

УДК 528.4

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГНСС В ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ

Харыбин Т. А., студент гр. ГМс – 141  
Научный руководитель: Корецкая Г. А.  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Глобальная спутниковая навигационная система (ГНСС) предназначена для определения местоположения различных объектов, скорости и направления движения приемника сигнала и определения точного времени.

В настоящее время спутниковые системы навигации используются в различных отраслях, и их востребованность растёт от года к году. К таким сферам можно отнести военное дело, навигацию, сотовую связь, тектонику плит, спутниковую систему мониторинга, картографию и геодезию.

Внедрение спутниковых технологий в геодезическое производство резко изменило многие основополагающие принципы проведения полевых и камеральных работ, что привело к революционным преобразованиям в геодезии. Проведение геодезических измерений при помощи спутниковых радионавигационных систем дает следующие преимущества:

1) применение метода не требует строительства высоких, дорогостоящих сигналов;

2) не нужно обеспечивать видимость на все соседние пункты триангуляции, полигонометрии или пункты СОК; для ориентирования построенных сетей достаточна видимость на 1-2 соседних пункта или на специально определённые ориентирные пункты;

3) расстояния между определяемыми пунктами могут составлять десятки километров; возможны наблюдения в любую погоду, как в дневное, так и в ночное время;

4) метод позволяет ускорить процесс получения координат и отметок пунктов, увеличивая производительность на 15–30 % для точных работ;

5) возможна полная автоматизации процесса от наблюдений до вычисления координат реальном времени;

6) метод позволяет вести непрерывные наблюдения на техногенных полигонах, а также за осадками и деформациями.

В настоящее время функционируют две системы спутниковой радионавигации: NAVSTAR/GPS (США) с 1995 г. и ГЛОНАСС (РОССИЯ) с 2010 г., которые первоначально создавались для применения в военной сфере, и лишь потом стали использоваться для гражданских целей.

В 1999 г. было принято решение о создании космической системы Европейского космического агентства GALLILEO, что увеличит общую косми-

ческую группировку до 80 спутников, покрывающих весь земной шар, с целью повышения точности и надёжности определений. Для этого на территории 15-ти стран заложили 92 пункта (Всемирной системы координат) так, чтобы в каждой стране было не менее трёх пунктов. Расстояние между пунктами 300-500 км, по результатам уравнивания сети точность сети оценивается на уровне 3-4 см. На рис. 1 представлена статистика развития созвездия спутников в различных странах в период с 1957 до 2010 г.г.

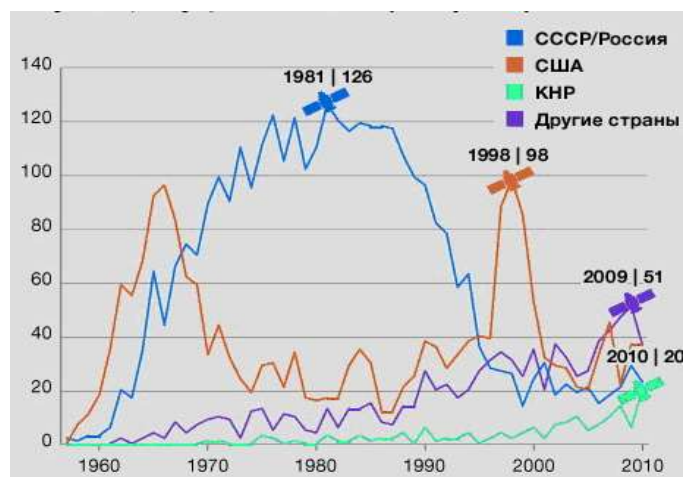


Рис. 1. Статистика развития космических группировок стран мира

В 2012 году была запущена в коммерческую эксплуатацию китайская спутниковая система Бэйдоу-2, как навигационная система для Азиатско-Тихоокеанского региона. Планируется, что на полную мощность система выйдет к 2020 году, и её можно будет использовать на всей планете. В 2013 г. стартовала индийская региональная спутниковая система IRNSS. Завершение всей системы планируется в 2016 году. Сигналы региональной системы IRNSS в ближайшем будущем смогут использоваться ГНСС-приемниками в виде дополнения на территории Казахстана и других стран Средней Азии, а также в Западной Сибири. В перспективе, для совместного использования всех космических группировок, предстоит урегулировать много вопросов, касающихся частотных диапазонов, параметров эллипсоидов и систем координат, программного обеспечения и др. Современная спутниковая радионавигационная система включает в себя следующие сегменты:

- 1) космический сегмент (орбитальную группировку), состоящую из нескольких (от 2 до 30-и) спутников;
- 2) наземный сегмент;
- 3) сегмент контроля и управления за всей системой;
- 4) сегмент пользователя (аппаратура потребителя) (рис. 2).

Принцип работы ГНСС основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. Любой спутниковый приемник имеет в себе таблицу положения спутников, называемую альманахом.

Обычно приёмник сохраняет альманах в памяти со времени последнего выключения и, если он не устарел, мгновенно использует его.

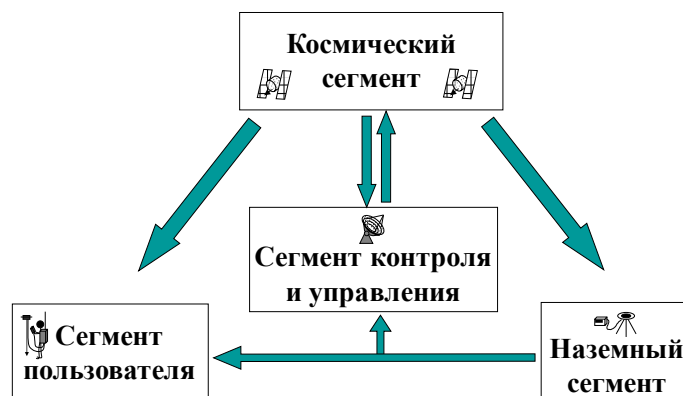


Рис. 2. Структура современной ГНСС

Таким образом, зная расстояния до нескольких спутников системы, с помощью сравнительно простых геометрических построений, на основе альманаха, можно вычислить положение объекта в пространстве [1]. В геодезии эта задача называется пространственной линейной засечкой: по координатам четырёх пунктов и измеренным до них расстояниям вычисляют координаты определяемого пункта. Допустим, что на некоторый момент времени известны пространственные прямоугольные координаты  $X_{S1}$ ,  $Y_{S1}$ ,  $Z_{S1}$  одного искусственного спутника Земли  $S1$ . С целью определения пространственных прямоугольных координат  $X_A$ ,  $Y_A$ ,  $Z_A$  пункта  $A$  измеряют расстояние  $R_1$  между определяемым пунктом и спутником (рис. 3).

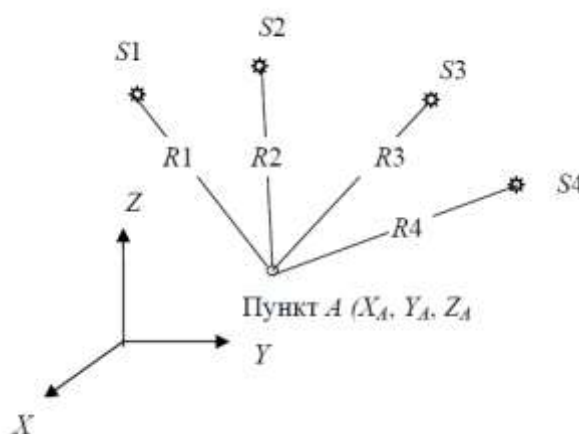


Рис. 3. Пространственная линейная засечка

На самом деле, это чрезвычайно сложная задача, если учесть, что спутники не стоят на месте, а движутся с огромной скоростью, меняя своё положение каждую долю секунды относительно теоретических орбит. Необходимо синхронизировать время на спутниках и приёмниках, на которых точность хода часов различная, а также ввести множество поправок, чтобы точно рассчитать скорость радиолуча, проходящего через различные слои атмосферы

Поэтому для того, чтобы с высокой точностью (до см и мм) определить местоположение, необходима координированная работа трёх сегментов ГНСС.

Наиболее экономически развитые страны мира уделяют повышенное внимание решению задач навигации на государственном уровне. Коммерческая эффективность применения ГНСС (в первую очередь системы GPS) усиливается необходимостью поддержания на должном уровне военной безопасности государства. Применение навигационных технологий повсеместно идет по пути совершенствования картографо-геодезической основы.

Учитывая значительную роль геодезии и картографии в обеспечении экономической и стратегической безопасности и повышении уровня потребности в топографо-геодезической продукции в новых геополитических условиях, развитие ГНСС и спутниковых геодезических технологий является приоритетным направлением экономики. Цели, задачи, основные направления долгосрочного развития геодезии и картографии до 2020 года определяются государственной Программой развития геодезии и картографии [2].

На сегодняшний день по масштабам и точности созданной системы картографо-геодезического обеспечения страны Россия занимает лидирующее место в мире. Место и роль геодезии и картографии в Российской Федерации определяется Федеральным законом «О геодезии и картографии» [3].

Несмотря на достигнутые успехи, остаётся много нерешённых вопросов. Одним из них является создание на территории страны надёжной опорной сети пунктов и постепенный переход от временных (полевых) базовых станций к постоянно-действующим (стационарным) референцным станциям. Это обеспечит получение стабильных данных для дифференциального метода спутниковых геодезических измерений в течение 24 часов в сутки и определение высокоточного (с погрешностью до нескольких см и даже мм) местоположения любых объектов на земной поверхности.

### Список литературы:

1. Генике, А. А. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и её применение в геодезии / А. А. Генике [и др.]. – М.: Картгеоцентр, 1999. – 272 с.
2. Программа развития геодезии и картографии на основе плана мероприятий реализации концепции развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года. – М.: ФГУП «Научно-исследовательский институт геодезии, аэро съемки и картографии», 2012. – 115 с.
3. Федеральный закон от 26.12.1995 № 209-ФЗ (ред. От 06.04.2015) «О геодезии и картографии»