

СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ И ЕЕ ЗАДАЧИ НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Валерий Борисович Жарников

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (383)361-05-66, e-mail: v.b.jarnikov@ssga.ru

Александр Алексеевич Армянов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант, тел. (913)718-41-34

Рассмотрены основные характеристики GPS и ГЛОНАСС, определены основные условия их использования и решаемые задачи, а также особенности региональной спутниковой системы, функционирующей в Новосибирской области.

Ключевые слова: система спутниковых определений координат, GPS, ГЛОНАСС, конструктивные особенности, программное обеспечение.

SATELLITE NAVIGATION AND ITS TASKS ON THE EXAMPLE OF THE NOVOSIBIRSK REGION

Valeriy B. Zharnikov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Professor, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (383)361-05-66, e-mail: v.b.jarnikov@ssga.ru

Alexandr A. Armyanov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate Student, phone: (913)718-41-34

The article considers the main characteristics of GPS and GNSS, determines basic conditions of their use and problems to solve, as well as peculiar features of regional satellites system used in the Novosibirsk region.

Key words: satellite coordinate system, GPS, GNSS, constructional features, software.

Введение

На сегодняшний день в мире в различных отраслях экономики, науки и техники широко применяются спутниковые технологии [1–3]. Одним из ярких примеров использования спутниковых технологий является глобальная система определения координат [4]. Система позволяет с высокой степенью точности (до нескольких сантиметров) определять местоположение объекта (широту, долготу и высоту над уровненной поверхностью фигуры Земли), направление и скорость его движения. Достаточно интересным является использование системы многими учеными и исследователями в качестве источника точного времени. Система GPS (Global Positioning System) [5], разработанная в США,

состоит из 24 искусственных спутников и работает непрерывно. Для пользования системой GPS достаточно приобрести GPS-приемник. В зависимости от назначения, можно выбрать носимые, автомобильные, морские, авиационные модели приемников. GPS позволяет существенно сократить затраты, связанные с поисковыми работами и значительно сократить время проведения спасательных операций.

ГЛОНАСС – российская система определения координат [6], полностью аналогична [7] американской системе GPS. Орбитальная группировка также состоит из 24 спутников, размещенных в трех орбитальных плоскостях, развернутых друг относительно друга на 120 градусов.

Данные технологии применяются во многих отраслях в том числе и геодезии [8–11]. Для использования спутниковых сигналов с целью измерения координат с точностью выше 1м применяются геодезические спутниковые приборы и наземные постоянно действующие базовые станции для постоянного приема и накопления спутниковой информации.

Характеристика и использование существующей сети дифференциальных геодезических станций на территории Новосибирской области.

Сеть дифференциальных геодезических станций (СДГС) на территории Новосибирской области [13, 14] создана в период с 2008 по 2012 гг. в два этапа (первая очередь и вторая очередь), в рамках долгосрочной целевой программы Новосибирской области «Развитие геоинформационного обеспечения и навигационной инфраструктуры с использованием системы ГЛОНАСС и других результатов космической деятельности в интересах социально-экономического и инновационного развития Новосибирской области в 2012–2016 годах».

На первом этапе (первая очередь), в период с 2008 по 2010 гг. создан фрагмент сети, включающий 19 станций. На втором этапе (вторая очередь), в 2012 г. создан фрагмент сети в развитие сети СДГС, созданной на первом этапе.

На первом этапе была создана сеть активных базовых станций (АБС) из 19 базовых станций, размещенных в населенных пунктах: гор. Новосибирск, пгт. Колывань, пгт. Мошково, гор. Искитим, р. п. Краснозерское, р. п. Коченево, р. п. Ордынское, гор. Черепаново, гор. Болотное, с. Кочки, гор. Тогучин, гор. Чулым, гор. Каргат, с. Довольное, пгт. Маслянино, р. п. Сузун, с. Здвинск, с. Убинское, гор. Барабинск.

На втором этапе, были установлены базовые станции населенных пунктах: с. Венгерово, с. Усть-Тарка, гор. Татарск, пгт. Чаны, р. п. Чистоозерное, гор. Купино, с. Баган, гор. Карасук, с. Шипицино, с. Северное, с. Кыштовка, с. Тебисское.

Сеть представляет собой программно-аппаратный комплекс, включающий отдельно расположенные базовые станции, вычислительный центр (ВЦ) и линии связи, объединяющие отдельные базовые станции, ВЦ и пользователей услугами сети.

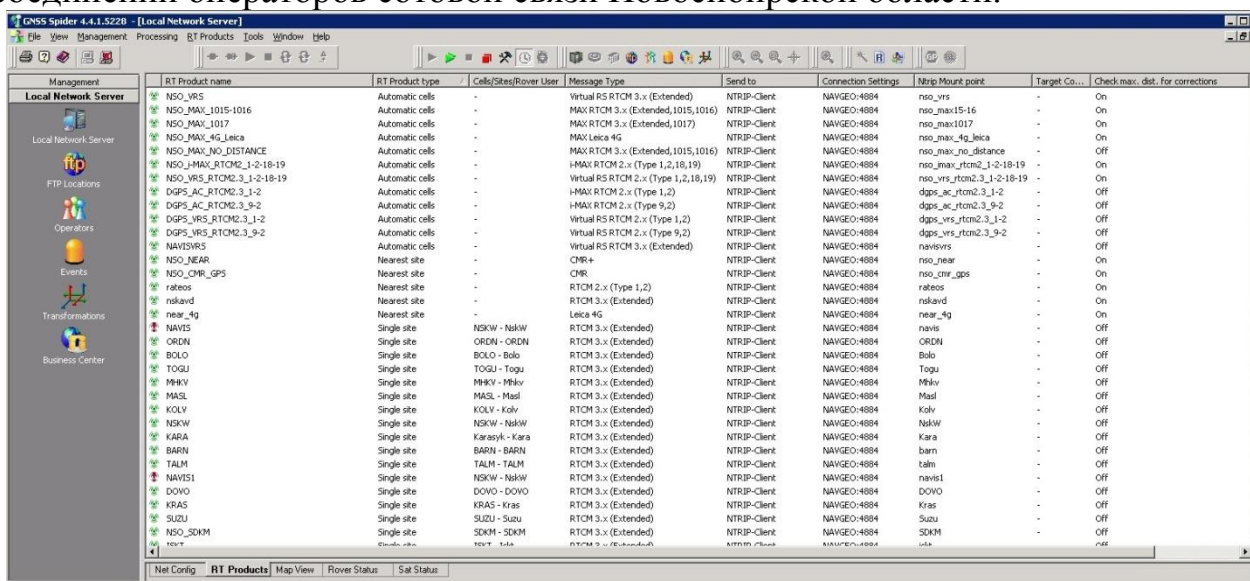
4. Генерировать «сетевой» принцип коррекций с использованием данных навигационных систем ГЛОНАСС и GPS;

5. Поддерживать форматы передачи передачи дифференциальных поправок RTCM, CMR, CMR+, FKP (рис. 2);

6. Обеспечивать режим автоматического создания файлов VRS RINEX или файлов отдельных базовых станций согласно указанному пользователями времени выполнения полевых работ.

Соединение между АБС и ВЦ осуществляется через сети Internet, Ethernet, основанные на кабельных оптоволоконных сетях, которые объединяют в единое информационное пространство все пункты АБС.

Передача дифференциальных поправок для конечных пользователей осуществляется с использованием каналов GSM/GPRS связи высокоскоростных соединений операторов сотовой связи Новосибирской области.



Management	RT Product name	RT Product type	Cells/Sites/Rover User	Message Type	Send to	Connection Settings	Ntrip Mount point	Target Co.	Check max. dist. for corrections
Local Network Server	NSO_VRS	Automatic cells	-	Virtual RS RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nso_vrs	-	On
	NSO_MAX_1015-1016	Automatic cells	-	MAX RTCM 3.x (Extended,1015,1016)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nso_max15-16	-	On
	NSO_MAX_1017	Automatic cells	-	MAX RTCM 3.x (Extended,1017)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nso_max1017	-	On
	NSO_MAX_4G_4leca	Automatic cells	-	MAX Leica 4G	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nso_max_4g_4leca	-	On
	NSO_MAX_3D_DISTANCE	Automatic cells	-	MAX RTCM 3.x (Extended,1015,1016)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nso_max_3d_distance	-	OFF
	NSO_J-MAX_RTCM2_1-2-18-19	Automatic cells	-	J-MAX RTCM 2.x (Type 1,2,18,19)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nso_max_rtc2_1-2-18-19	-	On
	NSO_VRS_RTCM2_3_1-2-18-19	Automatic cells	-	Virtual RS RTCM 2.x (Type 1,2,18,19)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nso_vrs_rtc2_3_1-2-18-19	-	On
	DGPS_AC_RTCM2_3_1-2	Automatic cells	-	J-MAX RTCM 2.x (Type 1,2)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	dgps_ac_rtc2_3_1-2	-	OFF
	DGPS_VRS_RTCM2_3_1-2	Automatic cells	-	Virtual RS RTCM 2.x (Type 1,2)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	dgps_vrs_rtc2_3_1-2	-	OFF
	NAVIS_VRS	Automatic cells	-	Virtual RS RTCM 2.x (Type 5,2)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	dgps_vrs_rtc2_3_1-2	-	OFF
	NAVIS_VRS	Automatic cells	-	Virtual RS RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	navisvrs	-	OFF
	NSO_NEAR	Nearest site	-	CMR+	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nso_near	-	On
	NSO_CMR_GPS	Nearest site	-	CMR	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nso_cmr_gps	-	On
	rateos	Nearest site	-	RTCM 2.x (Type 1,2)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	rateos	-	On
	nskavd	Nearest site	-	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	nskavd	-	On
	near_4g	Nearest site	-	Leica 4G	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	near_4g	-	On
	NAVIS	Single site	NSKW - NskW	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	navis	-	OFF
	ORDN	Single site	ORDN - ORDN	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	ORDN	-	OFF
	BOLO	Single site	BOLO - Bolo	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	Bolo	-	OFF
	TOGU	Single site	TOGU - Togu	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	Togu	-	OFF
	Mhkv	Single site	MhKV - Mhkv	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	Mhkv	-	OFF
	MASL	Single site	MASL - Masl	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	Masl	-	OFF
	KOLV	Single site	KOLV - Kolv	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	KolV	-	OFF
	NSKW	Single site	NSKW - NskW	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	NskW	-	OFF
	KARA	Single site	Karasyk - Kara	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	Kara	-	OFF
	BARN	Single site	BARN - BARN	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	barn	-	OFF
	TALM	Single site	TALM - TALM	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	talm	-	OFF
	NAVIS1	Single site	NSKW - NskW	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	navis1	-	OFF
	DOVO	Single site	DOVO - DOVO	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	DOVO	-	OFF
	KRAS	Single site	KRAS - Kras	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	Kras	-	OFF
	SUZU	Single site	SUZU - Suzu	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	Suzu	-	OFF
	NSO_SDKM	Single site	SDKM - SDKM	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	SDKM	-	OFF
	test	Single site	test - test	RTCM 3.x (Extended)	NTRIP-Client	NAWGeo:4884	test	-	OFF

Рис. 2. Форматы поправок

В настоящее время сеть ПДБС Новосибирской области насчитывает более 250 активных пользователей, у многих на одного пользователя приходится несколько подключений (в зависимости от количества «GNSS» приемников использующих пользователем). Более 90 % всех пользователей приходится на организации занимающиеся кадастровой деятельностью [15–16].

Использование сети ПДБС Новосибирской области в кадастре дает существенный экономический эффект в данной отрасли. Существенно сокращаются материальные и временные затраты на полевые работы с применением GNSS технологий, что приводит к удешевлению данных работ для конечного потребителя. Это обусловлено тем, что для измерения земельного участка или объекта капитального строительства, достаточно располагать одним GNSS приемником с поддержкой RTK, при этом отпадает необходимость делать привязку от пунктов ГГС, что в свою очередь, сокращает временные затраты.

Заключение

Применение спутниковых технологий стало широко применяться в навигационной, геодезической, научной и других областях. Сети ПДБС существенно облегчают использование GNSS технологии. Сеть спутниковых базовых станций может быть использована для закрепления единой координатно-временной основы на территории государства и ее регионов.

Развитие сетей постоянно действующих спутниковых базовых станций на отдельных объектах, таких как месторождения, карьеры, территориях городов и целых регионов дает возможность эффективней выполнять геодезические и маркшейдерские измерения, топографические съемки, инженерные изыскания и межевание земель [17–21]. Эффективность достигается за счет сокращения времени при определении точного положения объектов в пространстве, уменьшения транспортных расходов и человеческих ресурсов. Создание региональных сетей для обеспечения кадастровых работ позволяет существенно сократить расходы на создание опорного обоснования (опорной межевой сети) и поддержание ее в рабочем состоянии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александров И. Космическая радионавигационная система НАВСТАР (рус.) // Зарубежное военное обозрение. – М., 1995. – № 5. – С. 52–63.
2. Козловский Е. Искусство позиционирования // Вокруг света – 2006. – № 12 (2795). – С. 204–280.
3. Шебшаевич В. С., Дмитриев П. П., Иванцев Н. В. и др. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / под ред. В. С. Шебшаевича. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1993. – 408 с.
4. Серапинас Б. Б. Глобальные системы позиционирования. – М. : ИКФ «Каталог», 2002. – 106 с.
5. Одуан К., Гино Б. Измерение времени. Основы GPS. – пер. с англ. – М. : Техносфера, 2002. – 400 с.
6. ГЛОНАСС: принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В. Н. Харисова. – 3-е изд., перераб. – М.: Радиотехника, 2005. – 688 с. – 1000 экз.
7. Косарев Н. С., Щербаков А. С. Статистический анализ точности определения положений спутников систем ГЛОНАСС и GPS // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (17). – С. 29–40.
8. ГОСТ Р 55024-2012 «Сети геодезические. Классификация. Общие технические требования» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-прав. системы «Консультант плюс».
9. ГОСТ Р 51794-2008 «Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек [Электронный ресурс] . – Доступ из справ.-прав. системы «Консультант плюс».
10. Антонович К. М. Пути развития ГНСС-технологий в геодезии // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 52–57.
11. Поклад Г. Г., Гриднев С. П. Геодезия : Учеб. издание для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Академический проект, 2013. – 538 с.
12. Васильев И. В., Коробов А. В., Побединский Г. Г. Стратегические направления развития топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 5–23.
13. Лагутина Е. К. Апробация методики включения сети постоянно действующих базовых станций НСО в государственную геодезическую сеть // Вестник СГУГиТ. – 2016. –

Вып. 3 (35). – С. 35–42.

14. Шендрик Н. К. Формирование локальной цифровой модели высот геоида на территории НСО // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 4 (36). – С. 66–73.

15. Атаманов, С. А., Григорьев, С. А. Кадастр недвижимости. Учебно-справочное пособие. – М. : «Букстрим», 2012 . – 324 с.

16. Гладкий В. И. Кадастровые работы в городах : монография. – Новосибирск : Наука, 1998. – 281 с.

17. Карпик А. П., Никитин А. В. Информационная система построения инфраструктуры пространственных данных для автомобильных и железных дорог // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 4 (36). – С. 7–15.

18. Кроненрок Д. В. Применение технологий ГНСС для деформационного мониторинга сооружений // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 29–40

19. Басманов А. В. Геодезический мониторинг Байкальского геодинамического полигона Росреестра // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 48–54.

20. Тимофеев В. Ю., Ардюков Д. Г., Горнов П. Д. Современные движения континентальной окраины Дальнего Востока России по результатам GPS-наблюдений // Вестник СГУГиТ. – 21017. – Т. 22, № 2. – С. 88–102.

21. Анализ состояния государственной геодезической сети России с учетом существующих и перспективных требований / Е. М. Мазурова, К. М. Антонович, Е. К. Лагутина, А. А. Липатников // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 84–89.

© В. Б. Жарников, А. А. Армянов, 2018