

СПУТНИКОВЫЙ ВЫСОКОТОЧНЫЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ VBS&HP-СЕРВИС КОМПАНИИ FUGRO/OMNISTAR BV: ТЕХНОЛОГИИ GPS-МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЯ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

А.А. Жалило¹, В.М. Кондратюк²

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14; тел.(057)-700-22-84
E-mail: gpsgroup@kture.kharkov.ua

²ООО НПП «ГРАНАС»

Киев, 02218, б-р Перова, 30-а, тел.: +38(044) 513-74-69, моб.: 8-066-362-64-08
Email: granas@ukr.net

There are presented the main principles and characteristics of VBS/HP-technologies and the services companies OmniSTAR BV (Netherlands) providing precision differential DGPS navigation, geodetic surveying and coordinate support of geoinformation systems in universal scale with a level of accuracy of ~1 m (VBS) and ~10 cm (HP)

При традиционном методе дифференциальной навигации каждая референсная (базовая) станция независимо от других станций автономно формирует и распространяет потребителям RTCM SC-104 DGPS-коррекции. При этом станция должна выполнять автономный контроль целостности GPS и передаваемых потребителям сообщений (коррекций). При нормальных условиях остаточные после коррекции погрешности местоопределения обусловлены атмосферными эффектами, многолучевостью и орбитальными погрешностями. Для погрешностей с сильной пространственно-временной корреляцией (атмосферные и орбитальные эффекты) эффективность их коррекции уменьшается с увеличением расстояния между базовой станцией и потребителем и на больших удалениях (500 – 2000 км) точность DGPS-местопределения может быть практически сравнимой с точностью автономного определения местоположения.

Рост требований к точности и надежности определения местоположения обусловил появление т.н. широкозонных дифференциальных WADGPS подсистем (функциональных дополнений GPS(GNSS)) и соответствующих информационных услуг. При "широкозонном" подходе наблюдения разреженной сети GPS-станций совместно обрабатываются, чтобы максимально использовать свойства сильной пространственно-временной корреляции атмосферных и орбитальных (эфемеридных) погрешностей путем их моделирования в зоне действия (покрытия) сети референчных станций. Такой WADGPS-подход позволяет значимо повысить уровень точности и надежности местоопределения и обеспечить практически равномерное распределение точности коррекций по всей зоне покрытия сети станций.

Существует несколько различных подходов и алгоритмов, которые используются для формирования WADGPS-коррекций. Можно выделить два подхода.

При первом подходе (получил название Multi-Reference Differential (MRD)), на каждой станции сети формируются кодовые DGPS-коррекции. Эти коррекции в центре сбора и обработки (ЦСО) подвергаются контролю качества и взвешенной обработке так, чтобы ее результаты (в виде коррекций) передать потребителям. Уже у потребителя формируются оптимальные для его текущего местоположения поправки, получившие название коррекций виртуальной референчной (базовой) станции (Virtual Reference (Base) Station – VRS(VBS)), как бы находящейся рядом с потребителем. Такой подход является относительно простым и для его реализации необходимо относительно небольшое количество референчных станций (например, компания OmniSTAR/FUGRO обеспечивает VBS-коррекциями Северную Америку с использованием только 10 станций).

При реализации второго подхода, который получил название Wide Area Differential (WAD), по двухчастотным наблюдениям сети референчных станций вычисляют параметры моделей каждого источника погрешностей в отдельности. Обычно

это – уходы спутниковых часов, эфемериды и ионосферная задержка. Параметры, описывающие поведение этих погрешностей, передаются потребителям в зоне обслуживания сети (GPS/GNSS-подсистемы). У потребителей вектор параметров коррекций преобразуется в вектор коррекций наблюдений для каждого спутника в отдельности также с учетом текущего местоположения потребителей. Поэтому в широком смысле его также можно назвать VRS-методом. Этот подход положен в основу подсистем WAAS (США), EGNOS (ЕС), MSAS (Япония), GPS•С (Канада) и др. Он значительно сложнее подхода MRD и требует адекватного количества референчных станций для его реализации. Считается, что WAD-метод потенциально обладает большими возможностями по ряду характеристик по сравнению с методом MRD.

Как показывает практика, в части точности одночастотных координатных определений по кодовым наблюдениям оба метода в эквивалентных условиях дают примерно одинаковые результаты. В наиболее современных коммерческих двухчастотных сетевых системах высокой точности с использованием фазовых наблюдений применяют, комбинированный подход WAD/MRD.

С середины мая 2003 г. на территории Украины (г. Харьков) функционирует новая GPS станция компании OmniSTAR BV и с этого момента в любом регионе Украины GPS-потребителям доступен высоконадежный дифференциальный HP –сервис дециметровой точности кроме DGPS/VBS-сервиса субметровой точности.

Компания OmniSTAR и её услуги (дифференциальный сервис)

OmniSTAR – мировой лидер в области предоставления услуг высокоточного DGPS-сервиса с передачей дифференциальной корректирующей информации через спутниковые каналы связи. Компания OmniSTAR BV является подразделением холдинговой компании FUGRO GROUP, головные офисы которой находятся в Нидерландах, США и в Австралии. FUGRO GROUP содержит 160 офисов в 40 странах и предоставляет дифференциальные коррекции и другие услуги GPS-пользователям для выполнения геодезических работ, высокоточного определения местоположения, реализации геоинформационных технологий в наземных, авиационных и морских приложениях.

Имея в настоящее время в своем распоряжении примерно 100 референчных станций, 3 центра загрузки данных на спутники и 2 центра сбора, обработки и управления (ЦСОУ) глобальной сети референчных GPS-станций (СРС), компания OmniSTAR обеспечивает непрерывный надежный и высокоэффективный сервис в глобальном масштабе.

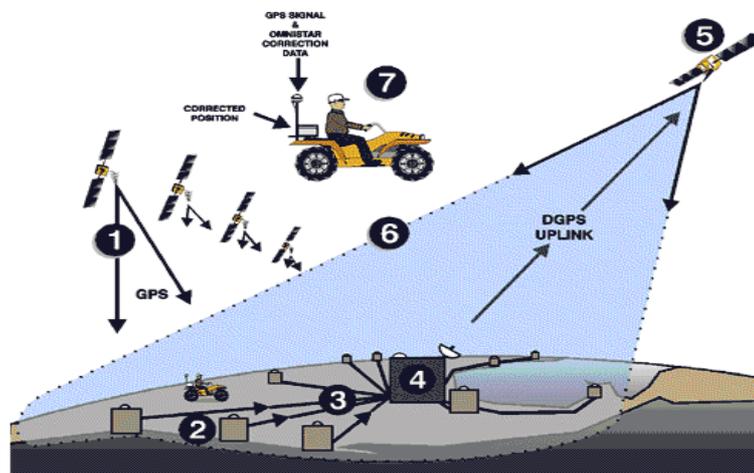
'Virtual Base Station' (VBS)- и 'High Performance' (HP) – технологии компании OmniSTAR - разработаны для удовлетворения самых высоких требований к точности местопредления. Как 'VBS'-, так и 'HP'-данные (корректирующие поправки) передаются в L-диапазоне через созвездие геостационарных спутников, так, что любые GPS-пользователи могут воспользоваться этими коррекциями, оформив соответствующую подписку на эти услуги. Дифференциальный сервис OmniSTAR автоматически обеспечивает оптимальную дифференциальную коррекцию для текущего местоположения потребителя, используя наиболее передовые сетевые технологии – "виртуальная базовая (референчная) станция" - VBS&HP.

Как это работает?

Система OmniSTAR является глобальной DGPS подсистемой реального времени, которая доставляет коррекции от глобальной сети базовых (референчных) станций. Компания OmniSTAR BV использует эту сеть для определения и передачи потребителям ионосферных, орбитальных, частотно-временных и других, свойственных GPS, погрешностей. Эти данные передаются в ЦСОУ, где они проходят контроль качества и целостности, а затем – через геостационарные спутники – ретранслируются авторизованным потребителям OmniSTAR–коррекций. Эта процедура организована таким образом, чтобы передаваемые коррекции были мгновенно доступны пользовательским приемникам. Приемники потребителей обрабатывают данные всех

доступных ближайших референчных станций для получения оптимального решения навигационной задачи. В этом случае возможно одновременное использование всей доступной информации с учетом текущего местоположения потребителей по отношению к местоположению каждой из ближайших референчных станций. Оптимальное решение для каждого потребителя получается путем взвешенной обработки данных от референчных станций, где веса являются функциями расстояний между потребителем и станциями. Результатом является одно множество коррекций (по каждому спутнику), оптимальное для данного текущего положения каждого потребителя, т.е. так называемое VBS-решение. Такая процедура выполняется непрерывно для каждого нового положения GPS-приемника и поэтому OmniSTAR-коррекции идеально подходят как для статических, так и для динамических приложений.

Преимущества использования VBS&HP: 1) гарантированно обеспечивается оговоренная точность на больших территориях обслуживания; 2) независимость от какой-либо одной референчной станции; 3) исключение скачкообразного изменения координат, возникающее при "переключениях" с одной базовой станции на другую.



1 - GPS спутники; 2 – сеть референчных GPS-станций (CPC) OmniSTAR; 3 – передача GPS-наблюдений в центры сбора, обработки и управления (ЦСОУ) CPC посредством выделенных каналов; 4 – ЦСОУ - обрабатывают данные, контролируют их качество и осуществляют их запаковку и передачу на геостационарные спутники (GEOs) для передачи в L-диапазоне; 5 – GEOs – передают данные (дифференциальные коррекции) потребителям (7) в зонах покрытия (6) OmniSTAR для использования

OmniSTAR VBS&HP-коррекции передаются через несколько геостационарных спутников, формирующих несколько перекрывающихся на земной поверхности "пятен" покрытия, так что приемники пользователей могут принимать и декодировать сигналы OmniSTAR VBS&HP практически в любом районе Земли. Все референчные станции имеют дублированные каналы связи с ЦСОУ, приемники, способные принимать сигналы OmniSTAR, могут автоматически переключаться на дополнительный (вторичный) спутниковый сервис в случае сбоя в основном. Целостность и достоверность коррекций не зависят от какой-либо одиночной базовой станции.

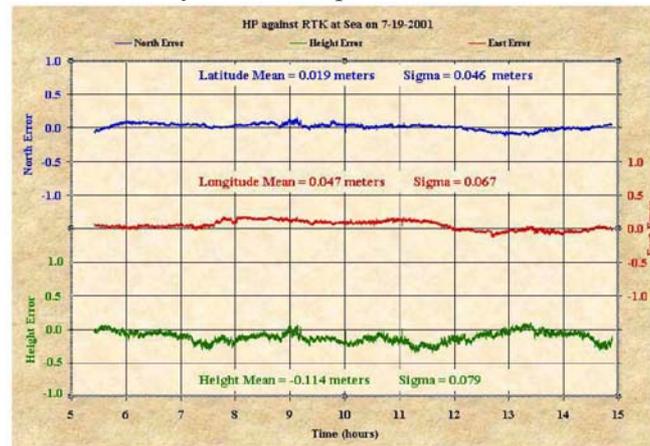
Дифференциальный сервис OmniSTAR High Performance (HP™)

OmniSTAR-HP – это двухчастотное функциональное дополнение GPS. Используя двухчастотный приемник, можно исключить влияние ионосферы (наиболее значимой составляющей погрешности) как на референчных станциях, так и у потребителя. OmniSTAR-HP демонстрирует точность в пределах достижимого: лучше, чем 10 см (95%) по плановым координатам и 20 см (95%) по вертикали в реальном времени!

Принципиальные отличия и необычные возможности таких технологий и систем по отношению к традиционным технологиям DGPS состоят в следующих положениях:

- сетевой принцип – совместная обработка наблюдений сети референчных двухчастотных GPS, позволяет заметно расширить зону действия;
- использование прецизионных фазовых наблюдений позволяет достичь на два порядка более высокую точность, чем при использовании традиционного DGPS-метода; при этом реализовано разрешение неоднозначности фазовых наблюдений на измерительных базах ~1000 км в реальном масштабе времени;
- использование двухчастотных приемников у потребителей позволило исключить наиболее значимую и изменчивую ионосферную составляющую погрешностей.

Для иллюстрации точностных характеристик режима OmniSTAR HP ниже на рисунке приведены взятые из [1] зависимости погрешностей (в плане и по вертикали) координатных определений движущегося потребителя.



Показаны результаты тестирования режима HP 19 июля 2001 г. в заливе Gulf of Mexico: достижение дециметровой точности местоопределения в кинематическом режиме (скорость движения объекта – 10 узлов) на удалении от базовых станций OmniSTAR от 400 до 1000 км; эталонная траектория объекта получена с сантиметровой точностью в режиме RTK с использованием референчной станции на удалениях от объекта 10 – 35 км.

Основные приложения технологии OmniSTAR HP: геодезическая съемка и ГИС, фотограмметрия, картография, кадастр, прокладка трубопроводов, укладка кабеля или оптоволокну, тестирование авионики и аэронавигационных систем, дистанционно управляемые транспортные средства и сельскохозяйственные машины, управление подъемными кранами, швартовка судов и др., сейсмическая съемка.

Продукты других производителей, совместимые с OmniSTAR: CSI-LGBX, Satloc-SLX DGPS, Starlink-invicta210S, Trimble-AgGPS 132, Trimble-GPS Pathfinder Pro XR/XRS, NovAtel ProPak-LB-VBS/HP и др.

Литература

1. Dr. Dariusz Łapucha, Richard Barker, Dr. Lee Ott, Tor E. Melgård, Ole Ørpen, Henk Zwaan, "Decimeter-Level Real-Time Carrier Phase Positioning Using Satellite Link", ION GPS 2001, 11-14 September 2001, Salt Lake City, UT, pp. 1624-1630.
2. Спутниковый высокоточный дифференциальный VBS&HP-сервис компании OmniSTAR BV в Украине: навигация и геодезическая съемка (технико-коммерческое предложение), на 27 л., ООО НПП "ГРАНАС", февраль 2004 г.
3. Рекламные материалы компании FUGRO/OmniSTAR BV