

Тезисы доклада
Локальные системы навигации, дополняющие системы ГНСС.
Корнеев И.Л., Егоров В.В.

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) имеют ряд неоспоримых преимуществ, таких как полное покрытие земли и околоземного пространства, бесплатное использование систем, унификация оборудования для всех пользователей и т.д.

Опыт эксплуатации глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS, а также теоретические и экспериментальные исследования, проведённые в России и за рубежом, показали, что наряду с очевидными преимуществами ГНСС имеют и ряд существенных недостатков, главными из которых являются:

- плохой приём сигналов в лесистых и горных местностях, в условиях плотной высотной городской застройки, а также внутри зданий;

- характеристики точности, целостности и доступности ГНСС не в полной мере удовлетворяют требования некоторых групп потребителей;

- недостаточная помехоустойчивость – локальные помехи небольшой мощности в т.ч.:

- сбои и аварии на спутнике;

- случайные радиопомехи или намеренное «глушение»

могут затруднить или сделать невозможным координатно-временные определения по сигналам ГНСС.

Для того, чтобы сделать невозможным приём сигнала ГНСС, идущего от спутника, находящегося на расстоянии 20 000 км, требуется генератор имитационно-шумовой помехи мощностью 2 Вт, расположенный в радиусе 160 км.

В условиях преднамеренной постановки таких помех крайне важно иметь резервную навигационную систему с достаточно большой зоной действия, способную обеспечить потребителям сравнимую с ГНСС точность координатно-временных определений.

Если рассматривать мировой опыт, то подобные системы развиваются с 50 –х годов прошлого столетия, начиная с известных систем LORAN (США) и Чайка (СССР).

Сейчас в мире используются уже 3-4 поколение локальных систем навигации, таких, например, как разностно-дальномерные системы PinPoint (2000г.-Англия), CRS (2000г.-США), UHRS(2014г.-США). Последняя система была разработана австралийской компанией Locata, предложившей альтернативную наземную локальную систему позиционирования, которая дополняет или заменяет GPS на местном уровне. Новая технология позиционирования основана на коммерческой системе позиционирования LocataNets, которая представляет собой сеть трансиверов LocataLite, передающих навигационные сигналы. В технологии Locata используется новый способ позиционирования – без спутников.

Структура используемого сигнала:

- свободный диапазон частот для промышленных, научных и медицинских организаций (ISM) 2.4GHz;

- двойная несущая частота;

- специальный множественный доступ с кодовым разделением каналов сети радиосвязи ICD (released Sept 2011 at ION-GNSS);

- 1 Вт выходной мощности – дальность более чем 10 км.

Технические испытания Locata - BBC США были проведены на полигоне White Sands во время испытательного полета самолета 746 TS 30 октября 2011 г. Была получена точность позиционирования – **6 см** по горизонтали, **15 см** по высоте.

Попытки создать подобные системы были и в России, но они носили фрагментарный характер. Сейчас разрабатывается современная отечественная локальная система навигации (ЛСН), способная реализовать все преимущества такого подхода.

В рассматриваемой ЛСН имитация сигнала («спуфинг») полностью исключена за счёт очень сложного закона смены псевдослучайной последовательности. Возможна постановка только шумовой помехи. Как пример, чтобы полностью исключить приём сигнала от передатчика ЛСН мощностью 2 Вт, находящегося на расстоянии 20 км, потребуется генератор помехи мощностью более 20 кВт, за счёт того, что:

- расстояние между абонентским и опорными станциями в 1000 раз меньше, чем до спутника;
- имитация сигнала ЛСН практически невозможна;
- диапазон рабочих частот ЛСН (от 100 МГц до 2500 МГц) неизвестен и может перестраиваться.

В системе обеспечивается асинхронный оптимальный прием (сверх)широкополосных сигналов, асинхронное (за время 1 мс) определение координат излучающего/принимающего абонента – погрешность не больше $10^{-2} \div 10^{-1}$ м (зависит от решаемой сетью задачи), пропускная способность на уровне, определяемом длительностью элементарного кванта сложного сигнала (не менее $0,1 \div 1$ МГбод).

Другая группа условий обеспечивает безопасность работы в сети: гарантированная защита информации в режиме разделения абонентов до 100 лет (что позволяет сети противостоять параллельной информационной атаке). В основном канале используются динамически изменяемые рабочие псевдослучайные последовательности (ПСП), гарантирующие защиту от вмешательства третьей стороны. Система наследует от ГНСС некоторые параметры, такие как: тактовая частота цифрового сигнала – $1 \div 10$ МГц, длина ПСП – 1024/10240 бит. В дополнение к этому, полоса рабочих частот – $100 \div 2400$ МГц, скорость передачи информации не менее $0,1 \div 1$ Мбод, темп смены ПСП не менее 1 Гц, время непрерывного обновления ПСП не менее 100 лет.

Для обеспечения в ЛСН передачи данных, сигналов синхронизации и квитанций о решении навигационной задачи используется дополнительный узкополосный (25 кГц) канал связи.