задержками в тропосфере и ионосфере.



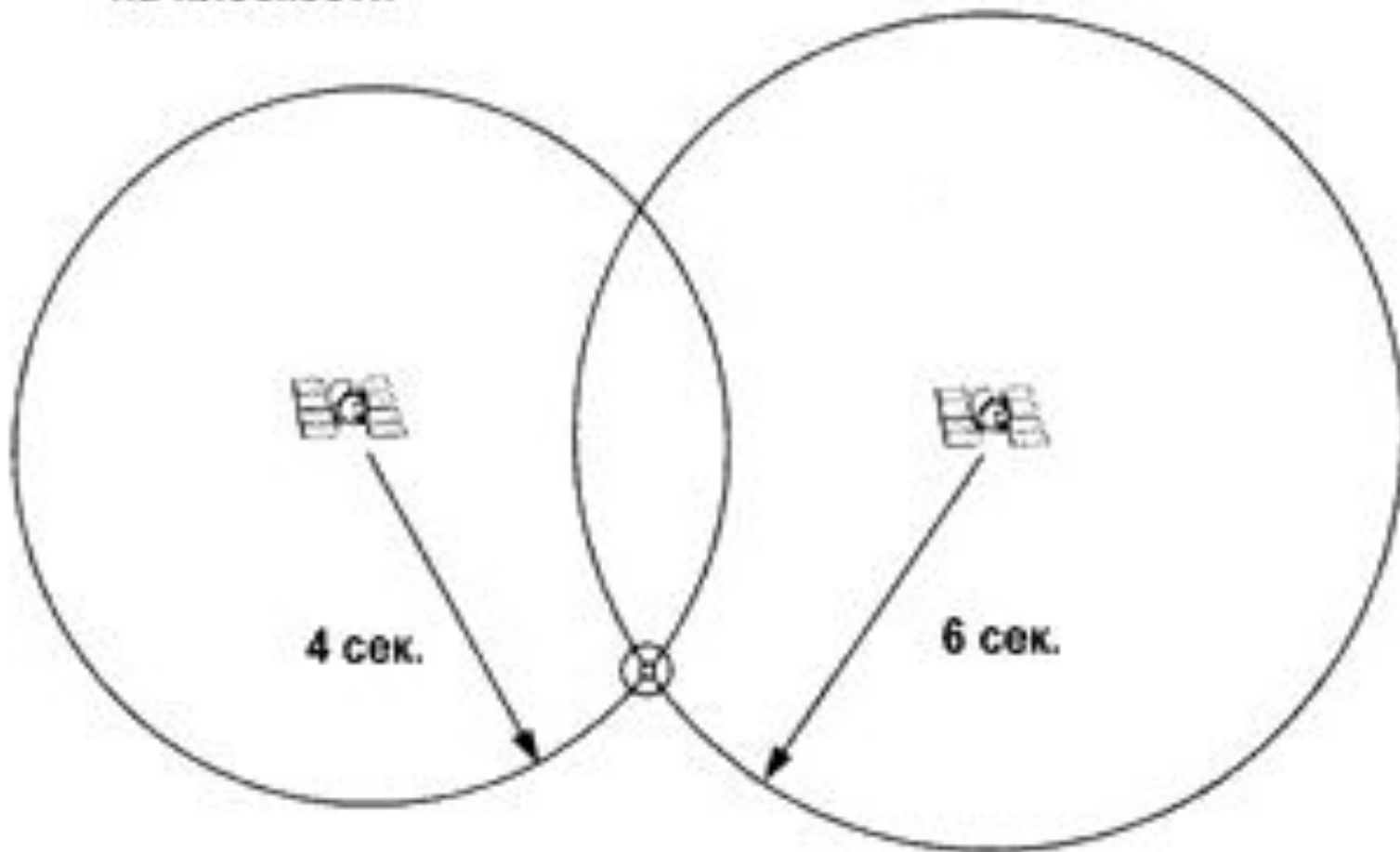
# Спутниковая дальнометрия

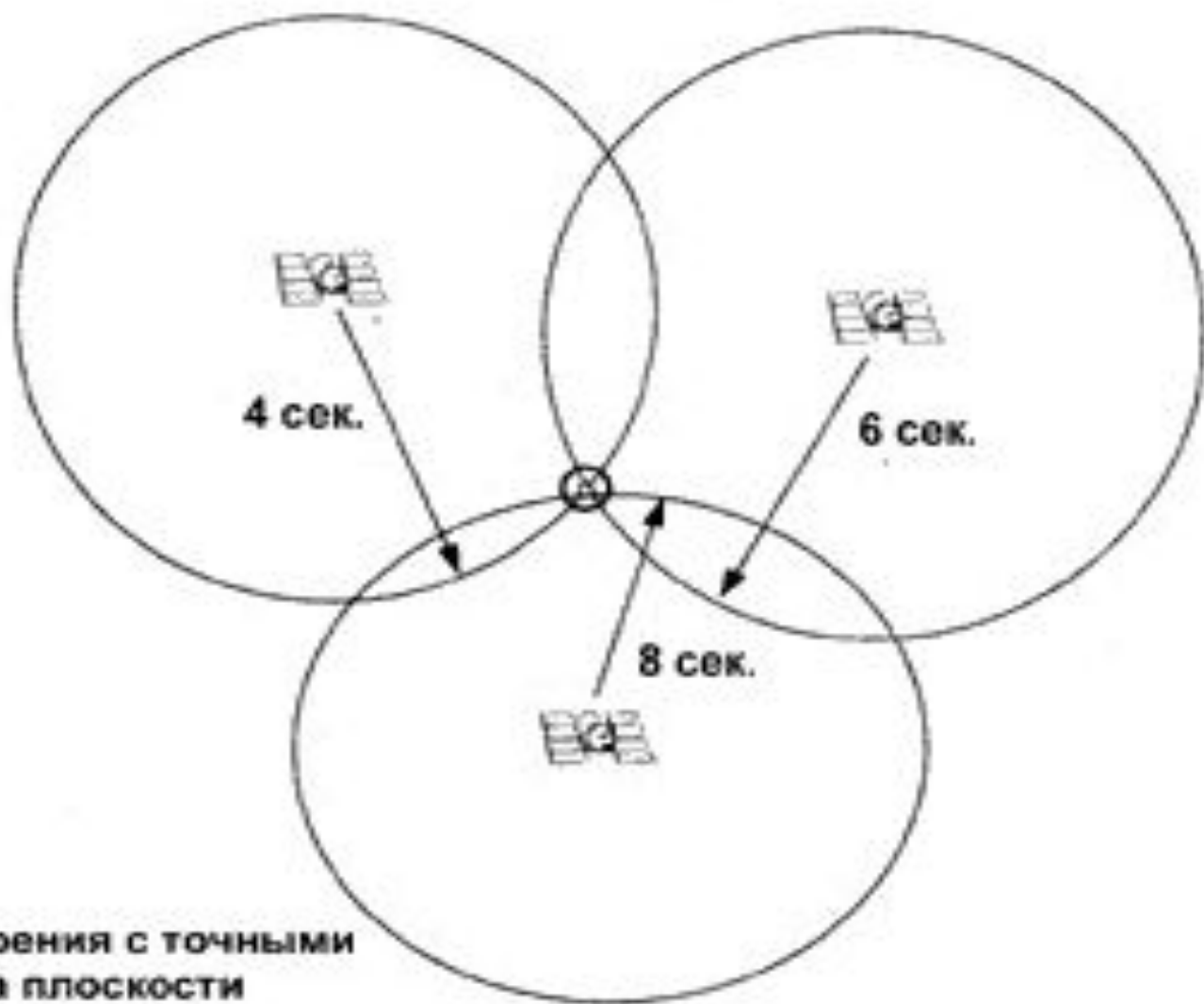
Откуда мы знаем когда сигнал покинул спутник ?

- 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

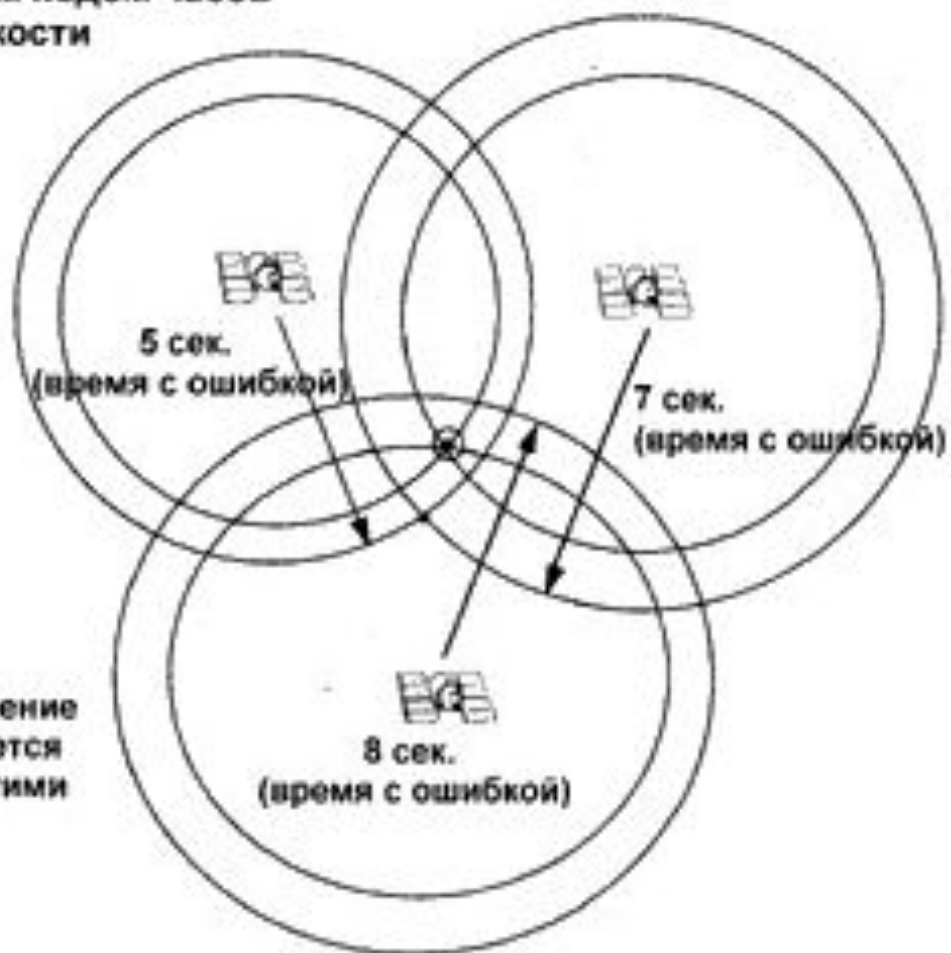




Три измерения с точными часами на плоскости

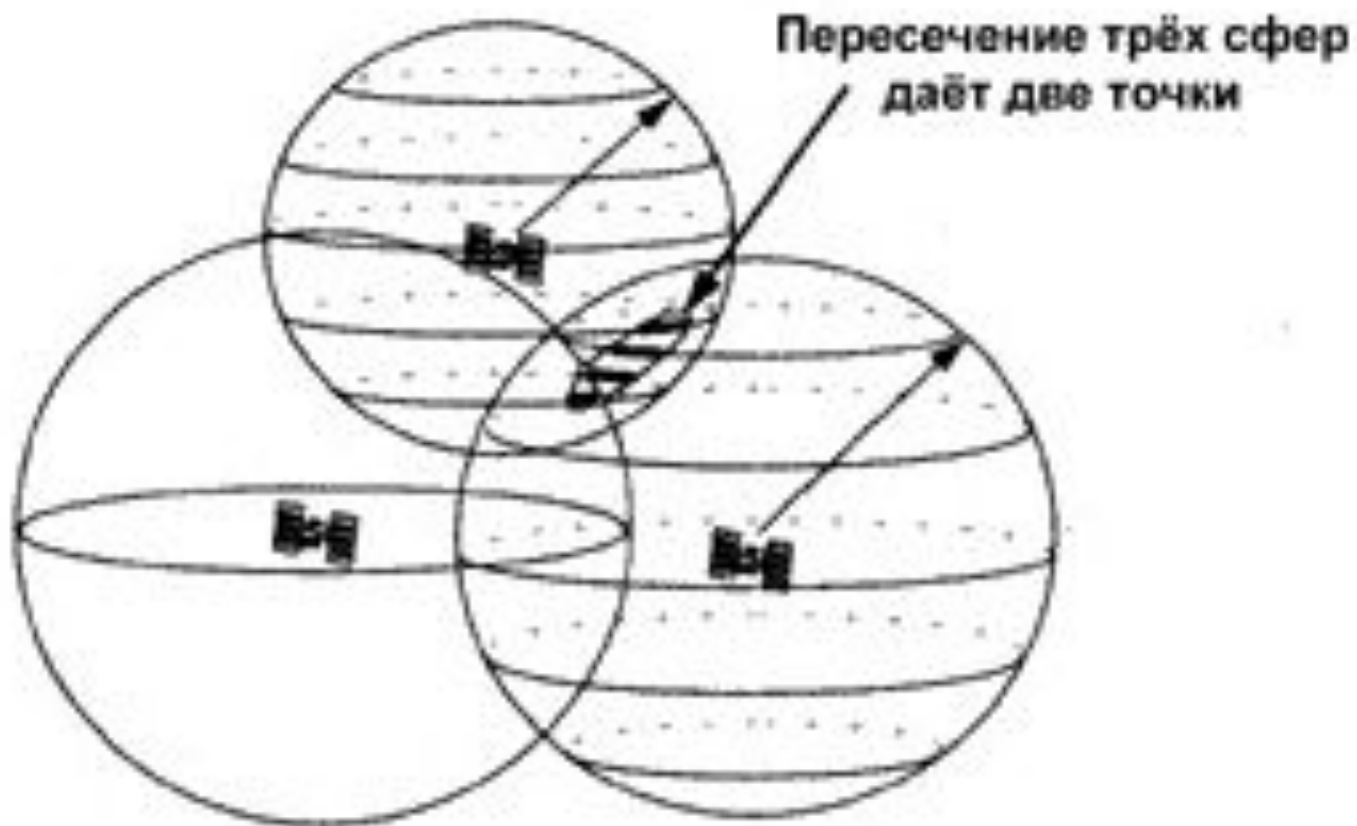


Три измерения с более  
быстрым ходом часов  
на плоскости



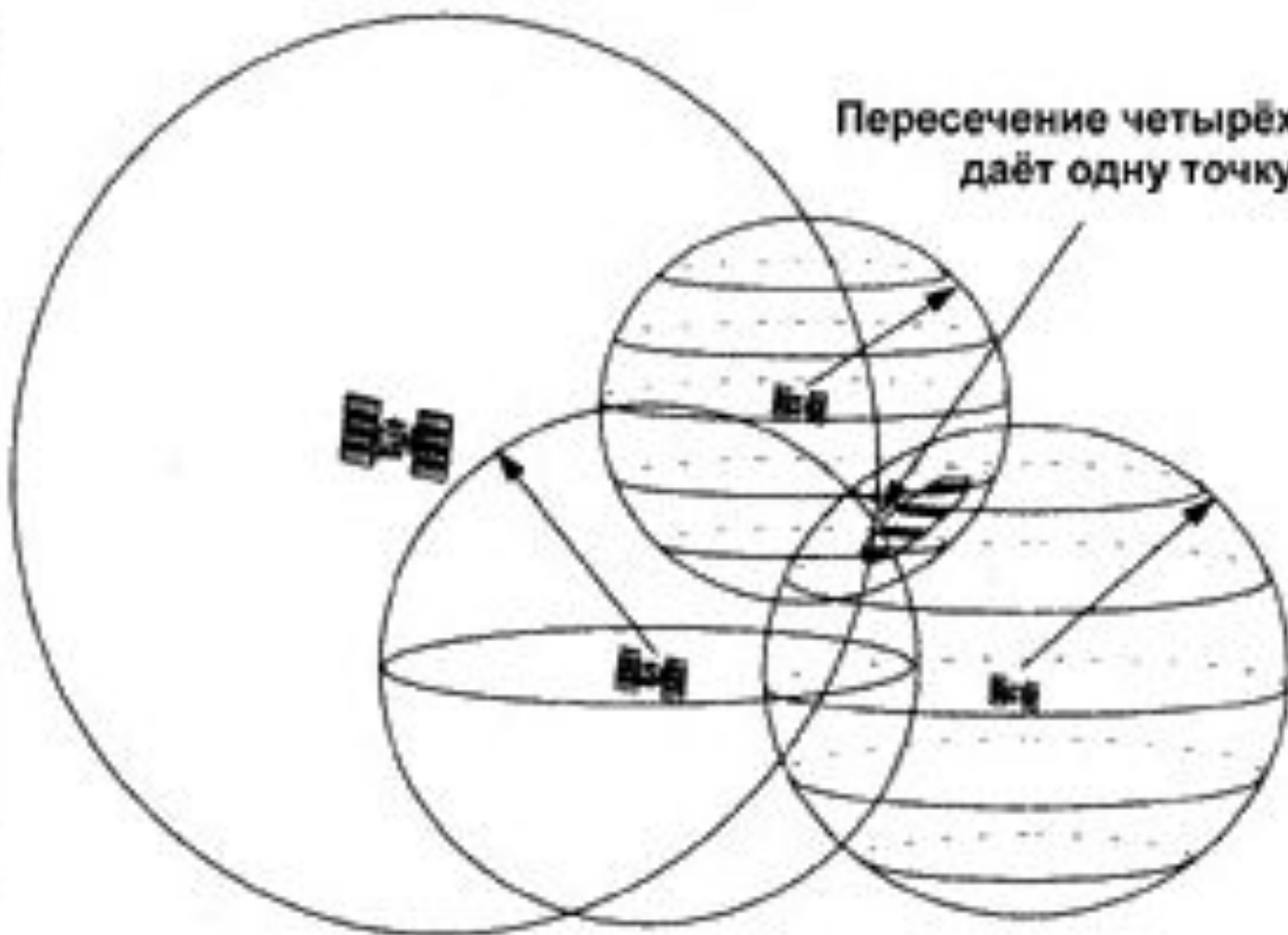
Третье измерение  
не пересекается  
с двумя другими

Третье измерение даёт нам положение  
в одной из двух возможных точек



Четвёртое измерение точно определяет  
наше местоположение

Пересечение четырёх сфер  
даёт одну точку



# Расположение спутников

- Система GPS имеет 24 рабочих спутника с орбитальным периодом в 12 часов на высоте примерно 20200 км от поверхности Земли. Указанная высота необходима для обеспечения стабильности орбитального движения спутников и уменьшения фактора влияния сопротивления атмосферы.
- Министерство Обороны США (DoD) осуществляет непрерывное слежение за спутниками. На каждом спутнике расположено несколько высокоточных атомных часов и они непрерывно передают радиосигналы с собственным уникальным идентификационным кодом. МО США имеет 4 станции слежения за спутниками, три станции связи и центр осуществляющий контроль и управление за всем наземным сегментом системы.

# Источники ошибок при определении координат

- **Неточное определение времени** (Типичное значение погрешности составляет около 0,6м.)
- **Ошибки вычисления орбит** (Эта погрешность также носит систематический характер и приводит к ошибке измерения координат около 0,6м.)
- **Инструментальная ошибка приемника** (Обусловлена наличием шумов в электронном тракте приемника. Наличие данной погрешности может привести к возникновению ошибки порядка 1,2м.)
- **Отражения сигнала** (Появляется в результате вторичных отражений сигнала спутника от крупных препятствий, расположенных в непосредственной близости от приемника. Данную погрешность оценить достаточно трудно, кратковременная ошибка может достигать десятки метров)

# Источники ошибок при определении координат

- **Ионосферные задержки сигнала** (Наличие электронов вызывает задержку распространения сигнала спутника, которая прямо пропорциональна концентрации электронов и обратно пропорциональна квадрату частоты радиосигнала. Величина ионосферной задержки может вызывать погрешность определения расстояний около 5 м.)
- **Тропосферные задержки сигнала** (Тропосфера – самый нижний от земной поверхности слой атмосферы (до высоты 8 – 13 км). Она также обуславливает задержку распространения радиосигнала от спутника. Величина задержки зависит от метеопараметров (давления, температуры, влажности), а также от высоты спутника над горизонтом. Компенсация тропосферных задержек производится путем расчета математической модели этого слоя атмосферы. Тропосферные задержки вызывают ошибки измерения расстояний в 1 м.)

# Источники ошибок при определении координат

- **Геометрическое расположение спутников** (взаимное положение приёмника и спутников рабочего созвездия оценивается специальным коэффициентом геометрического ухудшения точности PDOP (Position Dilution Of Precision). Величина коэффициента PDOP обратно пропорциональна объёму фигуры, которая будет образована, если провести единичные векторы от приемника к спутникам. Самым неблагоприятным будет считаться такое расположение, когда спутники выстраиваются в одну линию или расположены очень близко друг к другу. Это бывает исключительно редко и, учитывая их орбитальную скорость, длится не более 15-30 минут. Наилучшим считается такое расположение, когда спутники расположены равномерно по всей видимой небесной сфере.)
- **Избирательный доступ (Selective Availability или S/A, искусственное снижение точности спутникового сигнала вводимое МО США.** Точность полученных координат с помощью GPS снижалась до 100 метров. 1 мая 2000 года по решению президента США "Избирательный Доступ" был отключен. С этого момента реальная точность определения координат составляет 5-10м при получении сигналов с четырёх и более спутников)

- Навигационное оборудование
  - Персональные навигаторы
  - Для наземного транспорта
  - Для морских и речных судов
  - Для авиации
  - Геодезическая аппаратура
  - Аппаратура функциональных дополнений
  - Аппаратура космического базирования
  - Радиомаяки



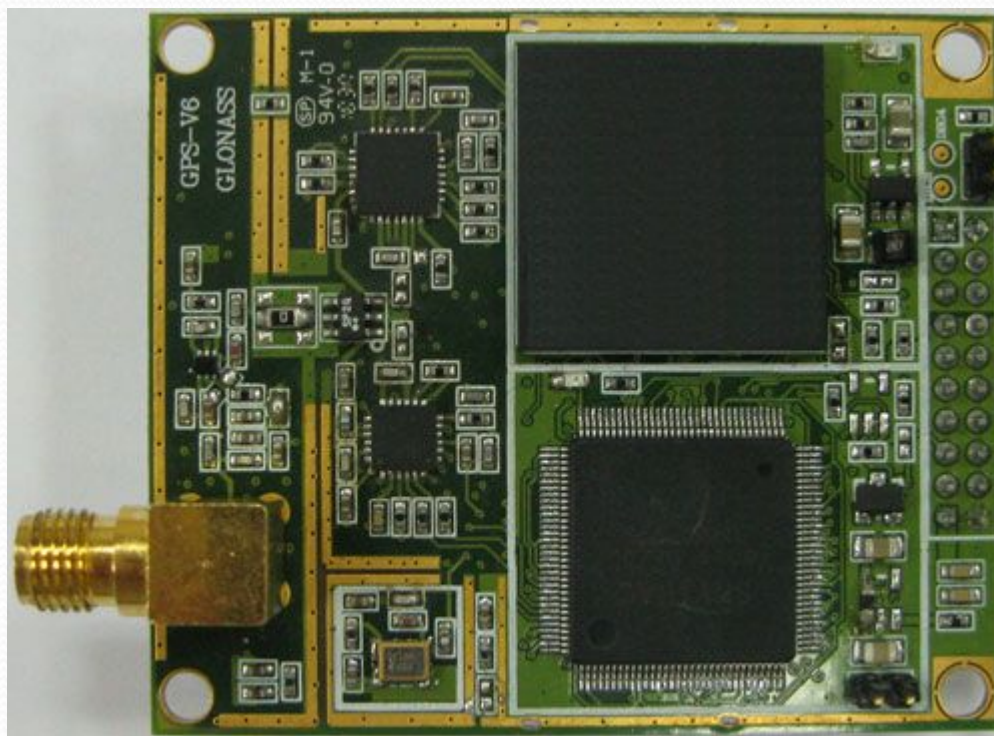
# Электронные компоненты

- Навигационный процессор GNSS32L512
- СБИС GNSS32L512 – универсальный приемник сигналов ГНСС (ГЛОНАСС, GPS, WAAS/EGNOS) диапазонов L1, L2, L5. Выполненная по технологии 0.11 мкм, система на кристалле (SoC), с минимальным количеством внешних компонентов, и минимальным потреблением, для применения как во встраиваемых, так и в мобильных приложениях, для длительной работы с автономным источником питания. Обеспечивает одновременную работу по 32-м спутникам.



# Базовые модули

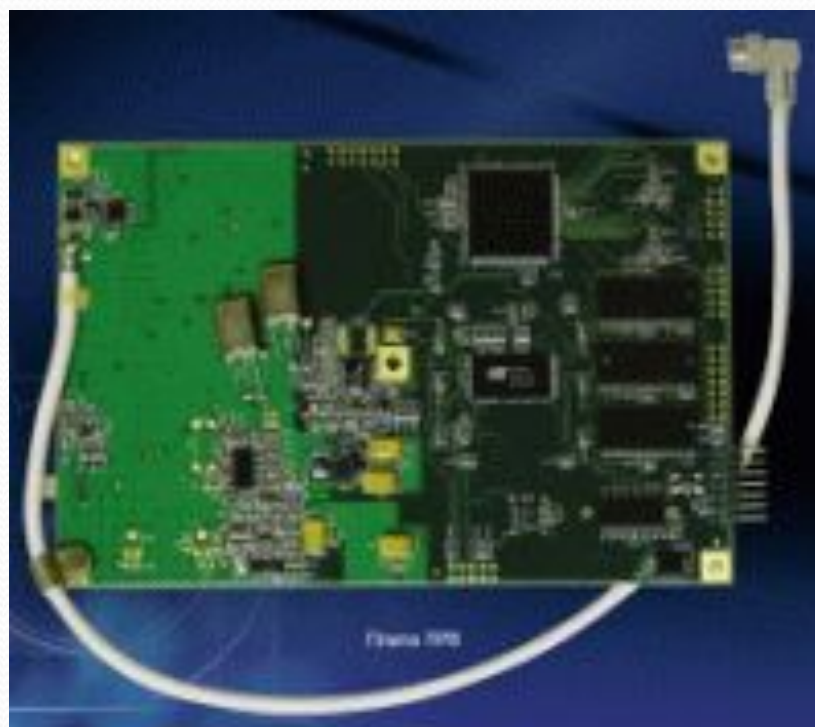
- Новый чипсет ГЛОНАСС/GPS от SkyTraq
- С 1 февраля 2011 года компания SkyTraq начала выпуск высокопроизводительного приемника S4554GNS-LP, рассчитанного на прием сигнала ГЛОНАСС и GPS.



## ● Основные характеристики:

- отслеживание 88 спутников одновременно при 29 секундном холодной старте
- потребляемая мощность 250 мВт
- размер 45 мм на 54 мм
- рабочий диапазон температур от -40 до +85°C
- выполнение 10 миллионов частотно-временных гипотез в секунду
- Использование двух навигационных систем ГЛОНАСС и GPS, даст более точную и стабильную работу.

- Одноплатный приёмовычислитель спутниковых навигационных систем - плата ПРВ
- Плата ПРВ – одноплатный приёмовычислитель, одновременно работающий по сигналам спутниковых навигационных систем (СНС) - ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США) предназначен для использования во всех типах навигационных приёмоиндикаторов – наземных и бортовых (авиационных, морских, ракетных и ракетно-космических).







... и подгорочку метров 50, а потом сразу налево уходи...

о-о-о God...

э-э-э.. значит.. смари... доезжаешь ща до перекрестка и под стрелку там..

Who all these people?

ГОРОДСКАЯ СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ  
City En ...да шо ты несешь! Назим надо...

# Первое поколение навигаторов

- С появлением Системы Глобального Позиционирования или GPS и доступных по цене и габаритам персональных навигаторов, без поддержки картографических возможностей? ситуация с определением своего местоположения заметно улучшилась.
- Самым большим достижением стало точное определение направления и расстояния до цели. Это было очень удобно, если надо было вернуться к началу тропы, машине и т.п.
- Второй источник информации - трек. Трек - это периодическая запись координат при передвижении по местности. Записав трек своего движения, всегда можно либо точно пройти по нему обратно, либо наоборот - оценив ситуацию, спрямить свой путь к началу пути.
- Треки, как правило, можно сохранять в памяти прибора и повторно по нему пройти или выйти найти его.



# Второе поколение навигаторов

- Следующее поколение навигаторов обладало дисплеями с достаточно высоким разрешением, что позволяло им отображать на них графическую информацию с достаточной точностью. Кроме этого в них появилась память для загрузки этой графической информации. Всё это позволило решить задачу отображения навигаторами карт местности с указанием текущего положения пользователя.
- Теперь это направление переживает свой бум. Появились навигаторы с цветными дисплеями, "наладонники" со встроенными и внешними модулями приёма данных GPS, специальные модели для машин, мото-велотуризма, водных видов транспорта и т.д.
- Стоит отметить и тот момент, что для территории России электронных карт создано не так уж и много, а те что есть созданы на основании бумажных карт, созданных в лучшем случае годах в 80-х. За более чем 20 лет изменилось очень многое вплоть до рельефа местности, не говоря уже о границах городов, дорогах и населённых пунктах.



- GPS-навигатор (1920 года!)

- Зато конструкция девайса очень проста: он носится на руке, а все карты свернуты в трубочки и хранятся в специальной коробке. Перед тем, как отправиться в соседнюю деревню, нужно «инсталлировать» новую карту в «навигатор» и просто прокручивать ее по мере необходимости. Все просто и надежно.



# Программное обеспечение

## Выбор навигационной программы

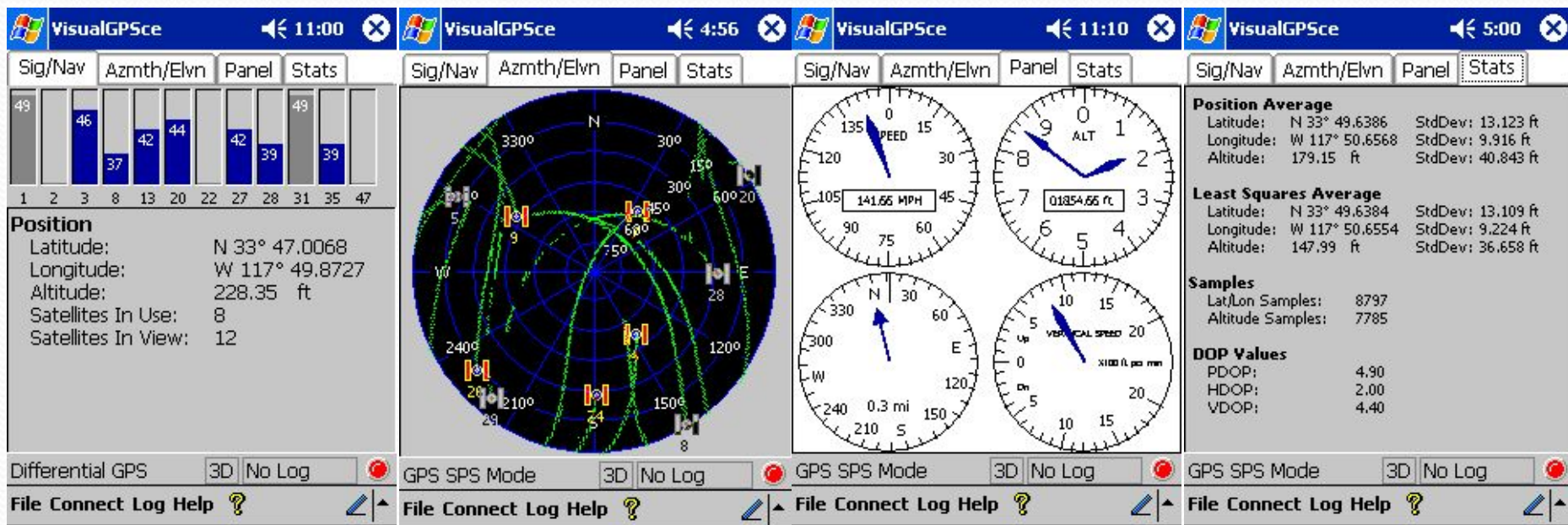
- Стоимость программы и её соответствие операционной системе
- Возможность получать данные от различных приёмников сигналов GPS
- Возможность загружать карты местности
- Возможность выбора языка интерфейса
- Количество вычисляемых показателей
- Удобство сохранения и работы с маршрутными данными
- Прокладка маршрутов



# Программа VisualGPSce

- VisualGPSce является свободно распространяемой программой для PocketPC, которая отображает координаты и GPS данные в графическом виде.
- Другие функции:
  - определение азимута движения,
  - высоты над уровнем моря,
  - качества GPS сигнала,
  - аналоговые датчики
  - статистическое усреднение позиции.
- Последняя функция позволяет более точно определить координаты объекта, путем усреднения показаний и отбрасывания случайных величин.

# Программа VisualGPSce



Качество сигнала и  
позиции

Оасположение  
спутников

Аналоговые  
датчики

Статические  
усреднения

# Обзор программы ГИСРусса




Программа ГИСРусса, которая позиционируется на рынке как "Мобильная навигационно-информационная система для Pocket PC & GPS".

Первая версия программы появилась в 2004г.

1. Программа рассчитана на КПК на основе PocketPC и любую версию ОС Windows CE.
2. Возможность получать данные от различных приёмников сигналов GPS
3. Возможность загружать карты местности.
4. Поддержка любого языка интерфейса.



- 5. Количество вычисляемых показателей.
- Помимо ставших привычными показателей, у программы ГИСРуса на данный момент есть такие интересные параметры как:
  - - Глубина (данные от эхолота, поддерживающего протокол NMEA-0183)
  - - Температура (данные от эхолота, поддерживающего протокол NMEA-0183)
  - - Площадь (площадь фигуры ограниченной траекторией движения и отрезком от текущей до исходной точки)
  - - Аэродинамическое качество (отношение вертикальной скорости к горизонтальной)
  - - Наклон (наклон траектории)
  - - Минимальная высота (минимальная высота измеренная с момента сброса значения)
  - - Пеленг точки (Азимут следующей путевой точки относительно текущего положения).

Приборы		
Скорость <b>0.2 км/ч</b>	Ср. скорость дв. <b>37.1 км/ч</b>	Ср. скор. дв. (2) <b>43.4 км/ч</b>
Макс. скорость <b>77.5 км/ч</b>	Время движения <b>0:12:02</b>	Время движ. (2) <b>0:03:52</b>
Время по GPS <b>15:49:01</b>	Время остановок <b>0:17:32</b>	Время остан. (2) <b>0:03:13</b>
Восход <b>6:53:59</b>	Время измерений <b>0:29:35</b>	Время измер. (2) <b>0:07:06</b>
Закат <b>19:55:40</b>	Путь <b>7.45 км</b>	Путь (2) <b>2.81 км</b>
Широта <b>N55°42.43</b>	Долгота <b>E37°44.88</b>	Свободно памяти <b>5 372 КБ</b>
Исп. спутников <b>8</b>	Высота <b>159.4 м</b>	Макс. высота <b>307.5 м</b>
HDOP <b>1.0</b>	VDOP <b>1.6</b>	Указатель <b>1.00 км</b> 
Файл Вид Настройки  		

- 6. Удобство сохранения и работы с маршрутными данными.
- Присутствуют все операции. Точку можно поставить просто указав стилусом на нужном месте карты и присвоить ей имя. Работа с данными происходит по стандартной схеме. Возможно сохранение навигационных данных в файл.
- 7. Прокладка маршрута.
- навигационная программа ГИСРуса, при самой низкой стоимости, удовлетворяет всем условиям в плане функциональности.
- 8. наличие готовых пятикилометровых карт всей территории России и полноценного инструмента для самостоятельного редактирования.



- Современные навигаторы поддерживают различные форматы мультимедиа, такие как WMA, MP3, AAC, WAV, WMV, MP4, AVI, Встроенный приемник TV WiFi, Bluetooth, 3G HSDPA





- Модель НТ-1813, сделана в виде носимого навигатора, практически КПК. То есть, его 3,5-дюймовый дисплей по умолчанию имеет вертикальную ориентацию, переключаясь в горизонтальный режим работы только по необходимости.
- Приемный тракт устройства "Пользователь 2,5" построен на трехсистемном NAVSAR/ГЛОНАСС/Galileo (+SBAS) навигационном модуле 1К-181, хорошо известном и, увы, не очень современном. Он имеет всего 18 приемных каналов, большие габариты (50x50 мм) и энергопотребление (0,5 Вт).



# Контрольные датчики

- Датчики уровня топлива
- Датчики температуры
- Датчики вращения бака
- Датчики приближения



## Тахограф ТЦА-02

позволяет не только следить за соблюдением интервалов времени режима труда и отдыха водителя, пройденным расстоянием, но и определять, превышал ли водитель скоростной режим, следовал ли он точно по заданному маршруту, откуда, куда и какой груз перевозил. Он также зафиксировывает **нарушения правил эксплуатации самого тахографа.**



# GPS чуть не погубил хозяина подсказками

- GPS-навигатор, установленный в машине пожилой семейной пары, завел своих хозяев в непроходимый лес.
- система GPS в одном из мобильных телефонов семейства в какой-то момент пересчитала маршрут и решила сократить путь, используя один из старых вариантов объезда, который уже несколько лет был закрыт. Проехав по неиспользуемой заснеженной дороге около 70 километров, они застряли возле водохранилища Томсон, где проезд был затруднен настолько, что их автомобиль не смог проехать дальше.

Их подвел GPS, он же их и спас отправив точные координаты спасателям. Нельзя доверять маршрутам, проложенным для сокращения пути, GPS очень часто дает сбой, путь нужно прокладывать по известным автострадам/



# СТАНЦИЙ

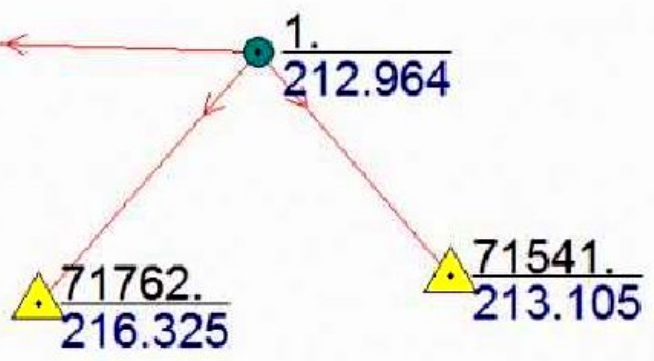
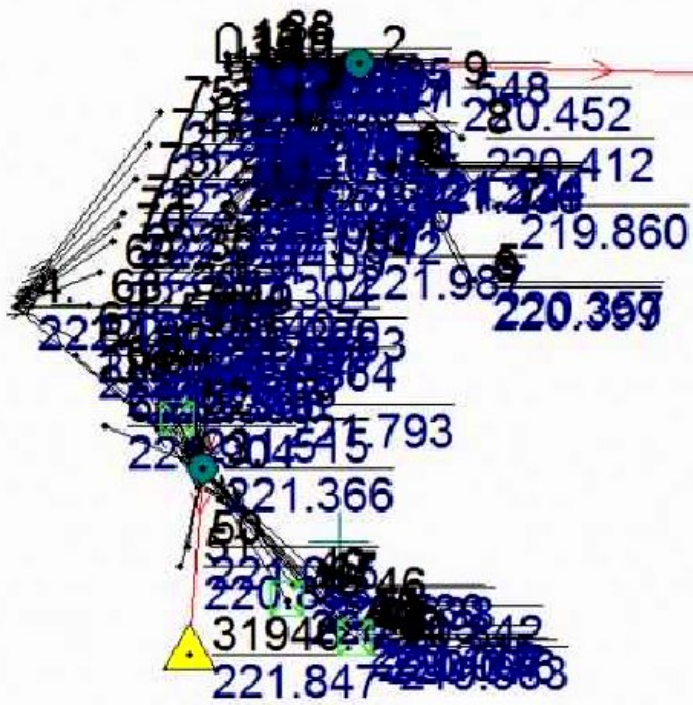
- Сеть из 24 постоянно действующих станций спутниковых геодезических наблюдений «Курай» запущена на территории Башкирии в рамках федеральной программы «ГЛОНАСС».
- Система прошла сертификацию в Росстандарте и одна из первых в Российской Федерации предоставляет информацию в сети Интернет зарегистрированным пользователям через сервис провайдера ГУП «Центр информационно-коммуникационных технологий Республики Башкортостан».
- Использование данных сети обеспечит кадастровым инженерам, землеустроительным и другим организациям, выполняющим геодезические работы, значительное сокращение времени и затрат на выполнение работ, повысит точность измерений при их выполнении.



# Межевание с использованием спутниковых систем

- При определении местоположения межевых знаков с помощью глобальных навигационных спутниковых систем в реальном масштабе времени используют следующие способы спутниковых наблюдений: статики, быстрой статики и реокупации, в основе которых лежит принцип относительных спутниковых определений.
- Статический способ заключается в одновременном приеме в течение некоторого времени (около 1 ч) сигналов одних и тех же НИСЗ (не менее четырех) двумя неподвижными спутниковыми приемниками, установленными на концах базовой линии.
- Способы быстрой статики и реокупации менее точные. При использовании режима быстрой статики резко снижается продолжительность сеанса наблюдений.
  - Например, при одновременно «видимых» в местах установки обоих приемниках пяти НИСЗ сеанс наблюдений длится не более 15...20 мин, а при шести НИСЗ — не более 10 мин.

- Режим реокупации предусматривает выполнение непрерывных в течение всего сеанса спутниковых наблюдений на одном пункте с известными координатами — базовой станции.
- Второй приемник сначала устанавливают на другом исходном пункте с известными координатами, на котором выполняют спутниковые наблюдения в течение примерно 10 мин. Затем этот спутниковый приемник переносят на другие определяемые точки.
- По истечении 1ч второй приемник возвращают на соответствующий исходный пункт и продолжают на нем спутниковые наблюдения.
- Таким образом, непрерывность измерений на базовой станции сохраняется, а на подвижном приемнике (ровере) они фиксируются только в начале и в конце часового интервала.
- Использование современных спутниковых технологий, особенно с учетом последних достижений в области средств связи, предоставляет специалистам новые технологические решения в области производства земельно-кадастровых геодезических работ.



ООО "Землемер"  
 domzem.su



Для определения и закрепления границ земельного надела, установления его формы и площади, а также последующей регистрации в кадастре РФ необходимо провести комплекс геодезических работ при межевании земельных участков, который включает несколько этапов.

Подготовительные работы. На этой стадии необходимо провести сбор и изучение данных об участке из Росреестра, документов, подтверждающих права собственника на него, имеющуюся межевую сеть данного района, а также расположение соседних наделов и адреса их владельцев.

Составление технического проекта. После сбора информации составляется проект работ по обследованию объекта, в тексте которого отражаются: цели и основания проводимых работ, порядок и организация их выполнения, сведения геодезической основы и ранее выполненных процедурах по межеванию. Графическая часть содержит разбивочный чертеж.

Уведомление заинтересованных лиц. При межевании надела могут быть затронуты соседние участки, а потому их владельцев (как

юридических, так и физических) необходимо поставить в известность не позднее, чем за семь дней до назначенной даты проведения работ. В извещении указываются место и время.

Определение, согласование и закрепление границ. Данная процедура производится кадастровым специалистом в присутствии лиц, извещаемых о межевании конкретного участка или уполномоченных ими лиц. Результаты оформляются соответствующими актами, которые подписывают все участники (землевладелец, соседи и исполнитель работ).

Определение характеристики участка. По полученным инженером результатам определяется координаты

# Геодезическая основа межевания земель

- Для решения задач, связанных с восстановлением утраченных границ землепользований, образования новых и реорганизации существующих хозяйств, отвода земель предприятиям, организациям и частным лицам, в качестве исходной геодезической основы служит опорная межевая сеть.
- Опорная межевая сеть (ОМС) является геодезической сетью специального назначения, которая создается для геодезического обеспечения государственного земельного кадастра, мониторинга земель, землеустройства и других мероприятий по управлению земельным фондом страны. Такие сети создают в случаях, когда точность и плотность существующих геодезических сетей не соответствует требованиям, предъявляемым при их построении [7].
- Опорная межевая сеть подразделяется на два класса: ОМС1 и ОМС2. Плотность пунктов ОМС на 1 кв. км должна быть не менее 4 пунктов в черте города и 2 пунктов в черте других поселений, в небольших поселениях — не менее 4 пунктов на один населенный пункт. На землях сельскохозяйственного назначения и других землях необходимая плотность пунктов ОМС обосновывается расчетами, исходя из требований, предъявляемых к планово-картографическим материалам.
- Опорная межевая сеть должна быть привязана не менее чем к двум пунктам государственной геодезической сети. Плановое и высотное положение пунктов ОМС рекомендуется определять с использованием геодезических спутниковых систем GPS / ГЛОНАСС в режиме статических наблюдений. При отсутствии такой возможности плановое положение пунктов может определяться методами триангуляции и полигонометрии, геодезическими засечками, лучевыми системами, а также фотограмметрическим методом (для ОМС2).
- Плановое положение пунктов ОМС определяют обычно в местных системах координат. При этом должна быть обеспечена связь местных систем координат с общегосударственной системой координат [7].
- Для обозначения границ земельного участка на местности на поворотных точках границ закрепляют межевые знаки, положение которых определяют относительно ближайших пунктов исходной геодезической основы. Границы участков, проходящие по «живым урочищам», закрепляют межевыми знаками только на стыках с суходольными границами.
- Таким образом, для решения задач, связанных с восстановлением утраченных границ землепользований, в качестве исходной геодезической основы служит опорная межевая сеть. (ОМС) является геодезической сетью специального назначения, которая создается для геодезического обеспечения государственного земельного кадастра, мониторинга земель и землеустройства. Опорная межевая сеть подразделяется на два класса: ОМС1 и ОМС2.

# Определение местоположения участка

- Разберем самую распространенную методику, которой придерживаются 90% кадастровых инженеров.
- В первую очередь, необходимо определить координаты съемочных точек тахеометрического хода (т.е точек, на которых стоит прибор).
- Как это сделать? Для проложения и уравнивания хода необходимо минимум 2 пункта с известными координатами (правильнее использовать не менее 3 пунктов для исключения ошибки).
- Пункты бывают 2 видов:
  - 1) Пункты государственной геодезической сети (ГГС). Это могут быть стенные, грунтовые репера, геодезические пирамиды и пр. В городах таких пунктов достаточно много и их постоянно обновляют.
  - В сельских н.п. ситуация с обеспеченностью бывает хуже. Плотность пунктов достигает 1 на несколько квадратных километров.

# Способы определения площадей

- В зависимости от хозяйственного назначения участков и контуров, их размеров, формы, наличия или отсутствия планов и карт, площади определяют следующими способами.
- **Аналитический способ.** Площади вычисляют по результатам измерений линий и углов на местности с применением формул геометрии, тригонометрии и аналитической геометрии.
  - Например, при учете площадей, занятых строениями, усадьбами, пашней, посевами, при отводе мелких участков их разбивают на простейшие геометрические фигуры, преимущественно треугольники, прямоугольники, реже трапеции. Площади участков определяют как суммы площадей отдельных фигур, вычисляемых по линейным элементам (высотам и основаниям) по формулам геометрии. При учете площадь пашни, посевов, уборки урожая определяют по длине маршрута агрегата и ширине его захвата.
- Площади больших участков, целых землепользований вычисляют по результатам измерений линий и углов на местности (при помощи формул тригонометрии), или по их функциям — приращениям координат и координатам вершин полигона.

- **Графический способ.** Площади вычисляют по результатам измерений линий по плану (карте), когда участок, изображенный на плане, разбивают на простейшие геометрические фигуры, преимущественно на треугольники, реже на прямоугольники и трапеции.
- В каждой фигуре на плане измеряют высоту и основание, по которым вычисляют площадь. Сумма площадей фигур дает площадь участка.
- К графическому способу относят определение площади при помощи палеток.
- Графический способ выгодно применять тогда, когда граница участка ломаная линия с небольшим числом поворотов.

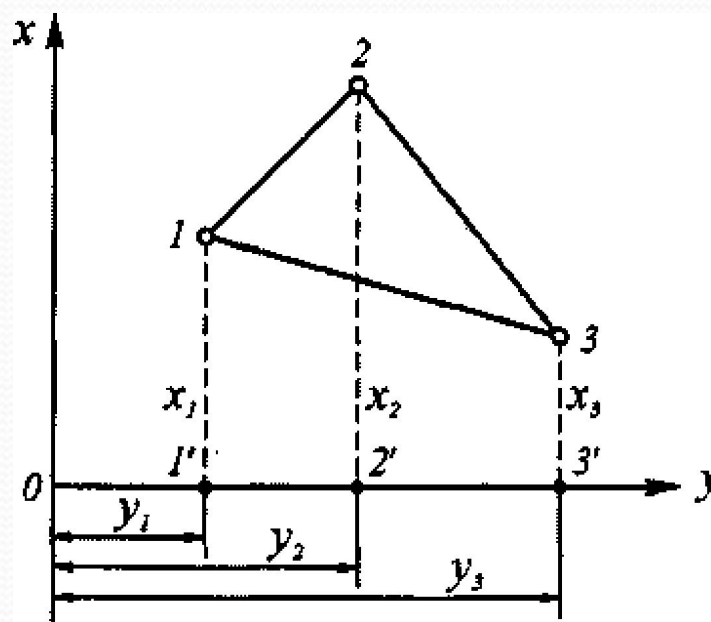
- **Механический способ.** Площади определяют по плану (карте) при помощи специальных приборов — планиметров.
- Все способы применяют для определения как малых, так и больших площадей при составлении проектов землеустройства и при учете земель.
- Иногда способы определения площадей применяют **комбинированно.**
- Например, часть линейных величин для вычисления определяют по плану, а часть по результатам измерений на местности.
  - Нередко основную площадь участка, заключенного в теодолитный полигон, определяют аналитическим способом (по координатам вершин полигона), а площадь, выходящую за пределы полигона и заключенную между линиями полигона и эго урочища (серединой ручья, берега реки), — графическим или механическим способом.

- Наиболее точный — аналитический способ, так как на точность определения площади влияют только погрешности измерений на местности. В то время как при графическом и механическом способах помимо погрешностей измерений на местности влияют погрешности составления плана, определения площадей по плану и деформации бумаги.
- Однако аналитический способ требует измерений линий и углов по границам участков, больших вычислительных действий, зависящих от числа углов. Его целесообразно применять, если площадь надо получить с повышенной точностью.

- В 1990-е годы разработаны устройства, позволяющие преобразовывать графическое изображение контуров ситуации на планах (картах) в цифровое в виде координат точек.
- Большинство преобразователей имеют режимы измерений: точечный, когда определяют координаты только поворотных точек контура (или концов прямых линий), и непрерывный, когда отслеживают всю линию (границу участка) и координируют ее точки через определенный интервал.
- Результаты измерений отображаются на дисплее и накапливаются в памяти, а сам компьютер позволяет производить различные операции над результатами измерений (вычислять площадь фигуры, длины линий, направления).



- Аналитический способ определения площадей
- Если по результатам измерений на местности определены координаты вершин замкнутого многоугольника, то его площадь может быть определена аналитическим способом.
  - Пусть известны прямоугольные координаты вершин треугольника 1-2-3



- (рис. 7.1). Опустив из его вершин перпендикуляры на ось  $Oy$ , площадь треугольника  $S$  можно представить следующим образом:
  - $S = S_I + S_{II} + S_{III}$ ,
  - где  $S_I, S_{II}, S_{III}$  - площади трапеций соответственно I –  $(1' - 1 - 2 - 2')$ , II –  $(2' - 2 - 3 - 3')$  и III –  $(1' - 1 - 3 - 3')$ .
- После раскрытия скобок, соответствующей группировки членов уравнения и вынесения за скобки общих знаменателей получим
  - $2S = X_1(Y_2 - Y_3) + X_2(Y_3 - Y_1) + X_3(Y_1 - Y_2)$ ,
  - или
  - $2S = Y_1(X_3 - X_2) + Y_2(X_1 - X_3) + Y_3(X_2 - X_1)$ .
- В общем виде

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=3} x_i (y_{i+1} - y_{i-1}), \text{ или } S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=3} y_i (x_{i-1} - x_{i+1})$$

Тогда для многоугольника с числом вершин  $n$  при их оцифровке по ходу часовой стрелки формулы общего вида запишутся так:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}); \quad S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}),$$

где  $i = 1, 2, 3 \dots n$ .

$$2S = \sum_{i=1}^n (x_i + x_{i+1})(y_{i+1} - y_i).$$

Поскольку  $(y_{i+1} - y_i) = \Delta y_i$ , то

$$2S = \sum_{i=1}^n (x_i + x_{i+1}) \Delta y_i$$

или

$$2S = \sum_{i=1}^n x_{i+1} \Delta y_i + \sum_{i=1}^n x_i \Delta y_i.$$

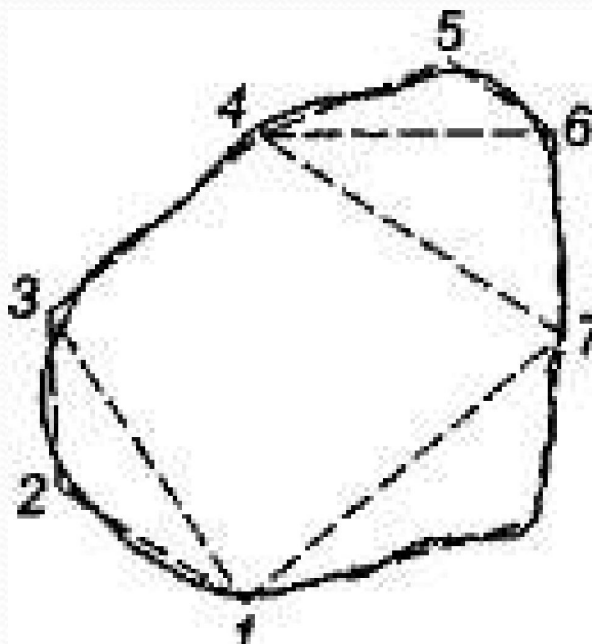
Пример расчета площади по координатам точек полигона и приращениям координат приведен в таблице.

N точек	Исправленные приращения, м				Координаты, м				±	$\Delta y_{i+1}x_i$ м <sup>2</sup>	±	$\Delta y_i x_{i+1}$ м <sup>2</sup>	±	$\Delta y_i \Delta x_i$ м <sup>2</sup>
	±	$\Delta x$	±	$\Delta y$	±	x	±	y						
1					+	6327,12	+	3741,10						
	+	116,50	+	79,36					+	511366	+	502120	+	9246
2					+	6443,62	+	3820,46						
	-	163,79	+	354,72					+	2227581	+	2285681	-	58100
3					+	6279,83	+	4175,18						
	-	30,30	-	351,32					-	2195585	-	2206230	+	10645
4					+	6249,53	+	3823,86						
	-	59,66	-	141,47					-	875681	-	884121	+	8440
5					+	6189,87	+	3682,39						
	+	137,25	+	58,71					+	371465	+	363407	+	8058
1					+	6327,14	+	3741,10						
								$\Sigma$	+	39146	+	60857	-	21711

$$S = \frac{39146 - 60857}{2} = 50002 \text{ м}^2 = 5.00 \text{ га}$$

- В рассматриваемом случае точность вычисления площади определяется лишь погрешностями угловых и линейных измерений на местности. Так, при измерении углов с точностью 1' и длин линий с точностью 1:2 000 относительная погрешность определения площади составит примерно 1:1 500.
- При определении площадей сложной конфигурации с большим числом вершин вычисления рекомендуется проводить с использованием ЭВМ.

- **Графический способ определения площадей**
- Для определения площадей небольших участков по плану или карте применяется графический способ с разбивкой участка на геометрические фигуры либо с помощью палеток. В первом случае искомую площадь небольшого (до 10-15 см<sup>2</sup> в плане) участка разбивают на простейшие геометрические фигуры: треугольники, прямоугольники, трапеции.

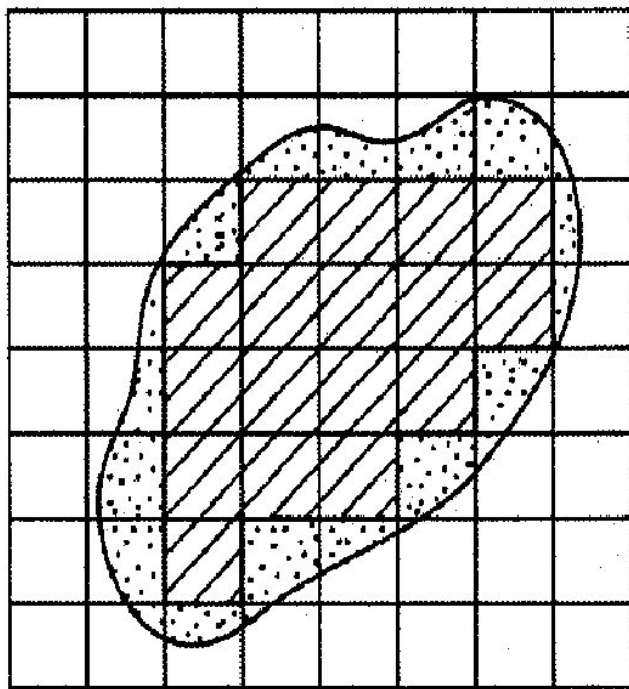


- При криволинейном контуре участка его разбивка на геометрические фигуры выполняется с таким расчетом, чтобы стороны фигур по возможности ближе совпадали с этим контуром. Затем на плане (карте) измеряют соответствующие элементы фигур (например, длины оснований и высоты) и по геометрическим формулам вычисляют площади этих фигур. Площадь всего участка определяется как сумма площадей отдельных фигур.
- Точность определения площади в рассматриваемом случае во многом зависит от масштаба плана (карты); чем мельче масштаб, тем грубее измеряется площадь.

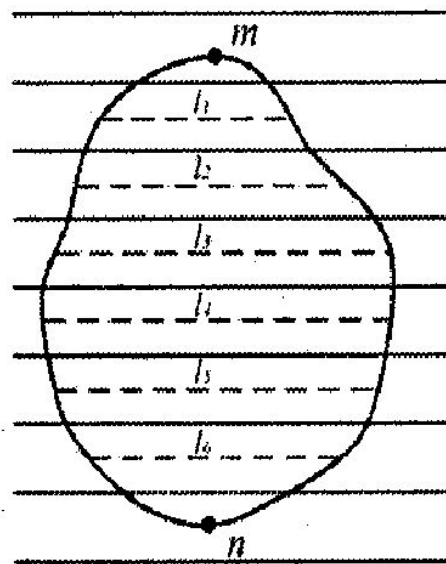
- Поскольку графическая погрешность линейных измерений на плане ( $t_{гр} = 0,1$  мм) не зависит от длины отрезков, то относительная погрешность короткой линии будет больше, чем длинной.
- Поэтому заданный участок следует разбивать на фигуры возможно больших размеров с примерно одинаковыми длинами оснований и высот.
- Для контроля и повышения точности площадь участка определяется дважды, для чего строят новые геометрические фигуры или в треугольниках измеряют другие основания и высоты.
- Относительное расхождение в результатах двукратных определений общей площади участка не должно превышать 1:200.
- Определение площадей малых (до в 2-3 см<sup>2</sup>) участков с резко выраженными криволинейными границами рекомендуется производить с помощью квадратной палетки.
- Палетка представляет собой лист прозрачной основы (стекла, целлулоида или восковки), на которую нанесена сетка квадратов со сторонами 1-5мм. Зная длину сторон и масштаб плана, легко вычислить площадь квадрата палетки  $S$ .



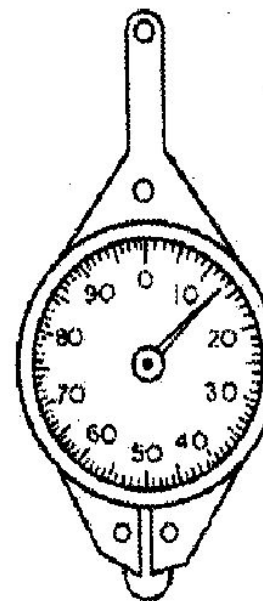
***a***



***б***



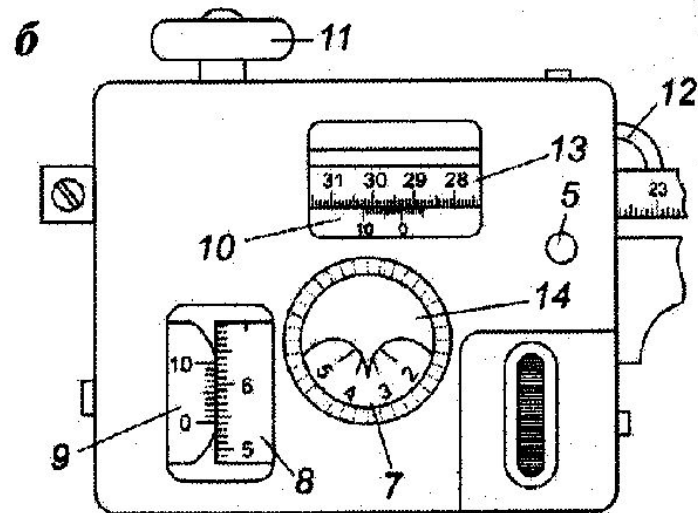
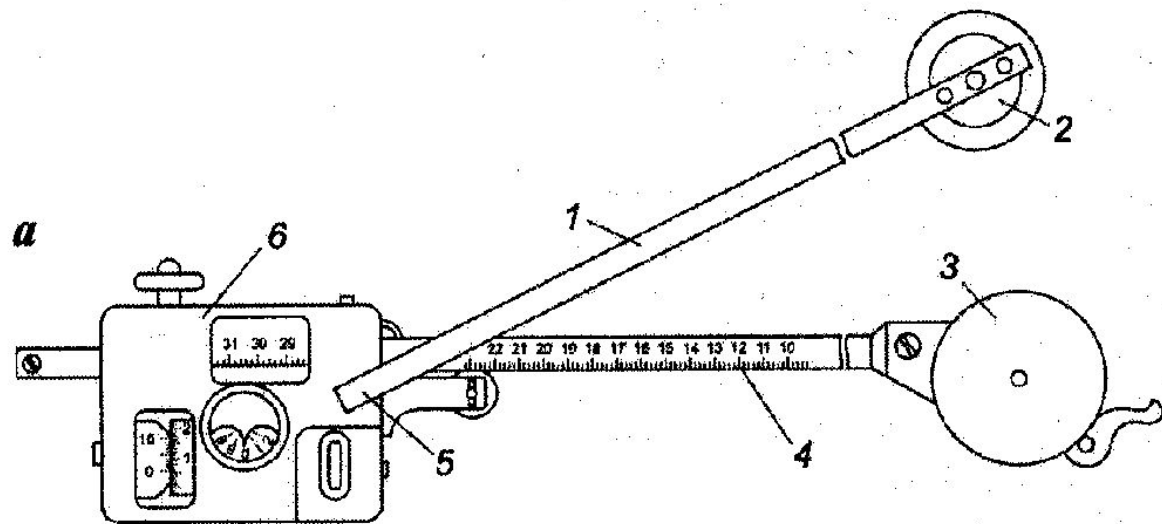
***в***



- Способы определения площадей с помощью палеток:
- *a* - квадратной, *б* - параллельной (линейной), *в* - курвиметр.

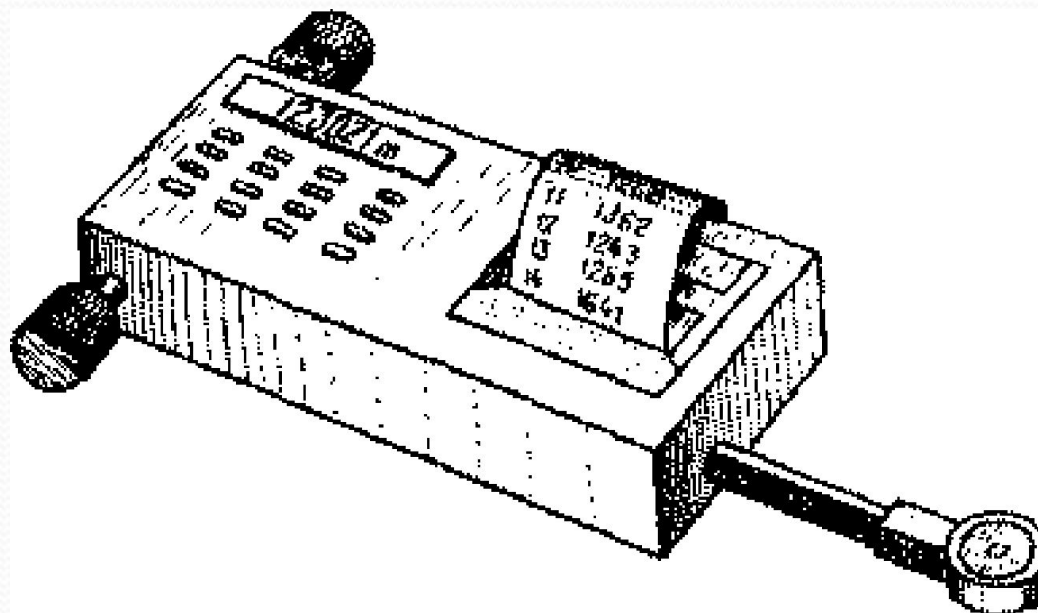
- Для определения площади участка палетку произвольно накладывают на план и подсчитывают число  $N_1$  полных квадратов, расположенных внутри контура участка. Затем оценивают «на глаз» число квадратов  $N_2$ , составляемых из неполных квадратов у границ участка. Тогда общая площадь измеряемого участка
- $S = s (N_1 + N_2/2)$ .
- Для контроля площадь заданного участка измеряют повторно, развернув палетку примерно на  $45^\circ$ . Относительная погрешность определения площади палеткой составляют 1:50 - 1:100.

- **Механический способ определения площадей**
- В инженерной практике для определения площадей достаточно больших участков по планам или картам применяется механический способ, основанный на использовании специального прибора-планиметра.
- Из многочисленных конструкций планиметров в настоящее время наибольшее распространение получили полярные планиметры типа ПП-2К (конструкции МИИЗ) и его модернизированная модель ПП-М.



- Точность определения площадей полярным планиметром зависит главным образом от размеров обводимых фигур; чем меньше площадь, тем больше относительная погрешность ее определения.
- Поэтому не рекомендуется измерять с помощью планиметра площади участков на плане (карте), меньшие 10-15 см<sup>2</sup>, так как в этом условии они точнее могут быть измерены графическим способом.
- При благоприятных условиях измерений относительная погрешность определения площадей с помощью полярного планиметра близка к 1:400.

- **Электронные планиметры.** В последние годы в землеустроительной практике находят применение автоматизированные устройства для измерения площадей - электронные планиметры.
- Примером таких приборов является цифровой планиметр PLANIX - 7 (Япония), позволяющий автоматически выполнять считывание отсчетов, вычисление площадей и печать результатов измерений.



- **Определение площадей контуров ситуации, составление экспликации**
- Площади землепользования определяются и увязываются в пределах отдельных планшетов или в пределах теодолитного полигона, проложенного по границе землепользования сельскохозяйственного предприятия.
- Общая площадь планшета легко вычисляется по размерам рамок трапеции. Площадь всего землепользования определяется аналитически по координатам точек полигона.

- Указанные площади принимаются безошибочными (теоретическими). Для обеспечения надлежащей точности определения площадей работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности.
- 1. Определяют площадь планшета или землепользования, которая затем делится на секции размером 2-4 дм<sup>2</sup>. Размеры и форма секций выбираются с расчетом, чтобы при работе планиметром угол между его рычагами изменялся в пределах от 30 до 150°, а число контуров не превышало 50-100.
- 2. Площади отдельных секций определяют графическим или аналитическими методами. Расхождения между значениями не должны превышать допустимых величин.
- 3. Сумму площадей всех секций  $SSc$  сравнивают с теоретической площадью  $S_0$  и определяют невязку  $f_s = SSc - S_0$ .
- Относительная невязка не должна превышать допустимую, т.е.  $f_s / S_0 < 1 : 500$ .
- Если невязка допустима, то она распределяется с обратным знаком пропорционально площадям секций. Сумма исправленных площадей секций должна быть равна теоретической площади.



- На основе ведомости определения площадей составляют экспликацию - таблицу состава земель по угодьям. Типовые формы экспликации разработаны применительно к сельскохозяйственным условиям различных районов страны.
- Вычисляют и увязывают площади в ведомости, в которой для площадей вкрапленных контуров, не участвующих в увязке, отводят отдельный столбец.
- По данным этой ведомости составляют экспликацию — таблицу
- состава земель по угодьям. В землеустроительных организациях разработаны образцы экспликаций применительно к сельскохозяйственным условиям районов России.



# Лекция окончена

*Благодарю за внимание*