

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОНЛАЙН-СЕРВИСОВ АБСОЛЮТНОГО И ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ГНСС СТАНЦИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ

Абдисаломов Абдирауф Абдисалом угли

магистрант, Национальный университет имени Мирзо Улугбека, Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мухторов Нурмухаммад Муроталиевич

научный руководитель, младший научный сотрудник, Астрономический институт АН РУз, Республика Узбекистан, г. Ташкент

Измерения с помощью глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) широко используются для высокоточного определения координат в инженерных работах, разведки и управления природными ресурсами [1, 2]. ГНСС сеть активно развивается, является основой для Национальной географической информационной системы Республики Узбекистан и новой геоцентрической системы координат [3, 4]. На территории Узбекистана также проводятся непрерывные наблюдения на международных пунктах в рамках Международной GNSS службы по геодинатике (IGS, International GNSS Service) на станциях Китаб и Ташкент.

Несмотря на достаточно развитую инфраструктуру сети ГНСС, организация банка данных, их обработка и практическое применение носят все еще урывочный характер, существует множество конкретных вопросов, связанных с выбором метода обработки измерений, которые различаются по сложности и точности в зависимости от потребностей пользователя или программы [5].

Целью данной работы является оценка эффективности услуг постобработки ГНСС на базе веб-технологий относительного позиционирования (Relative Positioning, RP) и точного позиционирования точек (Precise Point Positioning, PPP) на примере постояннодействующих пунктов Китаб и Ташкент в Узбекистане.

На сегодня существует большое количество приложений для обработки ГНСС измерений, но, несмотря на это, они базируются в основном на принципах определения относительного или абсолютного местоположения.

Для любого из этих методов пользователи должны иметь профессиональный опыт как в обработке данных ГНСС, так и в использовании программного обеспечения для анализа. И, соответственно, программное обеспечение для оценки научных и коммерческих данных должно отвечать требованиям этих пользователей.

Безусловно, другим критерием является цель самого анализа (например, исследование деформации или параметра сети, как длина базовой линии), которая также влияет на выбор программы для обработки.

Ограничениями большинства научных программных продуктов на сегодня являются необходимое пользователям значительное количество времени, недоступность для неопытных пользователей, их цена [6]. В последние годы был создан ряд бесплатных онлайн-сервисов обработки ГНСС, которые предоставляют пользователю результаты позиционирования.

Эти сервисы доступны для неограниченного доступа, не требуют детальных знаний обрабатывающего программного обеспечения и полезны для пользователей, не имеющих опыта работы с программными пакетами для обработки данных ГНСС. В работе были проанализированы две из них: AUSPOS, разработанная Австралийской геодезической службой (<https://gnss.ga.gov.au/auspos>), и программа, предлагаемая Canadian Spatial Reference System CSRS (<http://www.geod.nrcan.gc.ca/>).

Ионосферно-свободная комбинация моделируется программой Canadian Spatial Reference System (CSRS) с использованием высокоточных орбит IGS.

В режиме статики и кинематики, комбинируя несущую фазу можно определить позицию станции, неопределенность несущей фазы, моделируя смещения антенны, приливные и океанические нагрузки, параметры вращения Земли. Точность получаемых координат двухчастотных измерений в статическом режиме достигает 1-2 см [7]. На сайте службы AUSPOS все вычисления расчеты выполняются в программе Bernese Астрономического университета Берна (AIUB). Обработка одно- и двухчастотных измерений, разрешение неоднозначности на длинных базовых линиях, моделирование ионосферы и тропосферы и др. проводится с использованием дифференциального метода обработки данных ГНСС. В процессе обработки используются продукты Международной службы GPS (IGS): точные параметры орбиты, параметры ориентации Земли и координаты службы IGS. Для отправленных файлов в формате RINEX выбираются ближайшие 15 станций сетей IGS и APREF в качестве опорных станций для обработки. Методом «двойной разности» определяются координаты станций с точностью сантиметра.

В работе использованы измерения станций Китаб (KITG) и Ташкент (TASH) за период с января по февраль 2018 года. Данные обоих пунктов представляют собой серию двухчастотных 10 секундных измерений, объединяемых в суточные 24-часовые файлы и представлены в формате RINEX. В табл.1 представлены статистические данные разностей (AUSPOS-CSRS) вычисленных геодезических координат (B, L, H) и их ошибки для каждой станции.

Таблица 1.

Статистика значений разности (AUSPOS-CSRS) и их ошибки для горизонтальных (dB, dL) и вертикальной (dH) компонент координат

Станция	dB,мм			dL,мм			dH,мм	
	Мин	Макс	RMS	Мин	Макс	RMS	Мин	Макс
KITG	-11.40	5.40	1.72	-5.10	22.80	3.02	112.80	112.80
TASH	-10.50	0.30	1.69	-2.16	9.59	1.57	109.90	109.90

Результаты данного исследования показали возможность использования метода высокоточного позиционирования для определения координат на этапе формирования новой системы координат и предварительного определения координат новых станций. Заявленная данными сервисами сантиметровая точность может быть реализована при использовании точных эфемерид и поправок часов как различных аналитических центров, так и комбинированного решения IGS при обеспечении необходимого времени конвергенции.

Список литературы:

1. Hofmann-Wellenhof B, Lichtenegger H, Wasle E. GNSS-global navigation satellite systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more. -New York: Springer Wien, 2008. DOI 10.1007/978-3-211-73017-1_4.
2. «О мерах по реализации инвестиционного проекта «Создание Национальной географической информационной системы». Постановление Президента №2045 от 2013 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lex.uz/pages/getpage.aspx?lact_id=2242710

3. Fazilova D. Sh., Magdiev H.N. Creation a State GNSS network as a basic component of the National Geographic Information System of Uzbekistan // News of Kyr-gyz State University of Construction, Transport and Architecture (KSUCTA). -2016. - №3 (53). -С. 207-214.
4. «О применении и открытом использовании на территории Республики Узбекистан международных геодезических систем координат» Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан. №1022. 26.12.2017 г. / [Элек-тронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.lex.uz/pages/getpage.aspx?lact_id=3481466
5. Langley RB, Teunissen PJ, Montenbruck O. Introduction to GNSS. In Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, 2007 -P. 3-23. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42928-1_1
6. Ebner R, Featherstone WE. How well can online GPS PPP post-processing services be used to establish geodetic survey control networks? // Journal of Applied Geodesy. -2008. - 2(3). -P. 149-57. <https://doi.org/10.1515/JAG.2008.017>
7. Tetreault P., Kouba J., Héroux P., Legree P. CSRS-PPP: An Internet Service for GPS User Access to the Canadian Spatial Reference Frame // Geomatica. - 2005. -Vol. 59, -No. 1. -P. 17-28.