

Спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС, GPS, Galileo

С давних времён путешественники задавались вопросом: как определить своё местоположение на Земле? Древние мореплаватели ориентировались по звёздам, однако погодные условия не всегда были на руку исследователям, поэтому сбиться с курса не представляло особого труда. С появлением компаса задача существенно упростилась. Путешественник уже в меньшей мере зависел от погоды.

Эра радио открыла новые возможности перед человеком. С появлением радиолокационных станций, когда стало возможным измерять параметры движения и относительное местоположение объекта по отражённому от его поверхности лучу радиолокатора, встал вопрос о возможности измерения параметров движения объекта по излучаемому сигналу. В 1957 году в СССР группа учёных под руководством В. А. Котельникова экспериментально подтвердила возможность определения параметров движения искусственного спутника Земли (ИСЗ) по результатам измерений доплеровского сдвига частоты сигнала, излучаемого этим спутником. Но, что самое главное, была установлена и возможность решения обратной задачи — нахождения координат приёмника по измеренному доплеровскому сдвигу сигнала, излучаемого с ИСЗ, если параметры движения и координаты этого спутника известны.

Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС

Система ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система) предназначена для определения местоположения, скорости движения и точного времени морских, воздушных, сухопутных транспортных средств и других видов потребителей. Она разрабатывалась и внедрялась как система двойного назначения, в первую очередь, для обеспечения национальной безопасности России, а также для решения гражданских научных и производственных задач.

Система ГЛОНАСС создавалась с начала 70-х годов большой кооперацией научных гражданских и военных организаций. Первые космические аппараты серии ГЛОНАСС («Космос-1413», «Космос-1414», «Космос-1415») были выведены на орбиты 12 октября 1982 года. Запуск осуществляется ракетносителями «Протон» с космодрома Байконур.

В декабре 1995 года было завершено полное развёртывание орбитальной группировки системы ГЛОНАСС, что позволило создать сплошное глобальное навигационное поле вплоть до высот 2000 км.

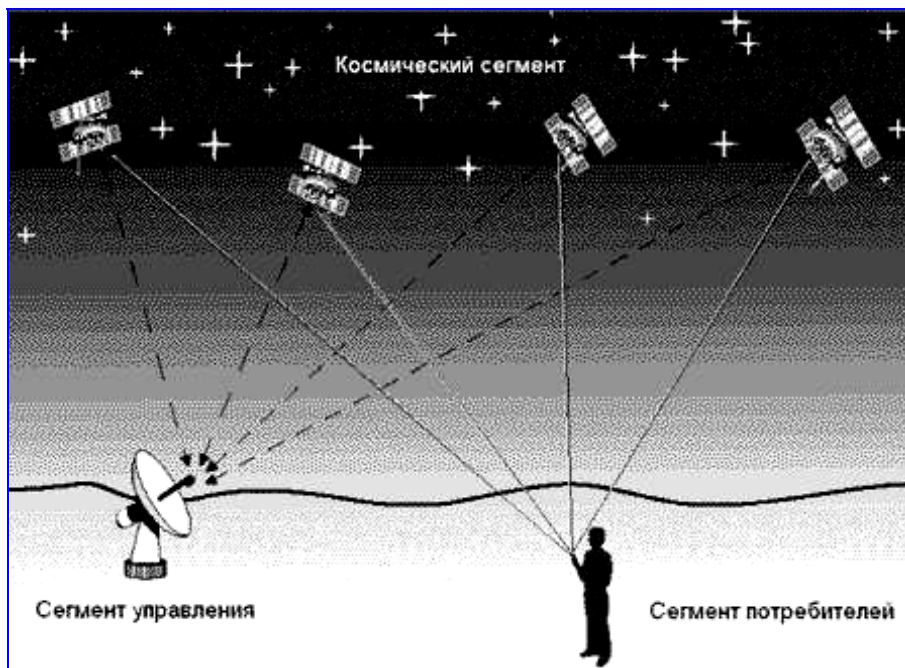
Система ГЛОНАСС одобрена международными организациями морского флота (ИМО) и гражданской авиации (ИКАО), как один из элементов Глобальной навигационной спутниковой системы наряду с американской системой GPS. В 1994 году система ГЛОНАСС запатентована в США.

Задачи, возложенные на систему ГЛОНАСС:

1. создание (задание) общеземной геодезической и геоцентрической систем координат;
2. распространение единой глобальной высокоточной шкалы времени;
3. создание общеземной сети слежения за современными движениями земной коры;
4. координатно-временное обеспечение
 - операций в космическом пространстве;
 - международной службы вращения Земли;
 - процесса дистанционного зондирования Земли, осуществляемого в интересах картографирования планеты, мониторинга экологического состояния её поверхности и атмосферы;
 - работ, реализуемых методом спутниковой альтиметрии с целью слежения за уровнем мирового океана, изучения его физической поверхности, в частности морской топографической поверхности и её отличий от поверхности геоида (квазигеоида), а также изучения закономерностей глобальной циркуляции водных масс.

Основу системы ГЛОНАСС составляют три сегмента:

- космический сегмент;
- сегмент управления;
- сегмент потребителей.



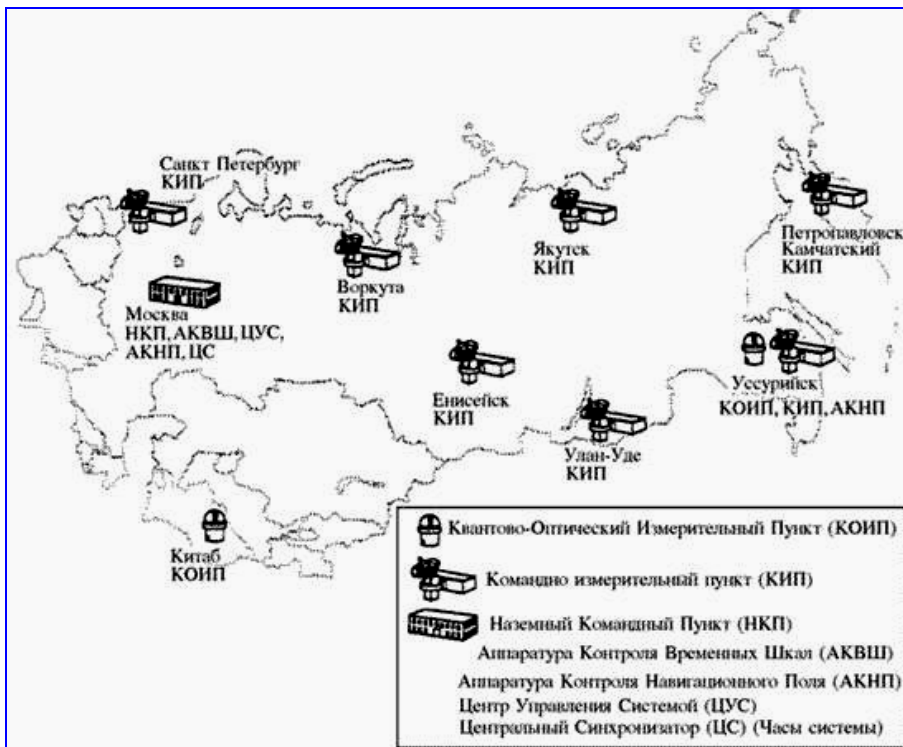
Сегменты системы ГЛОНАСС

Космический сегмент включает 24 спутника, излучающих непрерывные радионавигационные сигналы, которые формируют сплошное радионавигационное поле на поверхности Земли и околоземном пространстве.

В системе ГЛОНАСС используются навигационные космические аппараты (НКА), вращающиеся по круговой геостационарной орбите на высоте ~ 19100 км. Период обращения спутника вокруг Земли равен в среднем 11 часам 45 минутам. Время эксплуатации спутника — 5 лет; за этот период параметры орбиты спутника не должны отличаться от номинальных значений более чем на 5 %.



Сегмент управления — наземная система управления, предназначенная для контроля функционирования, непосредственно управления и информационного обеспечения сети спутников.



Сегмент наземного комплекса управления системы ГЛОНАСС

Сегмент потребителя обеспечивает определение пространственных координат, вектора скорости, текущего времени и других навигационных параметров в результате приёма и обработки радиосигналов, принимаемых от спутников. Из этих трёх частей последняя, а именно аппаратура пользователей, самая многочисленная.

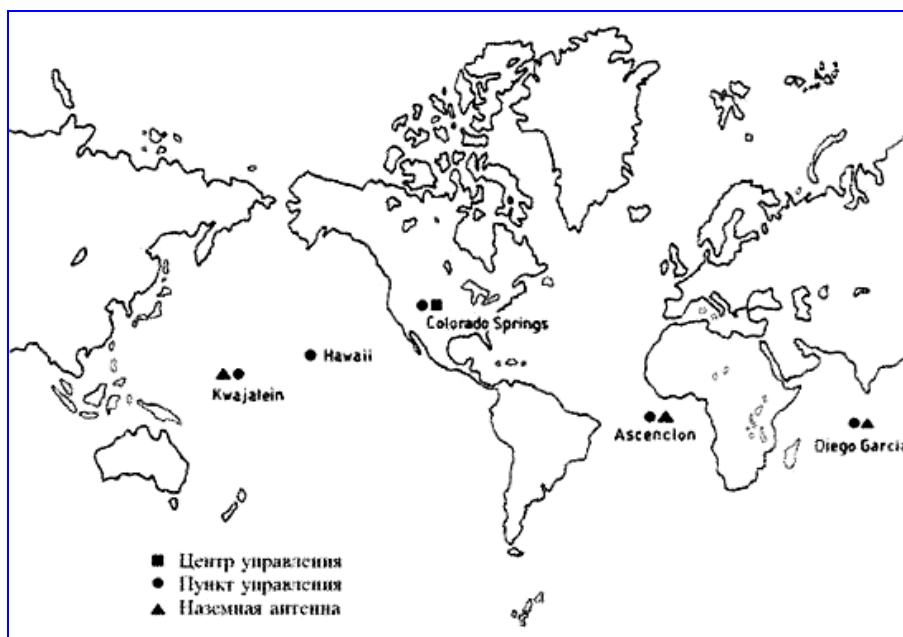
Система ГЛОНАСС является беззапросной, поэтому количество потребителей системы не ограничено. Помимо основной функции — навигационных определений, — система позволяет производить высокоточную взаимную синхронизацию стандартов частоты и времени на удалённых наземных объектах и взаимную геодезическую привязку.

Глобальная система позиционирования GPS

Американская система позиционирования GPS по своим функциональным возможностям аналогична российской системе ГЛОНАСС. Её основное назначение — высокоточное определение координат потребителя, составляющих вектора скорости и привязка к системной шкале времени. Аналогично отечественной, система GPS разработана для Министерства обороны США и находится под его управлением. Как и система ГЛОНАСС, GPS состоит из космического сегмента, наземного командно-измерительного комплекса и сегмента потребителей.



Орбитальная группировка GPS состоит из 28 навигационных космических аппаратов. Все они находятся на круговых орбитах с периодом обращения вокруг Земли равным 12 часам. Высота орбиты каждого спутника примерно равна 20 тыс. км.



Сегмент наземного комплекса управления системы GPS

Спутниковые системы местоопределения GPS и ГЛОНАСС разрабатывались как чисто навигационные системы, и эти функции они выполняют блестяще. Но эксплуатация навигационных спутниковых систем, в первую очередь GPS, показала неограниченные возможности систем GPS и ГЛОНАСС в определении высокоточных координат для геодезии, геофизики, космоса, авиации и т. д. Спутниковые навигационные системы открывают новые возможности для их использования в различных областях: поиске и спасении терпящих бедствие; предупреждении о катастрофах; сборе данных о состоянии окружающей среды; контроле контейнерных перевозок; навигации и управлении околоземными космическими аппаратами; обеспечении работ в геодезии и картографии; прокладке коммуникаций; геологоразведочных работах, разработке месторождений полезных ископаемых, включая участки прибрежных шельфов, и др.

Спутниковая навигационная система Galileo

В течение ближайших лет Европейский Союз (EU) и Европейское космическое агентство (ESA) планируют ввести в эксплуатацию новую европейскую глобальную спутниковую навигационную систему Galileo («Галилео»). Существование второй полностью рабочей спутниковой системы GNSS обещает значительную выгоду для гражданских потребителей по всему миру. Успешный запуск проекта Galileo позволит увеличить более чем в два раза количество рабочих навигационных спутников, доступных пользователям. Подобное увеличение количества спутников принесёт пользу не только при работе в автономном режиме, но и улучшит качество определения координат и способность GPS-аппаратуры разрешать неоднозначность по фазе несущей для отслеживаемого спутникового сигнала.

Сравнительные характеристики GPS и Galileo (по одной частоте) приведены в таблице ниже.

Параметры	GPS	Galileo
Количество спутников	27	30
Количество орбитальных плоскостей	6	3
Разделение спутников по орбитальным плоскостям	Неравномерное	Равномерное
Наклон орбитальных плоскостей	53-56°	54°
Радиус орбиты	26561,75 км	29378,137 км
Используемая частота	L1 (1575,42 МГц)	E1 (1575,42 МГц)

Спутниковая радионавигационная система Galileo представляет собой уникальный глобальный проект системы массового обслуживания XXI века. Её параметры без преувеличения можно назвать выдающимися. В перспективе комбинированный приёмник пользователя, принимающий и дешифрирующий сигналы трёх независимых СРНС Galileo, GPS и ГЛОНАСС, получает техническую

возможность одновременно наблюдать и использовать для местоопределения и навигации более 30 НКА разных систем без потери реальной способности вычисления координат в любых условиях затенения горизонта в городах, горных и лесных массивах.