

VII Международная научно-техническая конференция "АВИА-2006"

Национальный авиационный университет

Киев, Украина, 25-27 сентября 2006 г.

***Экспериментальная оценка точности
GPS-навигации и геодезической съемки в г.
Киеве с использованием дифференциальных
VBS&HP-коррекций***

***В.П. Бабак¹, А.А. Жалило^{2,3}, В.М. Кондратюк¹, В.В. Конин¹,
В.Г. Сушко⁴, В.П. Харченко¹, Д.А. Шелковенков^{2,3}, В.М. Шокало²***

¹Национальный авиационный университет (НАУ)

²Харьковский национальный университет радиоэлектроники (ХНУРЭ)

³Главная астрономическая обсерватория НАН Украины (ГАО НАНУ)

⁴Аэрокосмическое агентство «Магеллан»

Содержание доклада:

- 1) Краткая характеристика технологий точного местоопределения компании **OmniSTAR BV**
 - 2) Основные результаты и выводы независимой экспериментальной оценки точностных и эксплуатационных характеристик местоопределения в реальном времени в статическом и кинематическом режимах с применением **VBS&HP**-коррекций компании **OmniSTAR BV**
 - 3) Сравнение полученных результатов с аналогичными исследованиями за рубежом
-

**1) Краткая характеристика технологий
точного местопределения компании
OmniSTAR BV**

Региональные и глобальные спутниковые сетевые
WAD/MRD/VRS- технологии
точной навигации и геодезии

- 1) ШИРОКОЗОННЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДОПОЛНЕНИЯ WADGPS [WAAS (США), EGNOS (ЕС), MSAS (Япония), SNAS (Китай), GAGAN (Индия), GRAS (Австралия) И ДР.] РЕАЛИЗУЮТ ПРИНЦИПЫ **WAD (WIDE AREA DIFFERENTIAL)** – Т.Н. ШИРОКОЗОННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ
- 2) ВЫСОКОТОЧНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СЕТЕВЫЕ КОММЕРЧЕСКИЕ MRD/VRS-СЕРВИСЫ (**MRD – Multi-Reference Differential, VRS – Virtual Reference Station**) КОМПАНИЙ **OMNISTAR/FUGRO** И **NAVCOM TECHNOLOGIES INC./JOHN DEERE**

ВЫСОКОТОЧНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СЕТЕВЫЕ КОММЕРЧЕСКИЕ WAD/MRD/VRS-СЕРВИСЫ КОМПАНИИ OMNISTAR/FUGRO (1)

VBSTTM&HPTM – технологии и виды дифференциального сервиса компания OmniSTAR

- OmniSTAR Virtual Base Station (VBSTM):

Обеспечивает сетевые DGPS-определения
(способ коррекции – Multi-Reference Differential (MRD))

с субметровой (~1 м) точностью (95%) в PMB

- OmniSTAR High Performance (HPTM):

- Обеспечивает сетевые VRS-определения с использованием наблюдений фазы несущих L1&L2 GPS

- в PMB с дециметровой (~10 см) точностью (95%)

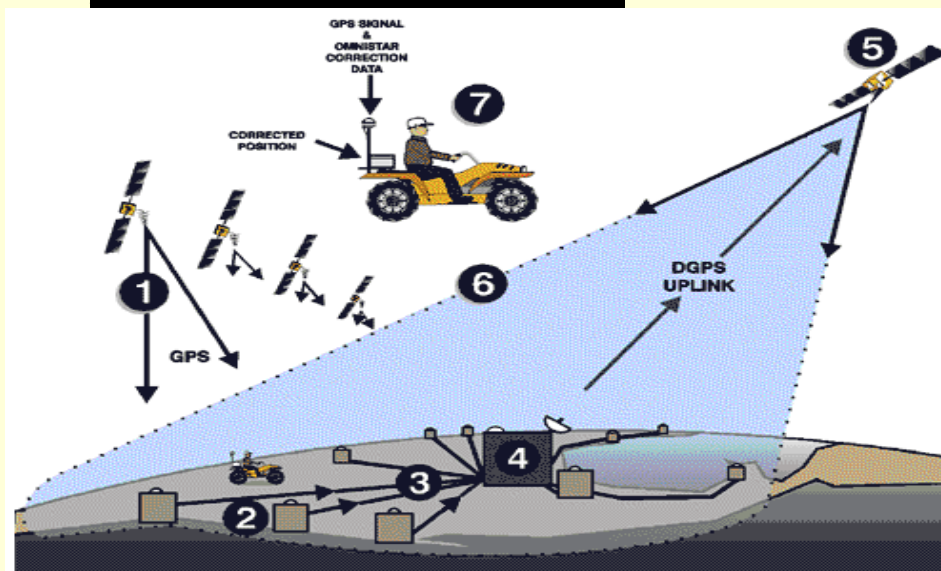
Коррекции доступны через сеть геостационарных спутников по подписке

Точные спутниковые орбиты и часы (технология OmniSTAR-XP)

Сеть двухчастотных референчных станций **OmniSTAR** позволяет генерировать информацию о точных спутниковых орбитах и уходах спутниковых часов. Выполняя коррекции наблюдений за влияние твердых и океанических приливов, за движение полюсов, можно определять точные координаты в любой точке земной поверхности. В региональных областях **OmniSTAR** комбинирует технологии **XP** и **HP**, увеличивая надежность точного определения местоположения. Вне зоны действия **HP** обеспечивается только **XP**-решение. При этом достигается точность лучше **10 см** по горизонтальным координатам и **15 см** по вертикальной составляющей.

ВЫСОКОТОЧНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СЕТЕВЫЕ КОММЕРЧЕСКИЕ WAD/MRD/VRS-СЕРВИСЫ КОМПАНИИ OMNISTAR/FUGRO (2)

Как это работает



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 в реальном времени

Области применения коммерческих WAD/MRD/VRS-услуг компании OMNISTAR/FUGRO (3)

- геодезическая и кадастровая съемка
- географические информационные системы (ГИС)
- картография
- аэрофотограмметрия
- точное земледелие
- гидрографическая съемка
- поддержка энергетической инфраструктуры



**2) Основные результаты и выводы
независимой экспериментальной оценки
точностных и эксплуатационных
характеристик местоопределения в
реальном времени в статическом и
кинематическом режимах с
применением **VBS&HP**-коррекций
компании **OmniSTAR BV****

Методика проведения экспериментов по оценке характеристик VBS&HP –технологий местоопределения

- 1) Для тестирования по точности требуется, чтобы эталонные координаты или пространственные параметры движения тестируемого «роверного» приемника были известны с большей точностью, чем точность поверяемых средств.
- 2) При проведении наблюдений необходимо накапливать А) результаты дифференциального местоопределения в реальном масштабе времени (РМВ), В) «сырые» наблюдения этого же приемника. Накопленные «сырые» наблюдения позволяют с использованием базовой станции оценить эталонные статические и/или кинематические текущие координаты антенны «роверного» приемника. с сантиметровой точностью.
- 3) Геодезическая привязка базовых станций (все расчеты выполнялись в системе **ITRF-2000**) должна выполняться заранее с использованием наблюдений и точных координат ближайшей перманентной референцной **GPS/IGS**-станции. В рассматриваемом случае привязка базовых станций осуществлялась относительно станции **GLSV** ГАО НАНУ.
- 4) При тестировании также важно проанализировать в различных условиях (режим определений, величина геометрического фактора, динамика объекта) способность приемника к быстрой инициализации (ре-инициализации), т.е. периода времени, в течение которого достигается заданный уровень точности определений, после чего при отсутствии перерывов связи приемник должен обеспечить заявленный уровень точности местоопределения в процессе движения.
- 5) Очень важной является и определение близости внутренней оценки точности, индицируемой приемником, к действительной точности определений как индикатора качества работы приемника в реальном времени, доступного оператору. Это определяется в результате послесеансной обработки наблюдений и других выходных данных тестируемого приемника.
- 6) Перед выполнением измерений [11 мая 2006 г.](#) на территории НАУ с использованием геодезического комплекта **Trimble 5700** определены и «привязаны» с сантиметровой точностью **20 точек в режиме «stop&go»**. Послесеансная обработка этих наблюдений выполнялась вначале с использованием штатного программного обеспечения компании **Trimble**, а затем - с использованием штатного программного обеспечения **GrafNav/GrafNet** компании **NovAtel/Waypoint Consulting**. Сравнение полученных результатов обработки показало удовлетворительное совпадение оценок координат как базовой станции, так и точек-реперов. Невязки по координатам базовой станции в пределах сантиметра, а по координатам реперных точек – в пределах нескольких сантиметров (измерения выполнялись с использованием подвижной вежи в режиме «stop&go»).
- 7) Оценка эталонных текущих координат антенны **GPS-600-LB** приемника **NovAtel ProPak-LB Plus** в ходе кинематической съемки на автомобиле осуществлялась относительно базовой станции, установленной на крыше учебного корпуса НАУ (приемник **NovAtel DL-4** с антенной **GPS-702**). Далее зарегистрированные выходные данные приемника по технологии **OmniSTAR VBS/HP** сравниваются с эталонными и по их невязкам осуществляется оценка точности определений и анализ других эксплуатационных параметров.

Программа проведения экспериментов по оценке характеристик VBS&HP –технологий местоопределения

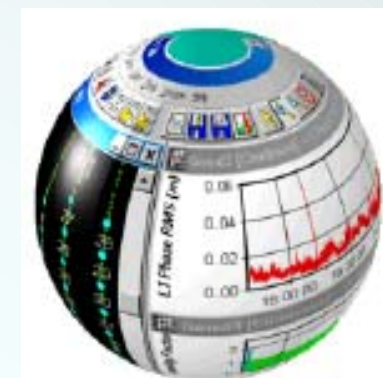
Тестирование характеристик VBS&HP –технологий местоопределения выполнялось в три этапа:

- 24 мая 2006 года – **этап 1** - этап статических наблюдений на крыше учебного корпуса НАУ (**сессия №1**);
 - 25 мая 2006 года – **этап 2** - этап тестирования в режиме «stop&go» со статической инициализацией на заранее привязанных геодезической организацией 20 реперных точках на территории НАУ (**сессии №2 и №3**);
 - 26 мая 2006 года – **этап 3** - этап тестирования в кинематическом режиме (со статической инициализацией) измерений на борту автомобиля на территории Киева и за городом (**сессии №4 и №5**).
-

Используемое оборудование и программное обеспечение экспериментальной оценки:

- приемник **NovAtel ProPak-LB Plus**, способный принимать и обрабатывать высокоточные **VBS-** и **HP-**коррекции **OmniSTAR**;
- комплект геодезического GPS оборудования Trimble 5700 (применялось для геодезической привязки (получения эталонных координат) 20 точек на территории НАУ в режиме «stop&go»);
- геодезический приемник **NovAtel DL-4** (применялся в качестве базовой станции (на крыше одного из корпусов НАУ при проведении наблюдений с использованием приемника **NovAtel ProPak-LB Plus** в режимах **VBS/HP OmniSTAR** при перемещении в режиме «stop&go» на территории НАУ; приемник **NovAtel DL-4** использовался также в качестве базовой станции при обработке измерений в кинематическом режиме при движении на автомобиле на трассе «Киев-Житомир» и вне трассы);
- GPS приемник **NovAtel FlexPak-SSII** - дополнительный одночастотный «роверный» приемник, установленный на автомобиле для выполнения измерений в кинематическом режиме на борту автомобиля «Нива»;
- программное обеспечение **GrafNav/GrafNet** (ver.7.60.2425) послесеансной обработки компании **NovAtel/Waypoint Consulting** (Канада); также независимо использовалось и программное обеспечение послесеансной обработки компании **Trimble** (США).

Используемое оборудование и программное обеспечение экспериментальной оценки:



Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (1)

Этап 1 (статическая съемка)



Рисунок 1.1 – Работа приемника ProPak – LBplus (антенна установлена на крыш

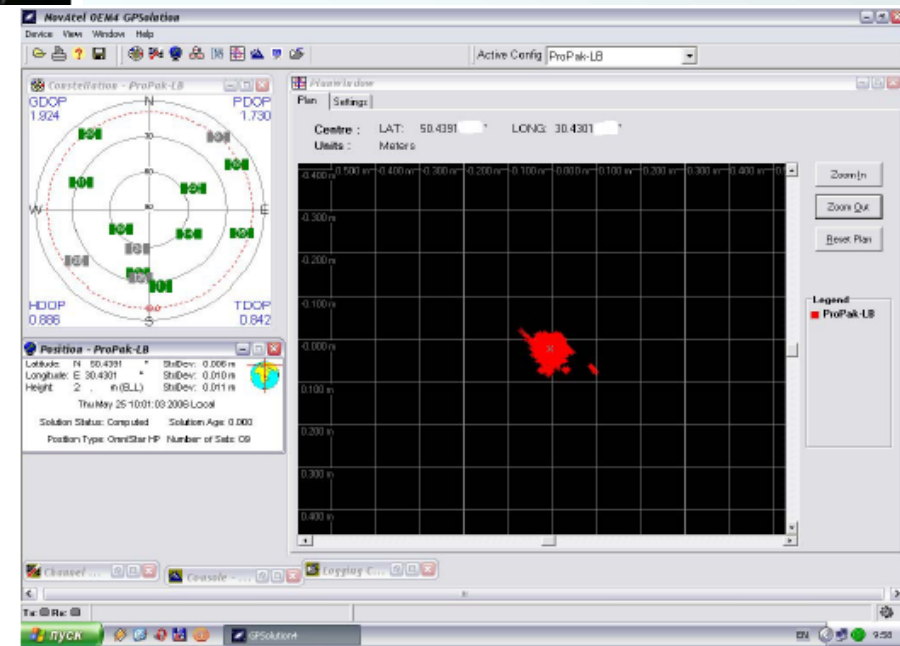


Рисунок 1.2 – Текущий разброс оценок координат относительно эталонных координат (интерфейсная программа приемника ProPak – LBplus)

Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (2)

Этап 1 (статическая съемка)

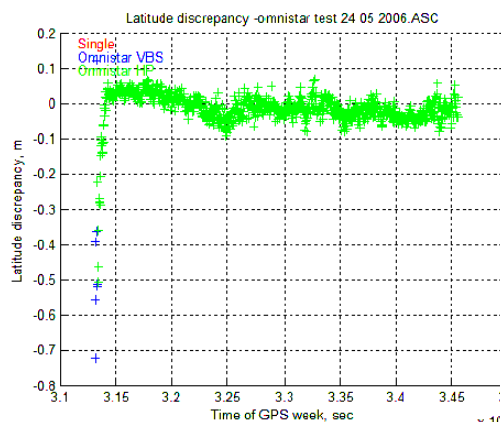


Рисунок 1.л – Разность оценок широты, полученных с помощью приемника ProPak-Lbplus ИО GrafNav/GrafNet в послесоединном режиме

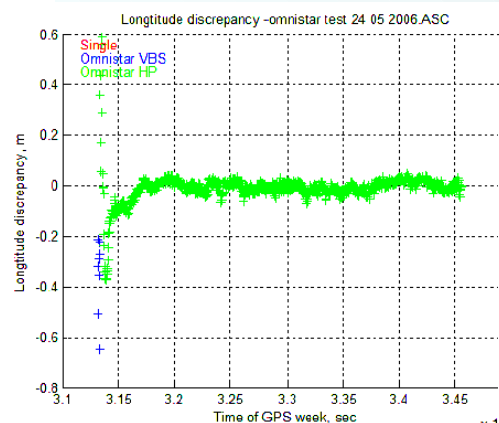


Рисунок 1.м – Разность оценок долготы, полученных с помощью приемника ProPak-Lbplus ИО GrafNav/GrafNet в послесоединном режиме

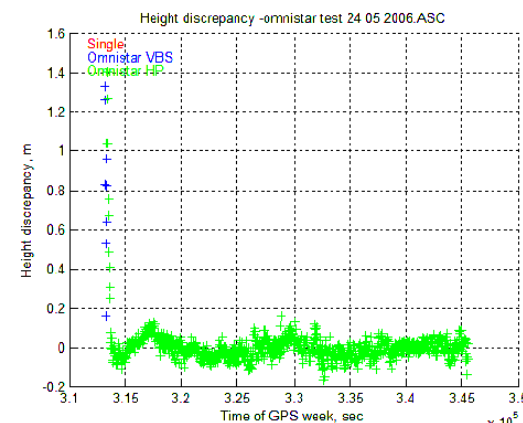


Рисунок 1.н – Разность оценок высоты, полученных с помощью приемника ProPak-Lbplus в режиме PWB и ИО GrafNav/GrafNet в послесоединном режиме

Как можно видеть из приведенных рисунков, при статической съемке после инициализации, которая занимает **20–30 мин** для широты и высоты и **1–2 часа** для **долготы**, наблюдается стабильная работа приемника в режиме **Omnistar HP** с точностью координатного решения около **10см (95%)** для плановых координат и **15см (95%)** для высоты.

Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (3)

Этап 2 (съемка «Stop&Go» на территории НАУ)



Рисунок 2.1 - Настройка приемника ProPak - LBplus



Статическая инициализация режима Omnistar HP



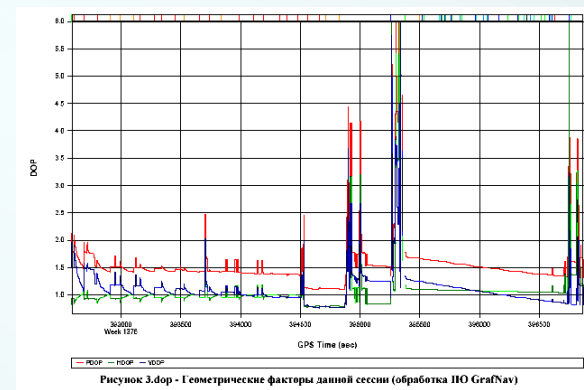
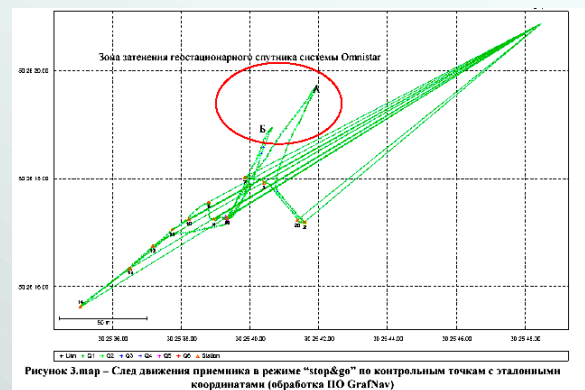
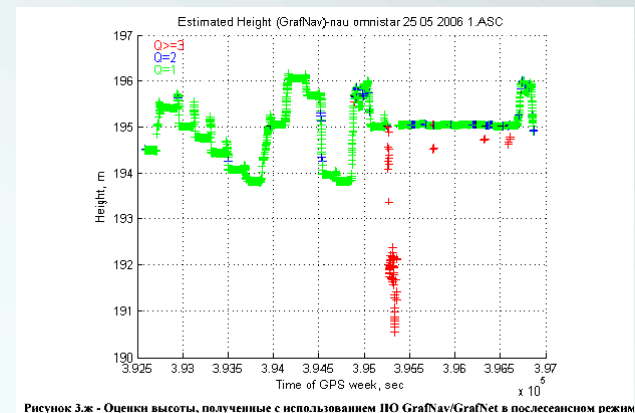
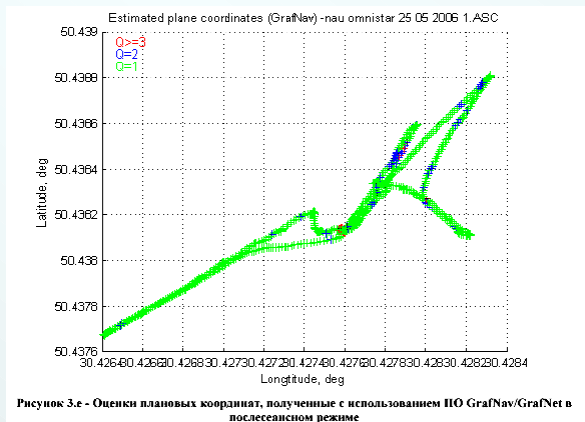
Рисунок 2.3 - Ре-инициализация приемника в режиме Omnistar HP после срыва слежения за геостационарным спутником Omnistar



Рисунок 2.4 - Съемка «stop&go» на территории НАУ

Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (4)

Этап 2 (съемка «Stop&Go» на территории НАУ), сессия №3



Начало сеанса соответствует началу движения от точки №19 после статической инициализации. При хороших геометрических условиях (до $T=395000$ с) обеспечивалась нормальная работа приемника при движении приемника по реперным точкам в режиме "stop&go" с точностью, заявленной для Omnistar HP. После срыва слежения за геостационарным спутником и увеличения геометрического фактора (см. рис. 3.doр, $T=395000$ с; см. рис. 3.мар, точка «А») из-за частичного закрытия небесной сферы приемник перешел в режим VBS, а затем начал повторную инициализацию режима HP. После инициализации была сделана попытка повторной съемки в зоне затенения (см. рис. 3.мар, точка «Б»). В интервале $T= 395250$ с – 395750 с был произведен вертикальный переворот вехи с антенной на 180 град. (антенна «смотрит» вниз) с целью имитации разрыва слежения и проверки возможности быстрой ре-инициализации.

Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (5)

Этап 2 (съемка «Stop&Go» на территории НАУ), сессия №3

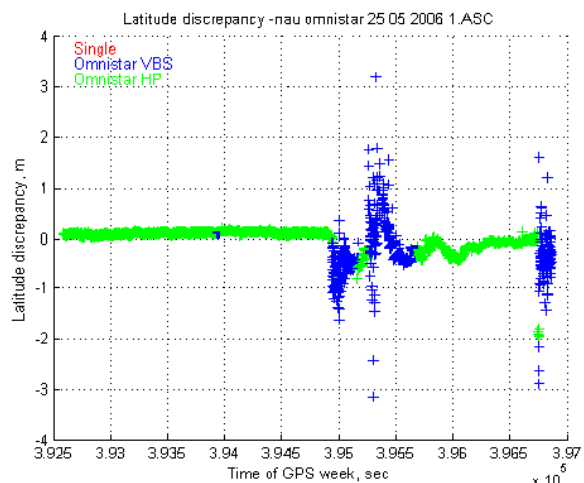


Рисунок 3.л– Разность оценок широты, полученных с помощью приемника ProPak-Lbrplus в режиме PMB и ПО GrafNav/GrafNet в послесезонном режиме

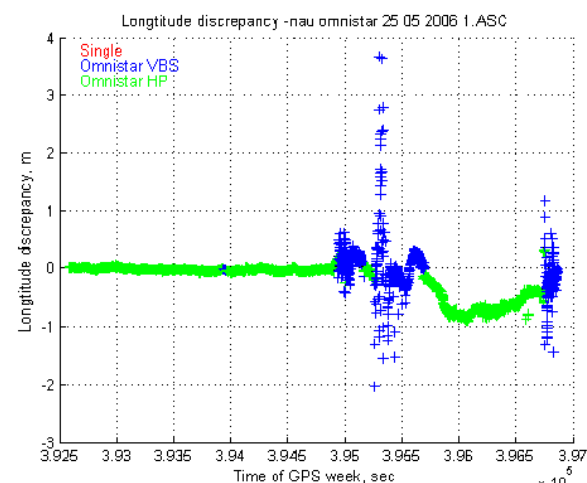


Рисунок 3.м– Разность оценок долготы, полученных с помощью приемника ProPak-Lbrplus в режиме PMB и ПО GrafNav/GrafNet в послесезонном режиме

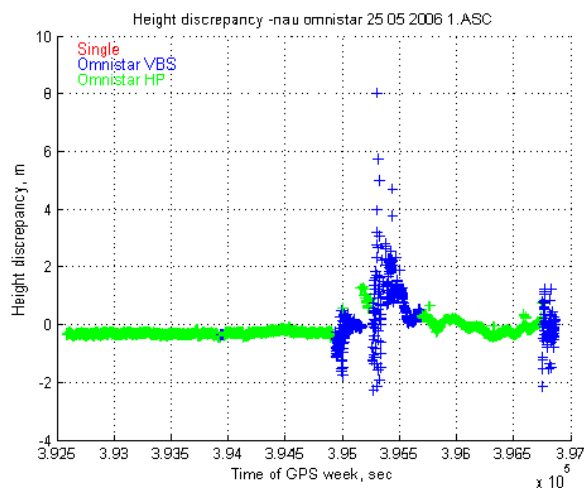


Рисунок 3.л– Разность оценок высоты, полученных с помощью приемника ProPak-Lbrplus в режиме PMB и ПО GrafNav/GrafNet в послесезонном режиме

Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (6)

Этап 3 (кинематическая съемка на автомобиле), сессии №4, 5



Рисунок 4.1 – Статическая инициализация режима Omnistar HP



Рисунок 4.2 – Кинематическая съемка при движении автомобиля

Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (7)

Этап 3 (кинематическая съемка на автомобиле), сессия №4 (движение от НАУ до точки статической инициализации за городом)

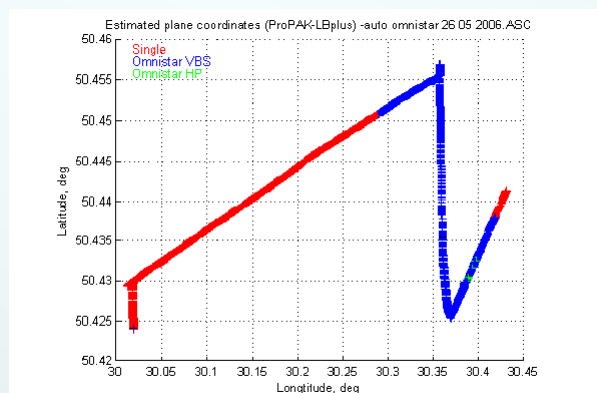


Рисунок 4.а - Оценки плановых координат, полученные приемником ProPAK-LBplus в режиме PNB

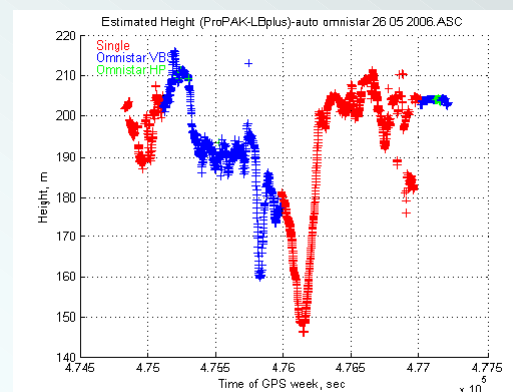


Рисунок 4.б - Оценки высоты, полученные приемником ProPAK-LBplus в режиме PNB

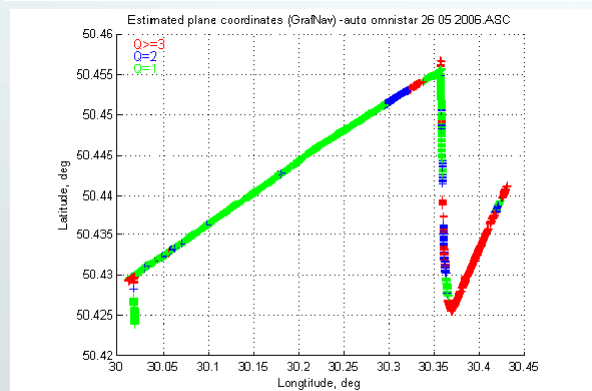


Рисунок 4.в - Оценки плановых координат, полученные с использованием ИО GrafNav/GrafNet в послесессионном режиме

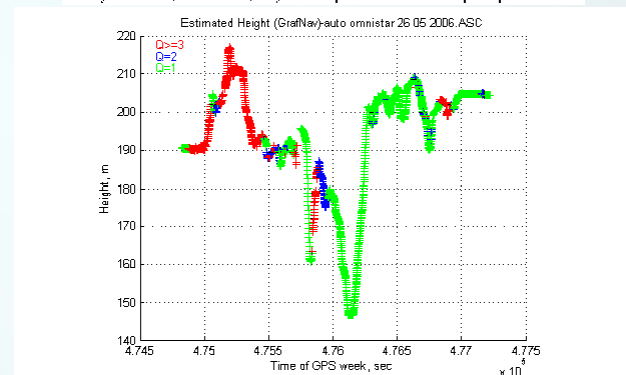


Рисунок 4.г - Оценки высоты, полученные с использованием ИО GrafNav/GrafNet в послесессионном режиме

Начало сессии соответствует началу движения автомобиля с установленными приемниками ProPAK-LB и FlexPakSSII от НАУ по житомирской трассе к точке инициализации, которая находилась примерно в 30 км от базовой станции. Основная антенна GPS-600-LB была установлена на вехе немного выше крыши автомобиля – веха проходила через боковой проем и была закреплена внутри кабины. Антенна приемника FlexPakSSII была закреплена на крыше благодаря магнитному креплению. Как видно из рисунков, около 60 % времени движения приемником индицировался режим автономного позиционирования. Такой результат поясняется тем, что часть небесной сферы практически постоянно была закрыта деревьями вдоль трассы. По этой же причине наблюдался значительный рост геометрического фактора из-за низкого числа наблюдаемых спутников. После приезда в точку инициализации произошел сбой питания приемника, но через несколько минут питание было восстановлено, что соответствует началу сессии №5.

Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (8)

Этап 3 (кинематическая съемка на автомобиле), сессия №4 (движение от НАУ до точки статической инициализации за городом)

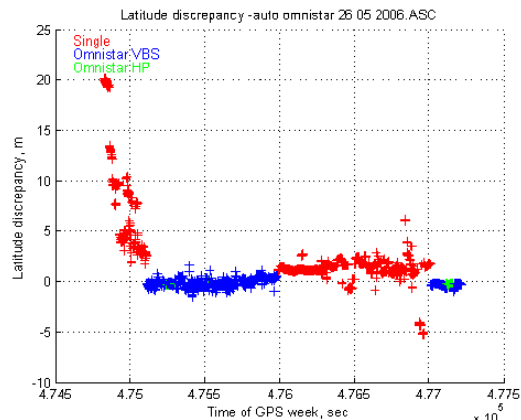


Рисунок 4.л – Разность оценок широты, полученных с помощью приемника ProRak-Lbplus в режиме PMB и ПО GrafNav-GrafNet в послесессионном режиме

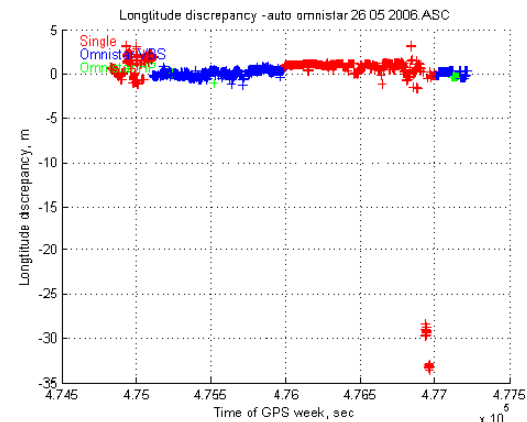


Рисунок 4.м – Разность оценок долготы, полученных с помощью приемника ProRak-Lbplus в режиме PMB и ПО GrafNav-GrafNet в послесессионном режиме

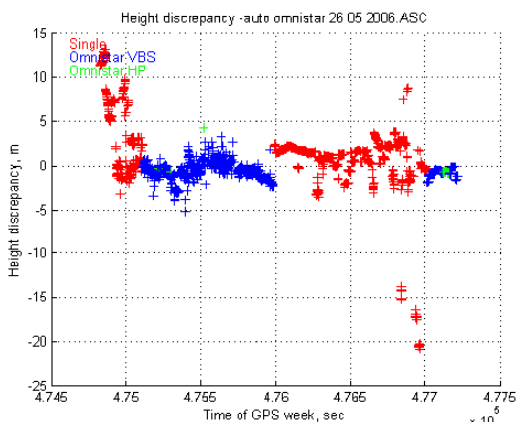


Рисунок 4.п – Разность оценок высоты, полученных с помощью приемника ProRak-Lbplus в режиме PMB и ПО GrafNav-GrafNet в послесессионном режиме

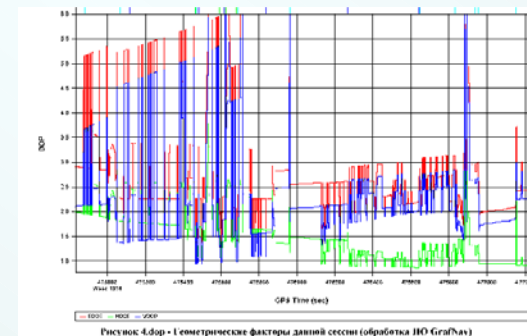


Рисунок 4.дop - I оионизированные факторы данной сессии (обработка ПО GrafNav)

Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (9)

Этап 3 (кинематическая съемка на автомобиле), сессия №5 (обратное движение от точки статической инициализации за городом до НАУ)

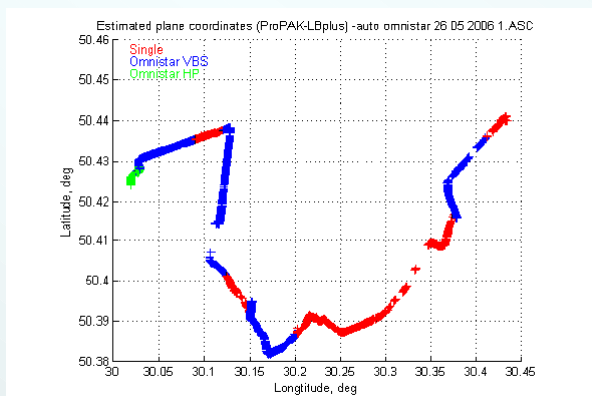


Рисунок 5.а - Оценки плановых координат, полученные приемником ProPAK-Lbplus в режиме PMB

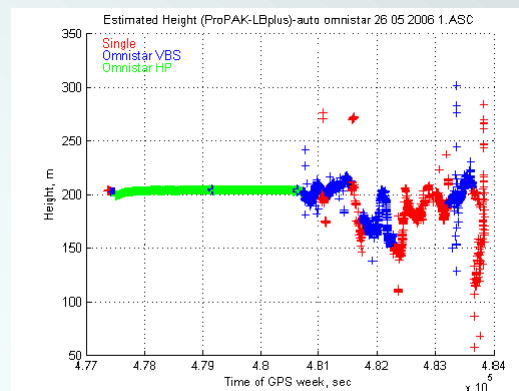


Рисунок 5.б - Оценки высоты, полученные приемником ProPAK-Lbplus в режиме PMB

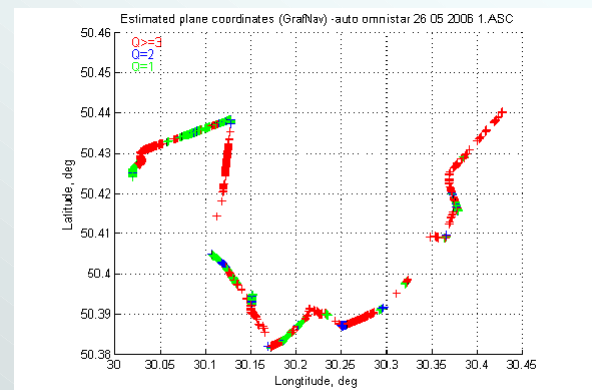


Рисунок 5.в - Оценки плановых координат, полученные с использованием ПО GrafNav/GrafNet в послесеансном режиме

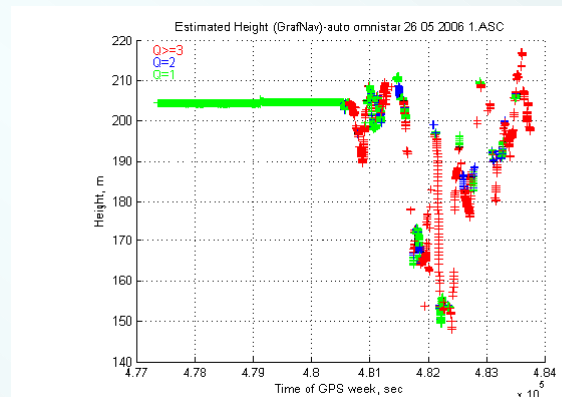


Рисунок 5.г - Оценки высоты, полученные с использованием ПО GrafNav/GrafNet в послесеансном режиме

Начало файла соответствует началу статической инициализации приемника в режиме Omnistar HP. После 1 часа инициализации произошло кратковременное затенение антенны ($T = 479250$ с), что привело к сбросу режима HP. После повторной инициализации было начато движение автомобиля. При равномерном движении по открытой местности наблюдалась устойчивая работа сервиса HP, но после затенения приемной антенны деревьями произошел переход из режима HP в режим субметровой точности VBS. Далее движение автомобиля происходила по сельской местности в пригородном районе г.Киева. Начиная с $T = 480750$ с из-за частого частичного или полного закрытия небесной сферы наблюдался значительный рост геометрического фактора и разрывы наблюдений (см. рис. 5.dop). Этим объясняется низкое качество координатного решения, полученного как приемником в режиме PMB, так и в режиме послесеансной обработки наблюдений ПО GrafNav/GrafNet.

Основные результаты экспериментальной оценки характеристик VBS&HP-технологий OmniSTAR (10)

Этап 3 (кинематическая съемка на автомобиле), сессия №5 (обратное движение от точки статической инициализации за городом до НАУ)

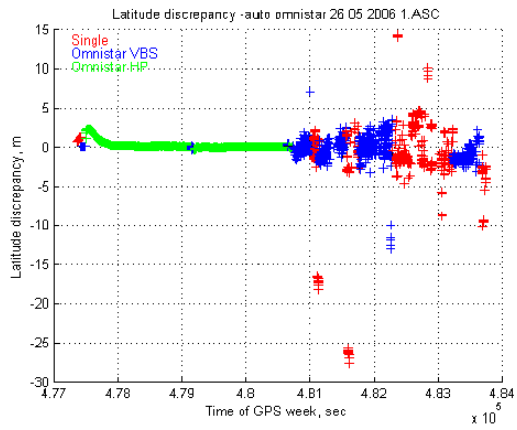


Рисунок 5.4 – Разность оценок широты, полученных с помощью приемника ProPak-Lbrplus в режиме PWB и ПО GrafNav/GrafNet в послесессионном режиме

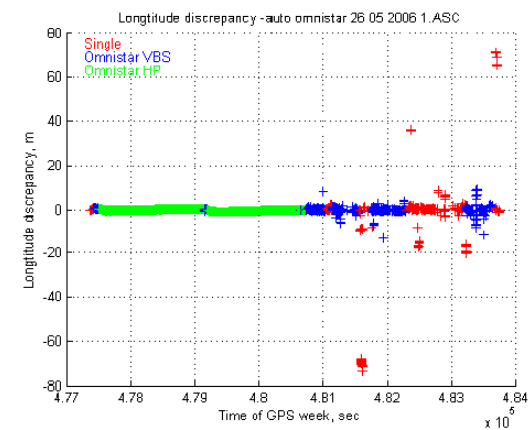


Рисунок 5.5 – Разность оценок долготы, полученных с помощью приемника ProPak-Lbrplus в режиме PWB и ПО GrafNav/GrafNet в послесессионном режиме

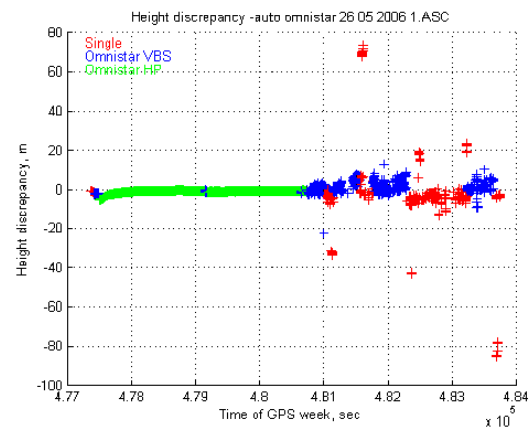


Рисунок 5.6 – Разность оценок высоты, полученных с помощью приемника ProPak-Lbrplus в режиме PWB и ПО GrafNav/GrafNet в послесессионном режиме

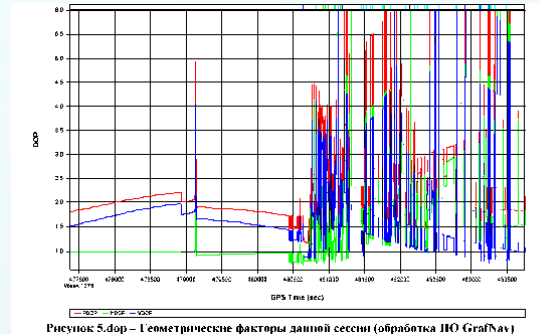
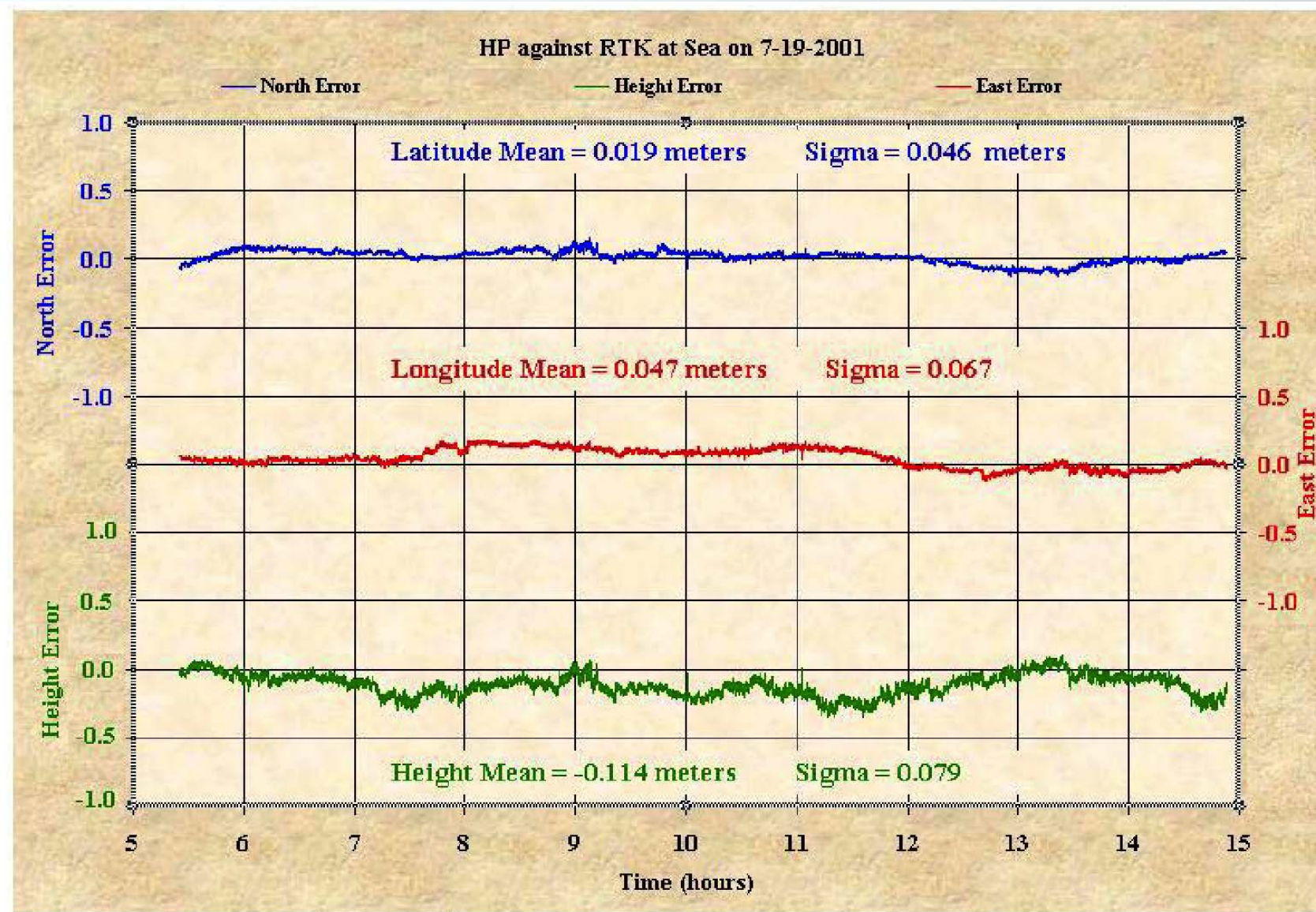


Рисунок 5.6ор – Геометрические факторы данной сессии (обработка ПО GrafNav)

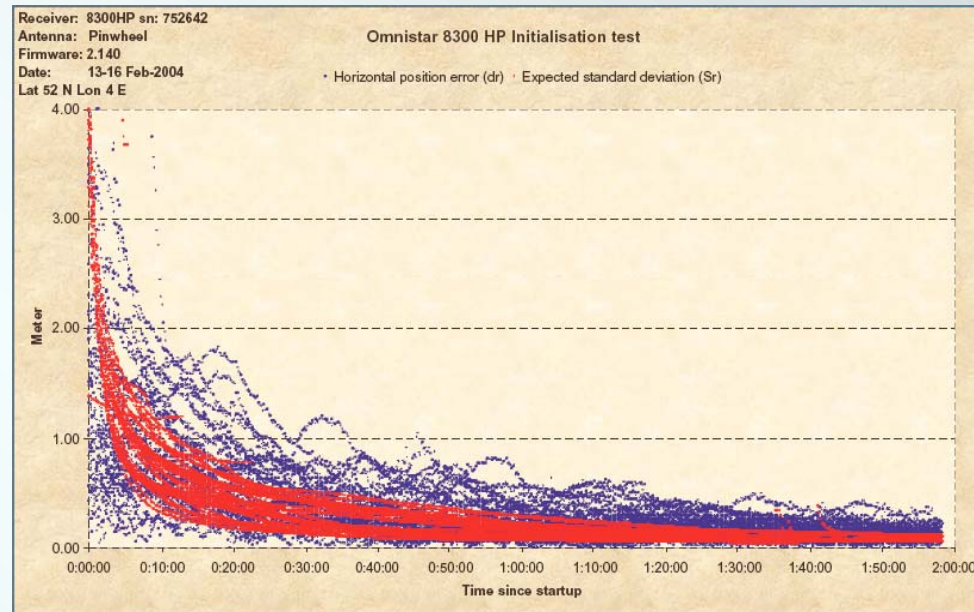


Один из снимков на память во время проведения измерений

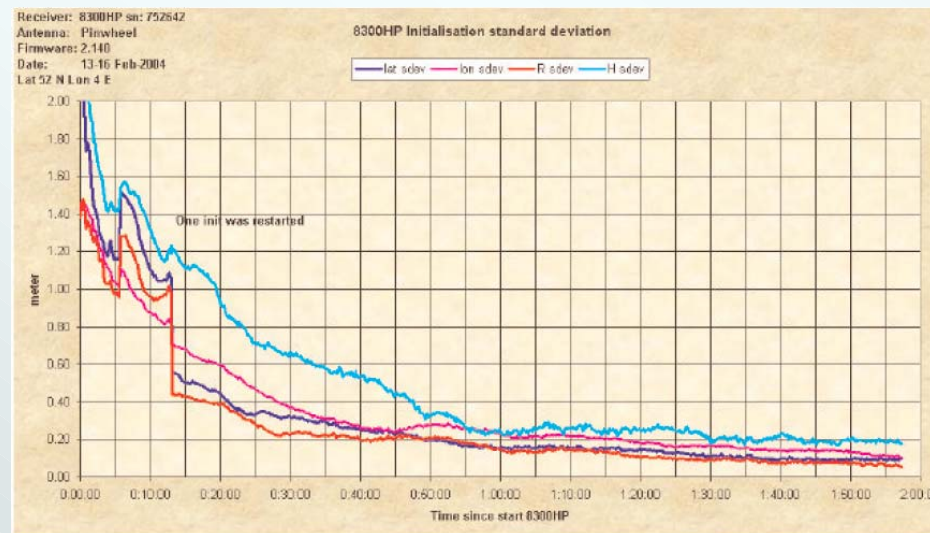
3) Результаты аналогичных исследований за рубежом. Сравнение



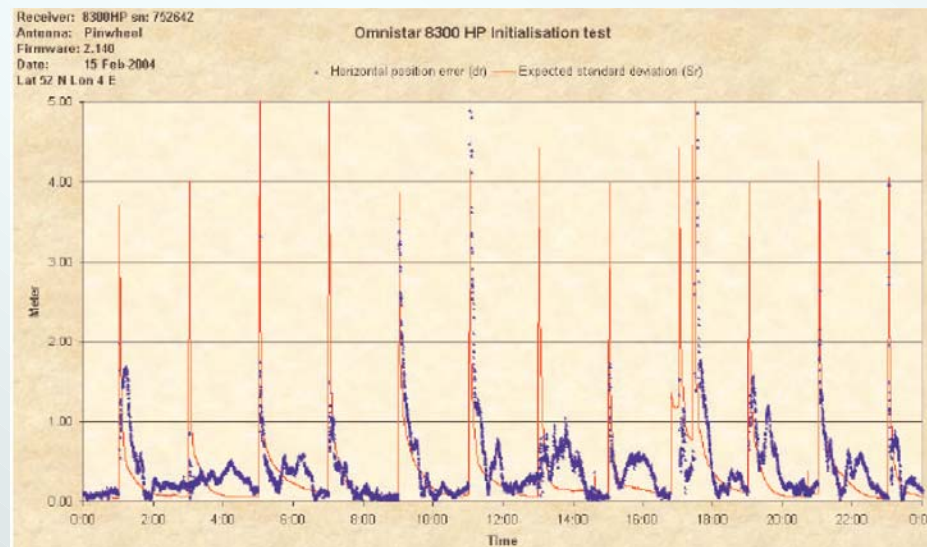
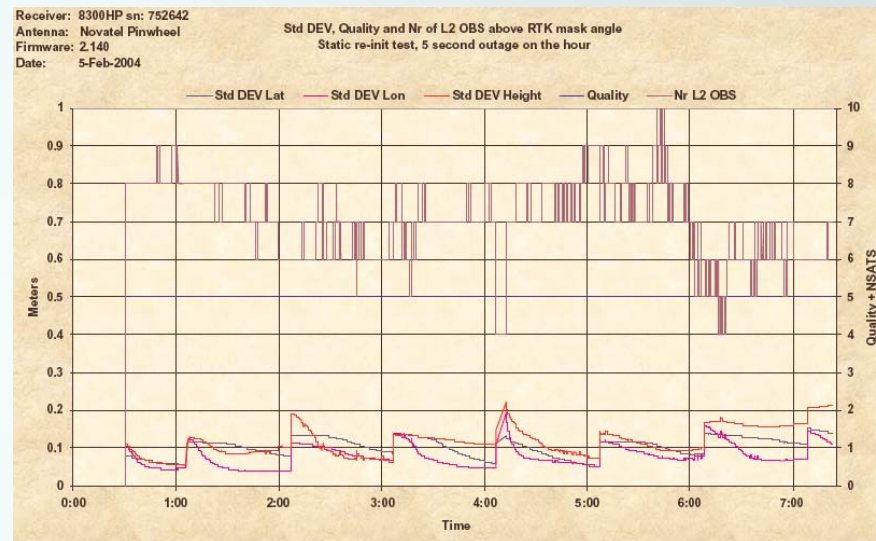
Результаты тестирования режима HP 19 июля 2001 г. в заливе Gulf of Mexico: достижение дециметровой точности местоопределения в кинематическом режиме (скорость движения объекта – 10 узлов) на удалении от базовых станций OmniSTAR от 400 до 1000 км; эталонная траектория объекта получена с сантиметровой точностью в стандартном режиме RTK с использованием отдельной референционной станции на удалениях от объекта 10 – 35 км [1]



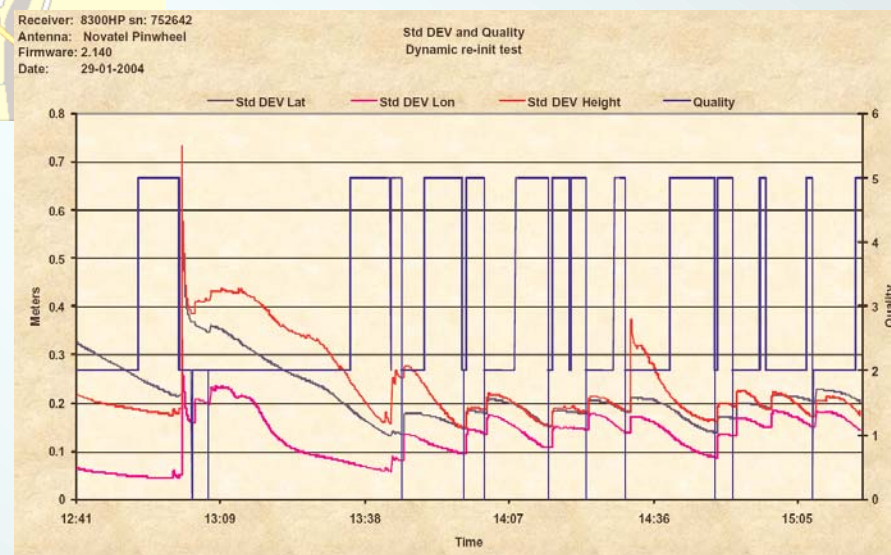
Инициализация после старта приемника [2]



Сходимость процесса входа в режим - данные получены в течение 4 дней, каждые 2 часа приемник стартовал сначала (всего 35 инициализаций) [2]



Тесты в ходе статической ре-инициализации (в течение 3-х дней каждый час антенна приемника отсоединялась на 5 сек) [2]



Тесты в ходе динамической ре-инициализации (произведено 10 пересечений туннеля с полным блокированием измерений, режим OmniSTAR –HP восстанавливался с достижением дециметровой точности в пределах 60 сек; в ходе этих экспериментов коррекции использовали данные 4-х референчных станций, удаленных от приемника на расстояния 700-1000 km) [2]

Результаты исследований для OmniSTAR-HP, взятые из [3]:

Тестирование в статическом режиме

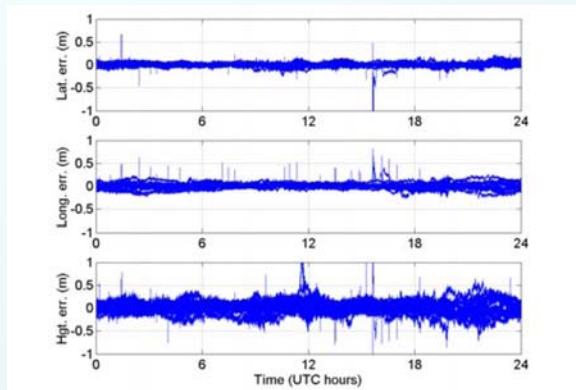


Figure 17: Position solution performance for Starfix-HP static tests from 25 July - 7 August 2003.

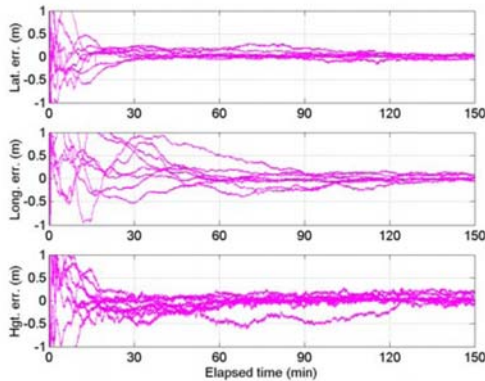


Figure 19: Convergence period for Starfix-HP static initialization tests from 19 - 21 August 2003.

Тестирование в кинематическом режиме (на борту морского судна)

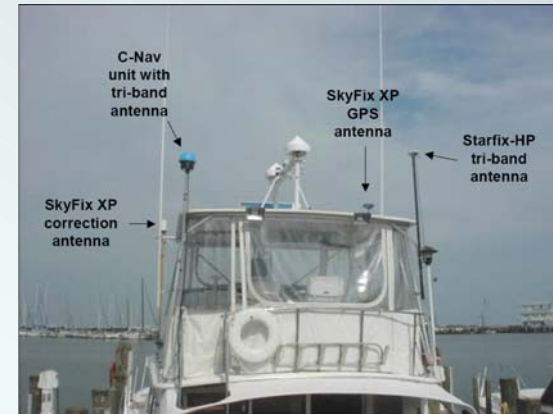


Figure 10: Kinematic testing installation onboard M/V NAVOCEANO, Gulfport, Mississippi.

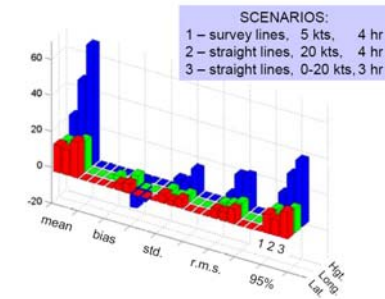


Figure 20: Position solution performance for Starfix-HP kinematic tests from 12 - 14 August 2003.

Correction coverage area	~750 km from most major shorelines
Long-term static positioning precision and accuracy	5 cm hor. and 15 cm vert. (1σ) 15 cm hor. and 25 cm vert. (95%)
Convergence period	~30 minutes
Kinematic positioning precision and accuracy	5 cm hor. and 5-15 cm vert. (1σ) 10-15 cm hor. and 15-35 cm vert. (95%)

Итоговые результаты тестирования, представленные в [3]

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из результатов, полученных за рубежом [1-3], следует, что в приемлемых для измерений условий радиовидимости период сходимости при инициализации составляет ~30 мин для оценки с заявленной точностью широты и высоты. Оценка долготы с заявленной точностью из-за особенностей конфигурации орбит спутников GPS требует значительно большего времени сходимости – примерно 120 мин.

Эти результаты в значительной степени согласуются с результатами экспериментов, полученных в Киеве 24 - 26 мая 2006 г.

КРАТКИЕ ИТОГИ (1)

- 1) Представлены результаты впервые проведенной в Украине экспериментальной оценки точности и надежности высокоточного местоопределения в статическом и кинематическом режимах с использованием дифференциальных **VBS&HP**-коррекций компании **OmniSTAR BV** (Нидерланды)
- 2) Эксперименты были выполнены в Киеве 24-26 мая 2006 г. на территории Национального авиационного университета (НАУ) и на трассе «Киев-Житомир». Для проведения измерений и демонстраций возможностей услуг точного местоопределения компания **OmniSTAR BV** любезно предоставила свободный доступ к **VBS/HP**-коррекциям на указанный период. В работах принимали участие сотрудники НАУ, ХНУРЭ, ГАО НАНУ и Аэрокосмического агентства «Магеллан»
- 3) В ходе экспериментов было использовано специальное GPS оборудование и программное обеспечение компаний **NovAtel/Waypoint Consulting** (Канада) и **Trimble** (США)
- 4) Тестирование характеристик **VBS&HP** – технологий местоопределения выполнялась в три этапа:
 - ❖ 24 мая 2006 г. – этап статических наблюдений на крыше учебного корпуса НАУ;
 - ❖ 25 мая 2006 г. – этап тестирования в режиме «stop&go» со статической инициализацией на заранее привязанных реперных точках на территории НАУ;
 - ❖ 26 мая 2006 г. – этап тестирования в кинематическом режиме (со статической инициализацией) измерений на борту автомобиля на территории Киева и за городом

КРАТКИЕ ИТОГИ (2)

5) В результате обработки и анализа данных показано, что заявленные характеристики точности достигаются в нормальных условиях радиовидимости GPS спутников (при приемлемой геометрии рабочего созвездия) и геостационарных спутников, через которые доставляется корректирующая информация. В то же время, отмечается значительная (десятки минут) длительность периода ре-инициализации для высокоточного режима НР после потери слежения за сигналами геостационарных спутников или при временном ухудшении геометрических условий в условиях затенений или высокой динамики движения. Для достижения 10 см точности требуется ~30 мин для определения широты и высоты, и ~(60-120) мин для долготы. Инициализацию в кинематическом режиме на территории НАУ в режиме «stop&go» и в кинематическом режиме измерений в процессе движения на борту автомобиля выполнить не удалось

б) При срыве слежения (отсутствие коррекций, потери слежения за спутниками из-за обструкций, резкое ухудшение геометрического фактора) приемник при возобновлении слежения переходит в режим VBS (метровая точность) и повторяет заново режим инициализации. Отмечается значительная (десятки минут) длительность периода ре-инициализации для высокоточного режима НР после потери слежения за сигналами геостационарных спутников или при временном ухудшении геометрии рабочего созвездия спутников GPS в условиях затенений или высокой динамики движения. При очень коротких перерывах приема коррекций наблюдалось быстрое восстановление НР-режима работы без потери точности. В режиме VBS субметровая точность определений обеспечивается достаточно надежно с достаточно коротким периодом ре-инициализации даже в кинематическом режиме работы (в движении)

КРАТКИЕ ИТОГИ (3)

*7) В целом, полученные результаты экспериментальной оценки характеристик точности и надежности определения местоположения соответствуют оценкам как самой фирмы **OmniSTAR BV**, так и оценкам, полученным независимыми организациями [1-4].*

Заявленная дециметровая точность определений в реальном времени, достижима, но в условиях городских «каньонов» значительную часть времени приемник допускает частые перерывы слежения, особенно по «низким» GPS спутникам. Это же относится и к радиовидимости геостационарных спутников, через которые передаются дифференциальные коррекции.

*Для ряда задач, которые решаются в условиях «открытого неба» (съемка кадастра, распахивка земли на открытой местности, координатная поддержка ГИС, гидрографическая съемка, аэрофотосъемка и др.) использование высокоточных технологий **OmniSTAR** может быть признано целесообразным и эффективным.*

Но для окончательных выводов необходимо провести дополнительную серию измерений на борту таких объектов, как самолет, речное или морское судно и выполнить их анализ.

*Планируется провести аналогичное тестирование для условий проведения измерений на борту самолета (или вертолета) в ходе аэрофотосъемки для оценки надежности дифференциальных GPS-определений при маневрировании и целесообразности применения анализируемых технологий местоопределения. Кроме того, значительный интерес для анализа представляет также технология точного местоопределения **OmniSTAR-XP**, тестирование которой также представляет интерес как разработчиков, так и потребителей Украины.*

Источники информации:

1. *D. Lapucha, R. Barker, Ott L., Melgård T.E., Ørpen O., and Zwaan H. (2001). Decimeter-level real-time carrier phase positioning using satellite link, Proceedings of the Institute of Navigation ION 2001, 11-14 September, Salt Lake City, Utah, USA, pp. 1624-1630.*
 2. *Decimetre Network Performance. OmniSTAR HP (2004), The European Navigation Conference GNSS 2004, 147, p. 1.*
 3. *S. Bisnath, D. Wells and D. Dodd (2003). Evaluation of Commercial Carrier Phase-Based WADGPS Services for Marine Applications, Proceedings of the Institute of Navigation GPS/GNSS 2003, 9-12 September 2003, Portland, Oregon, USA, pp. 17-27.*
 4. *D. Lapucha, R. Barker, H. Zwaan (2004). Wide Area Carrier Phase Positioning -Comparison of the Two Alternate Methods, The European Navigation Conference GNSS 2004, 159, pp. 1-8.*
 5. *Жалило А.А., Кондратюк В.М. (2005) Спутниковый высокоточный дифференциальный VBS&HP-сервис компании FUGRO/OMNISTAR BV: технологии GPS-местопределения и их характеристики //Сборник трудов 2-го Международного радиоэлектронный Форума (МРФ-2005) «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития». Международная конференция по системам локации и навигации (МКЛСН-2005), г. Харьков, ХНУРЭ, 19-23 сентября, 2005 г.,Т.2, С. 516-519.*
 6. *В.П. Харченко, А.А. Жалило, В.В. Конин, В.М. Кондратюк - Методики экспериментальной оценки навигационных характеристик широкозонных функциональных дополнений GPS(GNSS) //Аерокосмічні системи моніторингу та керування, Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції, м. Київ, 26-28 квітня 2004 р. Том 2, с. 21.10 – 21.16*
 7. *В.П. Харченко, А.А. Жалило, В.В. Конин, В.М. Кондратюк - Способы и средства оценки тактико-технических характеристик широкозонных функциональных дополнений GPS (GNSS) //Аерокосмічні системи моніторингу та керування, Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції, м. Київ, 26-28 квітня 2004 р. Том 2, с. 21.17 – 21.23*
 8. *Материалы журналов GPS World, Geospatial Solutions, Inside GNSS*
-

Контакты:

Национальный авиационный университет (НАУ)

Киев, 03058, пр. Комарова 1

тел: (044) 497-33-65, E-mail: cnsatm@nau.edu.ua

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники (ХНУРЭ)

Харьков, 61166, пр. Ленина 14

тел. (057)-700-22-84, E-mail: gpsgroup@kture.kharkov.ua