

УДК 629.783

Идиятова Э.Э.

студент

Уфимский государственный авиационный технический университет

ВЛИЯНИЕ КОМБИНАЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ СОЗВЕЗДИЙ GNSS НА ТОЧНОСТЬ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Аннотация: Практически все развитые страны хотят иметь собственную навигационную систему. Применение статических измерений с использованием комбинации различных созвездий GNSS улучшает видимость спутников и может преодолеть проблемные периоды. Развитие приемной технологии в настоящее время позволяет захватывать сигналы GPS, ГЛОНАСС и BeiDou одновременно.

Ключевые слова: GPS, ГНСС, ГЛОНАСС, Галилео, Бейдоу.

Idiyatova E.E.

student

Ufa State Aviation Technical University

INFLUENCE OF COMBINATIONS OF DIFFERENT GNSS CONSTELLATIONS ON POSITIONING ACCURACY

Annotation: Almost all developed countries want to have their own navigation system. Applying static measurements using a combination of different GNSS constellations improves satellite visibility and can overcome problem periods. The development of reception technology now allows you to simultaneously capture GPS, GLONASS and BeiDou signals.

Keywords: GPS, GNSS, GLONASS, Galileo, BeiDou.

Несколько десятилетий назад многие приложения, которые были просто мечтой, сегодня становятся реальностью, и охват потенциальных приложений значительно вырос за последние несколько лет. Беспрецедентные социальные, экономические, технологические и

экологические преимущества, которые можно получить с помощью этих приложений, становятся очень очевидными [1].

Глобальная навигационная спутниковая система, называемая GNSS, — это термин, используемый для всей глобальной навигационной спутниковой системы, которая уже работает или находится в стадии планирования [2]. Некоторыми из них являются спутниковые системы GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou, IRNSS, dan QZSS. Использование GNSS упростит внеземную съемку и повысит точность. GNSS может использоваться не только во всем мире, в любую погоду и в любое время, но также может использоваться для определения точного положения для любого пользователя, особенно для и геодезических приложений [3].

Приемник GNSS рассчитывает положение на основе данных, полученных со спутников. Однако существует множество источников ошибок, которые, если их не исправить, могут привести к неточным расчетам позиции. Некоторые из этих ошибок, например вызванные преломлением спутникового сигнала при его прохождении через ионосферу и тропосферу, проскальзывание цикла, орбита, спутниковые часы и шум приемника [4]. Точность позиционирования при съемке GNSS обычно зависит от 4 (четырёх) факторов, а именно: точности используемых данных, геометрии наблюдения, используемой стратегии наблюдения и стратегии обработки данных. Точность используемых данных в основном будет зависеть от трех факторов, а именно: типа данных (псевдо диапазон или фаза), качества приемника и уровня ошибки и смещения, влияющих на данные наблюдения [5].

Геометрия наблюдений включает геометрию наблюдателя (сеть) и геометрию спутников, которая зависит от количества спутников, местоположений и распределения принимаемых спутников. Теоретически, чем больше принимается спутников, тем лучше геометрия спутника [2].

Развивающаяся технология приемников может устранить ошибку, связанную с меньшей геометрией спутников при извлечении данных.

Применение статических измерений с использованием комбинации различных созвездий GNSS улучшает видимость спутников и может преодолеть проблемные периоды, возникающие, если решение, основанное только на GPS, недоступно. Кроме того, возможность получения комбинированного решения снижает уровень шума и повышает точность позиционирования в выбранном месте наблюдения.

Наличие нескольких созвездий, которые можно использовать для позиционирования, дает возможность поддерживать этот процесс в непрерывном состоянии. Это возможно при глобальном охвате других созвездий, таких как ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou. Внедрение новой GNSS было необходимо в основном из-за военной зависимости от GPS, которая могла отключить систему в некоторых местах, изменить часы спутников или затруднить доступ к кодам [6]. Сила спутниковой геометрии может устранить или подавить некоторые ошибки и погрешности, одним из факторов, который помогает достичь хорошей спутниковой геометрии, является увеличение числа принимающих спутников. Большое количество принимаемых спутниковых сигналов приводит к лучшей геометрии спутника. Кроме того, улучшение во многих приложениях может быть значительным при использовании комбинации нескольких GNSS.

Для наблюдений GNSS при одновременном отслеживании одних и тех же конкретных спутников и учете различий между этими измерениями это приведет к значительному уменьшению или устранению большинства ошибок, за исключением некоторых случайных ошибок.

Первоначально ГЛОНАСС был доступен только ограниченному кругу авторизованных пользователей, в основном военным, однако в 2011 году, когда группировка достигла 24 спутников (КА), ГЛОНАСС стала доступна и для гражданских пользователей.

Galileo — это совместная инициатива Европейского космического агентства (ЕКА) и Европейской комиссии. Эта система должна обеспечивать точное и гарантированное глобальное позиционирование относительно наземной системы отсчета Galileo (GTRF) и быть совместимой с GPS и ГЛОНАСС. В ноябре 2015 года было запущено 12 спутников, в том числе два тестовых, с достижением точности позиционирования порядка нескольких сантиметров среди разных станций группировки Galileo.

Китай уделяет большое внимание созданию системы BeiDou и уже некоторое время разрабатывает эту систему. В 2000 году Китай создал навигационную испытательную систему BeiDou под названием BeiDou-1, что сделало Китай третьей страной, способной самостоятельно создать такую систему после США и России. В ноябре 2006 года навигационная спутниковая система BeiDou, или BeiDou-2, также известная как COMPASS, была способна предоставлять услуги позиционирования, навигации и синхронизации. Чтобы проверить навигационные и позиционирующие характеристики системы Beidou-2, Уханьский университет определяет орбиты спутников Beidou и построил экспериментальные станции слежения Beidou по всему миру. Кроме того, университет расширяет программное обеспечение PANDA, чтобы обеспечить точные орбиты спутников Beidou со смещением часов для пользователей, нуждающихся в услугах высокоточного позиционирования. Точность статической и кинематической ППС Beidou достигла сантиметрового уровня [7].

Эксперименты позиционирования показывают, что решения только для ГЛОНАСС и только для BeiDou менее точны, чем решения только для GPS с разной длительностью. Кроме того, комбинированное решение улучшило точность позиционирования больше, чем любая другая отдельная группировка. Таким образом, решение может достигать

надежных уровней точности, которые можно использовать для приложений постобработки, требующих высокой точности.

Использованные источники:

1. H.C. Chen, Y.S. Huang, K.W. Chiang, M. Yang, And R.J. Rauthe. Performance Comparison Between GPS And Beidou-2/Compass: A Perspective from Asia. Journal of The Chinese Institute of Engineers, Vol. 32, No. 5, Pp. 679- 689. 2009.
2. Novatel. An Introduction to GNSS GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems. Novatel Inc. Second Edition 2015.
3. C.D. Ghilani and P.R. Wolf. Elementary Surveying. An introduction to Geomatics. 13th edition. Prentice Hall. 2012
4. G. Seeber. Satellite Geodesy 2nd Edition. Walter de Gruyter • Berlin 2003
5. H.Z. Abidin, A. Jones, dan J. Kahar. Survei Dengan GPS. Cetakan Ketiga. Jakarta: PT Pradnya Paramita. 2011.
6. Z. Siejka, "Multi-GNSS As A Combination Of GPS, Glonass And Beidou Measurements Carried Out In Real Time," artificial satellites, vol. 50, no. 4-2015, pp. 217-229, 2015.
7. L. Qu, Q. Zhao, M. Li, J. Guo, X. Su, J. Liu, et al. Precise Point Positioning Using Combined Beidou and GPS Observations China Satellite Navigation Conference (CSNC) 2013 Proceedings, Part of the Lecture Notes in Electrical Engineering book series (2013), pp. 241-252