

Глобальная Навигационная Спутниковая Система (Global Navigation Satellite System - GNSS) - это спутниковые системы (наиболее распространены **GPS** и **ГЛОНАСС**), используемые для определения местоположения в любой точке земной поверхности с применением специальных навигационных или геодезических приемников. GNSS-технология нашла широкое применение в геодезии, городском и земельном кадастре, при инвентаризации земель, строительстве инженерных сооружений, в геологии и т.д.

Основные достоинства и преимущества:

- Не требуется прямой видимости между пунктами.
- Благодаря автоматизации измерений сведены к минимуму ошибки наблюдателей.
- Позволяет круглосуточно при любых погодных условиях определять координаты объектов в любой точке Земного шара.
- Точность GNSS-определений мало зависит от погодных условий (дождя, снега, высокой или низкой температуры, а также влажности).
- GNSS позволяет значительно сократить сроки проведения работ по сравнению с традиционными методами.
- GNSS-результаты представляются в цифровом виде и могут быть легко экспортированы в картографические или географические информационные системы (ГИС).

GNSS оборудование

Спутниковая система навигации — комплексная электронно-техническая система, состоящая из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенная для определения местоположения (географических координат и высоты), а также параметров движения (скорости и направления движения и т. д.) для наземных, водных и воздушных объектов.

Основные элементы

Основные элементы спутниковой системы навигации:

- Орбитальная группировка, состоящая из нескольких (от 2 до 30) спутников, излучающих специальные радиосигналы;
- Наземная система управления и контроля, включающая блоки измерения текущего положения спутников и передачи на них полученной информации для корректировки информации об орбитах;
- Приёмное клиентское оборудование («спутниковые навигаторы»), используемое для определения координат;
- Опционально: наземная система радиомаяков, позволяющая значительно повысить точность определения координат.

- Опционально: информационная радиосистема для передачи пользователям поправок, позволяющих значительно повысить точность определения координат.

Принцип работы

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. Таблица положений всех спутников называется альманахом, которым должен располагать любой спутниковый приёмник до начала измерений. Обычно приёмник сохраняет альманах в памяти со времени последнего выключения и если он не устарел — мгновенно использует его. Каждый спутник передаёт в своём сигнале весь альманах. Таким образом, зная расстояния до нескольких спутников системы, с помощью обычных геометрических построений, на основе альманаха, можно вычислить положение объекта в пространстве.

Метод измерения расстояния от спутника до антенны приёмника основан на определённости скорости распространения радиоволн. Для осуществления возможности измерения времени распространяемого радиосигнала каждый спутник навигационной системы излучает сигналы точного времени, используя точно синхронизированные с системным временем атомные часы. При работе спутникового приёмника его часы синхронизируются с системным временем, и при дальнейшем приёме сигналов вычисляется задержка между временем излучения, содержащимся в самом сигнале, и временем приёма сигнала. Располагая этой информацией, навигационный приёмник вычисляет координаты антенны. Все остальные параметры движения (скорость, курс, пройденное расстояние) вычисляются на основе измерения времени, которое объект затратил на перемещение между двумя или более точками с определёнными координатами.

В реальности работа системы происходит значительно сложнее. Ниже перечислены некоторые проблемы, требующие специальных технических приёмов по их решению:

- Отсутствие атомных часов в большинстве навигационных приёмников. Этот недостаток обычно устраняется требованием получения информации не менее чем с трёх (2-мерная навигация при известной высоте) или четырёх (3-мерная

навигация) спутников; (При наличии сигнала хотя бы с одного спутника можно определить текущее время с хорошей точностью).

- Неоднородность гравитационного поля Земли, влияющая на орбиты спутников;
- Неоднородность атмосферы, из-за которой скорость и направление распространения радиоволн может меняться в некоторых пределах;
- Отражения сигналов от наземных объектов, что особенно заметно в городе;
- Невозможность разместить на спутниках передатчики большой мощности, из-за чего приём их сигналов возможен только в прямой видимости на открытом воздухе.

Применение систем навигации

- Кроме навигации, координаты, получаемые благодаря спутниковым системам, используются в следующих отраслях:
- Геодезия: с помощью систем навигации определяются точные координаты точек и границы земельных участков
- Картография: системы навигации используются в гражданской и военной картографии
- Навигация: с применением систем навигации осуществляется как морская, так и дорожная навигация
- Спутниковый мониторинг транспорта: с помощью систем навигации ведётся мониторинг за положением, скоростью автомобилей, контроль за их движением
- Сотовая связь: первые мобильные телефоны с GPS появились в 90-х годах. В некоторых странах (например, США) это используется для оперативного определения местонахождения человека, звонящего 911. В России в 2010 году начата реализация аналогичного проекта — Эра-ГЛОНАСС.
- Тектоника, Тектоника плит: с помощью систем навигации ведутся наблюдения движений и колебаний плит
- Активный отдых: существуют различные игры, где применяются системы навигации, например, Геокашинг и др.
- Геотегинг: информация, например фотографии «привязываются» к координатам благодаря встроенным или внешним GPS-приёмникам

Современное состояние

- В настоящее время работают или готовятся к развёртыванию следующие системы спутниковой навигации:

GPS

- Принадлежит министерству обороны США. Этот факт, по мнению некоторых государств, является её главным недостатком. Устройства поддерживающие навигацию по GPS являются самыми распространёнными в мире. Также известна под более ранним названием NAVSTAR.

ГЛОНАСС

- Принадлежит министерству обороны России. Система, по заявлениям разработчиков наземного оборудования, будет обладать некоторыми техническими преимуществами по сравнению с GPS. После 1996 года спутниковая группировка сокращалась и к 2002 году практически полностью пришла в упадок. Была полностью восстановлена только в конце 2011 года. Отмечается малая распространённость клиентского оборудования. К 2025 году предполагается глубокая модернизация системы.

Бэйдоу

- Развёртываемая Китаем подсистема GNSS предназначена для использования только в этой стране. Особенность — небольшое количество спутников, находящихся на геостационарной орбите. В настоящий момент выведено на орбиту Земли восемь навигационных спутников. Согласно планам, к 2012 году она сможет покрывать Азиатско-Тихоокеанский регион, а к 2020 году, когда количество спутников будет увеличено до 35, система «Бэйдоу» сможет работать как глобальная. Реализация данной программы началась в 2000 году. Первый спутник вышел на орбиту в 2007-ом.

Galileo

- Европейская система, находящаяся на этапе создания спутниковой группировки. Планируется полностью развернуть спутниковую группировку к 2020 году.

IRNSS

- Индийская навигационная спутниковая система, в состоянии разработки. Предполагается для использования только в этой стране. Первый спутник был запущен в 2008 году.