

Тестирование нового сервиса TerraStar-NRT компанией NovAtel

Новый сервис TerraStar-NRT для программ WayPoint дает возможность пользователям проводить обработку данных в режиме PPP (без использования базовой станции) практически сразу после завершения сбора сырых данных, тогда как при традиционной обработке в режиме PPP необходимые точные данные о часах и эфемеридах появляются в свободном доступе спустя 12-18 дней.

Компания NovAtel провела анализ качества работы сервиса TerraStar-NRT в сравнении с традиционным методом PPP как на статических объектах, так и при обработке кинематических данных.

Оценка эффективности PPP в статическом режиме.

Для проверки точности PPP в статике были использованы восемьдесят постоянно работающих референчных станций GNSS (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) из сети постоянно действующих референчных станций (CORS). Станции, задействованные в этом тесте, были выбраны на основе качества и полноты собираемых данных, осуществлялся 24-х часовой набор данных. Национальная геодезическая служба (NGS) предоставляет в свободном доступе позиции и скорости станций, которые были использованы для расчета ошибок обработки PPP. Карта этих станций показана ниже, с хорошим расположением в континентальной части США и Мексике, а также на Виргинских и Бермудских островах.

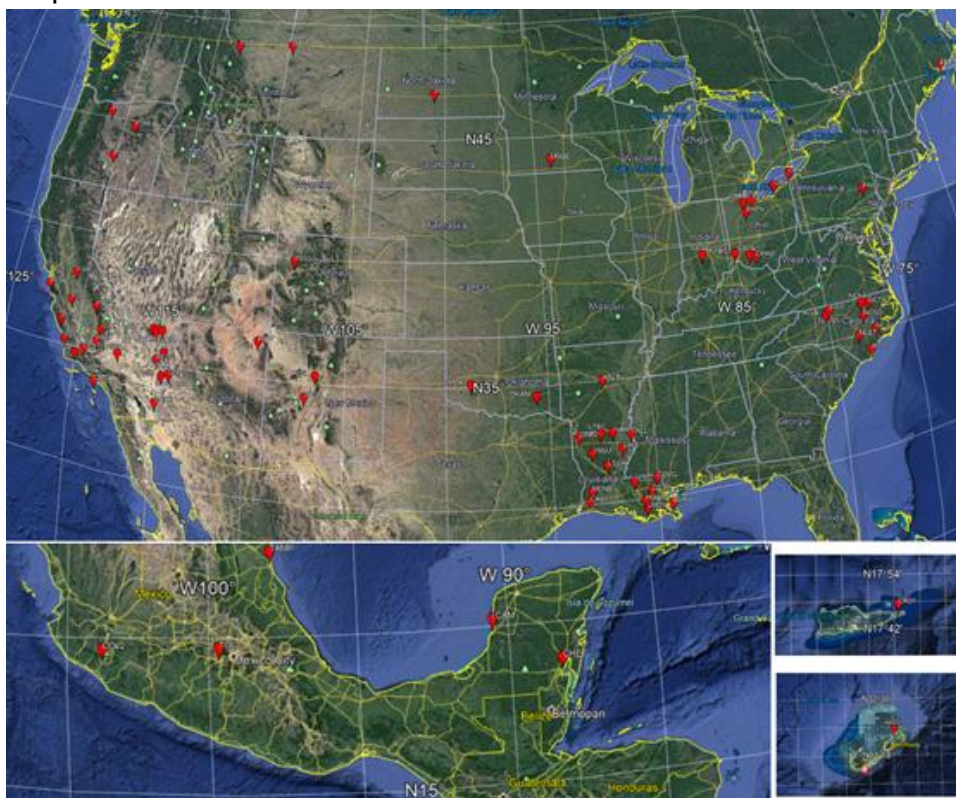


Рис. 1. Постоянно действующие референчные станции, использованные при тестировании PPP в статическом режиме.

Каждый 24-х часовой набор сырых данных делился на интервалы от 15 минут до 24 часов и затем обрабатывался. Была выполнена многократная обработка равных коротких интервалов каждого 24-х часового файла сырых измерений, чтобы гарантированно получить результаты ото всех комбинаций расположений навигационных спутников. В общей сложности было проведено 3040 вариантов обработки для получения результатов, чтобы протестировать все варианты наборов точных спутниковых часов и эфемерид. Автоматизированная обработка и анализ были проведены с помощью комплекта программного обеспечения WayPoint (SDK).

Результаты обработки представлены как с использованием точных корректирующих данных TerraStar-NRT, так и с применением финальных точных корректирующих данных Международной службы GNSS (IGS). Финальные корректирующие данные IGS общепризнано считаются золотым стандартом точности и надежности, хотя эти данные появляются в свободном доступе с задержкой в 12-18 дней.

Анализ результатов обработки статических наблюдений в PPP.

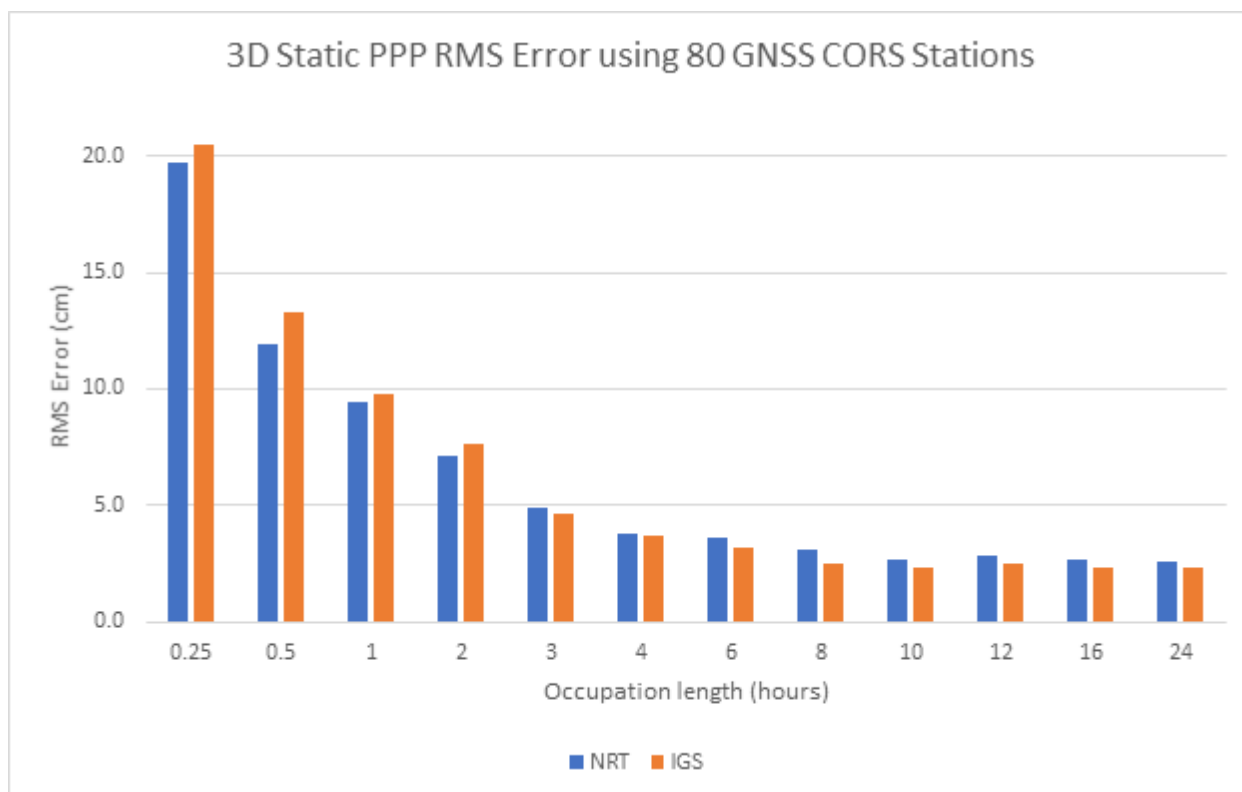


Рис. 2. Среднеквадратическая ошибка обработки измерений статики в PPP 80-ти станций IGS.

Таблица 1: Горизонтальная и вертикальная СКО обработки статических измерений в PPP 80-ти станций IGS

Время наблюдений (час)	СКО NRT (см)		СКО PPP (см)	
	План	Отметка	План	Отметка
0.25	10.5	16.7	11.7	16.8
0.5	7.8	9.0	8.2	10.5
1	6.9	6.5	7.1	6.7
2	5.5	4.5	5.9	4.8
3	3.1	3.8	3.1	3.4
4	2.3	3.0	2.5	2.7
6	2.2	2.9	1.9	2.6
8	1.8	2.5	1.4	2.1
10	1.4	2.3	1.4	1.9
12	1.4	2.5	1.3	2.1
16	1.1	2.4	1.1	2.0
24	1.1	2.3	1.2	2.0

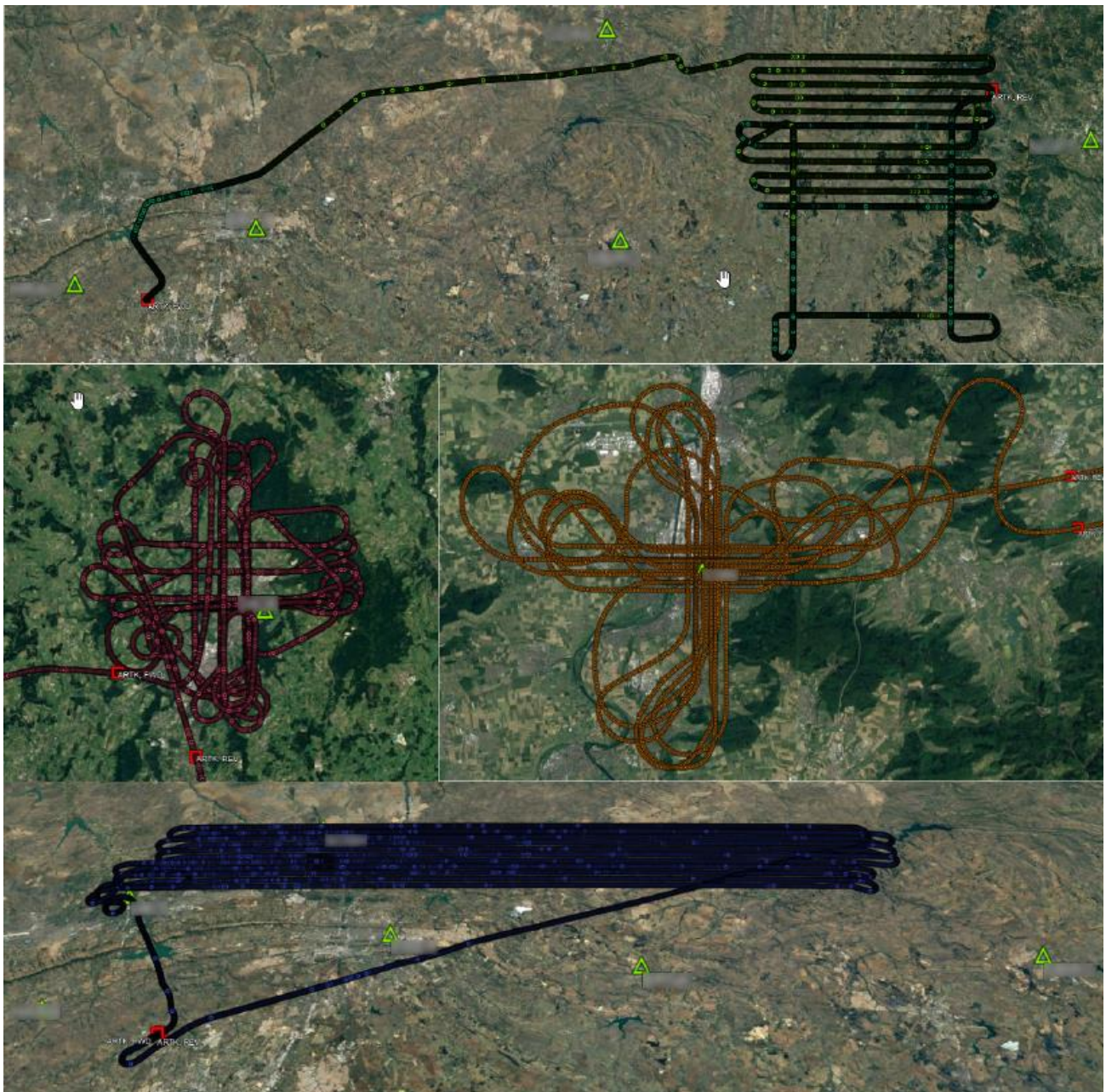
Оценка эффективности PPP в кинематике.

Описание работ по тестированию.

Для оценки точностных характеристик PPP в кинематике были использованы четыре аэрофотосъемочных залета, выполненные Leica Geosystems AG. При обработке использовалась одна или несколько локальных базовых станций в зависимости от территории залета для получения качественного результата. Из них две съемки были крупномасштабными, многозадачными проектами с продолжительностью полета более чем 3,5 часа и дальностью полета 67 км и более. Другие две съемки были короче по продолжительности и масштабу (8-10 км линий полета), для чего требовалась только одна базовая станция. Траектории залетов показаны на картах ниже.

За эталон принималась обработка траектории в PPP с использованием точных корректирующих данных. После этого была проведена обработка в TerraStar-NRT с использованием быстрых и окончательных точных корректирующих данных из Центра определения орбит в Европе (Center for Orbit Determination in Europe (CODE)).

Данные быстрой коррекции доступны приблизительно через 18 часов, в то время как окончательные корректирующие данные доступны с двухнедельной задержкой. Как быстрые, так и конечные корректирующие данные содержат коррекцию по GPS и ГЛОНАСС. Быстрые точные часы предоставляются с частотой 30 секунд, а окончательные точные часы с частотой 5 секунд. Высокоточные данные коррекции спутниковых часов желательны для расчета малозумных кинематических траекторий. Сервис TerraStar-NRT обеспечивает точную спутниковую коррекцию часов с 5-секундной частотой.



Результаты тестов

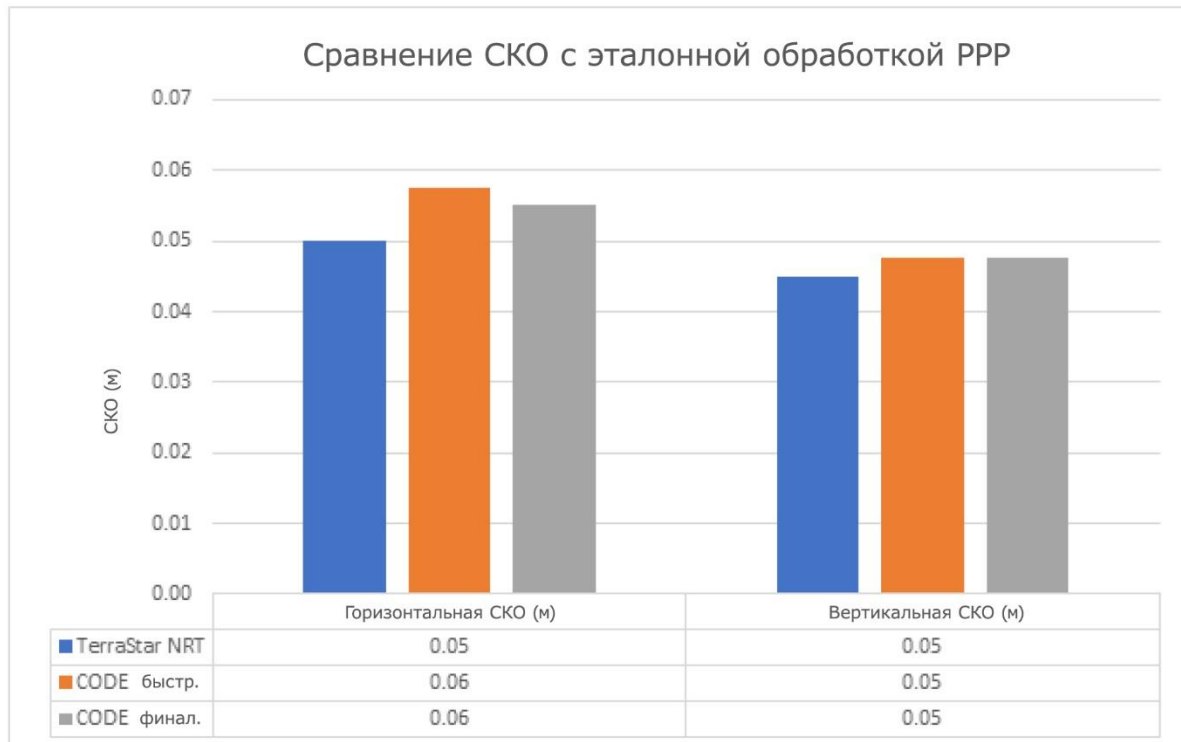


Таблица 2. Сравнение СКО с эталонной обработкой PPP

	NRT		CODE быстрая коррекция		CODE финальная коррекция	
	Гор. СКО (м)	Вер. СКО (м)	Гор. СКО (м)	Верт. СКО (м)	Гор. СКО (м)	Верт. СКО (м)
Залет 01	0.08	0.04	0.07	0.05	0.07	0.05
Залет 02	0.05	0.03	0.07	0.03	0.06	0.04
Залет 03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05
Залет 04	0.03	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05

Заключение.

В настоящее время при использовании точных и финальных данных коррекции IGS среднеквадратическая ошибка (СКО) при обработке составляла около 2.5 см, а среднеквадратическое отклонение (St Dev) равнялось около 20 % (для получения дополнительной информации см. <http://www.igs.org/products>). Тестирование обработки PPP статических данных показало аналогичную точность, как при использовании финальных и быстрых данных коррекции IGS, так и с использованием коррекции TerraStar-NRT.

Точность статической постобработки с использованием данных коррекции с задержкой в 15 минут сопоставима с точностью при использовании данных коррекции с задержкой в 12-18 дней. Таким образом, подписка NRT может выручить в случаях, когда требуется определить координаты базовой станции как можно быстрее после сбора данных.

Тестирование обработки кинематических данных показало аналогичную производительность PPP независимо от того, была ли использована коррекция TerraStar-NRT или точные данные коррекции CODE со значительно большей задержкой. Эти результаты также показывают, как подписка NRT может быть полезной для пользователей, которым требуется получение быстрого результата без потери качества.

Использование высокоточной коррекции TerraStar-NRT дает ряд преимуществ по сравнению с использованием обычной коррекции PPP. Это быстрая доступность (задержка ~ 15 минут), высокая надежность результатов и поддержка коррекции данных всех спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou, QZSS) с высокой скоростью. Все это существенно помогает при обработке кинематических данных, собранных в сложных условиях.

Признательность.

NovAtel® благодарит компанию Leica Geosystems AG за предоставленные в данном отчете данные аэросъемки. NovAtel также выражает признательность Национальному управлению океанических и атмосферных исследований (NOAA) и Национальной геодезической службе (NGS) за общедоступные данные по базовым станциям.