

НАДЕЖНОЕ ИНФРАСТРУКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ

М.Ю. Байков («Руснавгеосеть»)

В 1993 г. окончил Московский энергетический институт по специальности «информационно-измерительная техника», в 1995 г. — Академию народного хозяйства при Правительстве Российской Федерации с присвоением квалификации «магистр государственного управления». В 2001 г. получил диплом MBA. С 2011 г. по настоящее время — генеральный директор ООО «Руснавгеосеть».

▼ NAVSTAR, Compass и ГЛОНАСС

Необходимым условием создания надежной сети высокоточного позиционирования являются приемники ГНСС. Каким бы уникальным не было программное обеспечение для управления сетями базовых станций, без качественного аппаратного решения его функциональность значительно снижается. Ранее мы рассказывали об элементах надежности программного комплекса «ПИЛОТ» (см. Геопрофи. — 2011. — № 5. — С. 24–25). В данной статье рассмотрим подробнее аппаратное решение компании «Руснавгеосеть» для базовой станции систем высокоточного позиционирования — приемник ГНСС «ФАЗА+» и геодезическую антенну «БОРЕЙ».

Для начала остановимся на технических характеристиках приемника ГНСС «ФАЗА+». Он обладает самым большим количеством каналов (440) для одновременного отслеживания сигналов навигационных спутников среди устройств, предлагаемых в настоящее время производителями спутникового оборудования ГНСС. Единственный сопоставимый с ним по количеству приемных каналов приемник — это Trimble NetR9.

Такое количество каналов — гарантия приема всех возможных сигналов не менее чем от 80 спутников: GPS (L1/L2/L2C/L5), ГЛОНАСС (L1 ПТ и открытый ВТ коды, L2 ПТ и открытый ВТ коды),

Galileo (GIOVE-A и GIOVE-B), SBAS (L1 C/A и L5), L-band (OmniSTAR VBS/HP/XP) и др.

В настоящее время на орбите находится 24 (из 31) постоянно работающих навигационных космических аппаратов (КА) ГЛОНАСС и 30 (из 31) GPS, т. е., всего 54 (из 62) КА. Предполагается, что региональная навигационная система Compass Китая до 2012 г. будет иметь 14 КА, а система Galileo к 2015 г. — 16 КА. Таким образом, через не полных пять лет только приемники ГНСС «ФАЗА+» будут гарантированно принимать сигналы всех действующих глобальных навигационных спутниковых систем, если, конечно, Китай и Евросоюз смогут полностью осуществить свои космические программы, что на данный момент представляется маловероятным. Тем не менее, количество спутников в любом случае будет расти.

Антенна «БОРЕЙ» поддерживает прием сигналов ГЛОНАСС, а также GPS, Galileo, Compass, QZSS, GAGAN, SNAS, WAAS, SBAS, MSAS, EGNOS и Omnistar.

Базовая станция ГНСС на основе приемника «ФАЗА+» и антенны «БОРЕЙ» полностью автономна в работе и не требует обслуживания техническим персоналом. После установки о ней можно забыть, и не тратить время и силы на профилактику или обслуживание аппаратуры. Все действия по настройке оборудования выполняются дистанционно, с помощью программного комплекса «ПИЛОТ». Однако на

лицевой панели приемника «ФАЗА+» предусмотрен дисплей для его программирования. Он имеет две строки по 16 символов и полностью русифицирован.

Приемник оборудован системами поддержки работоспособности в случае непредвиденных сбоев электропитания. В частности, «ФАЗА+» располагает литиево-ионной аккумуляторной батареей с напряжением 7,4 В и емкостью 7800 мА/ч, рассчитанной на 15 часов непрерывной работы. Также в приемник встроена внутренняя защита от короткого замыкания. При переборах со стационарным электропитанием приемник автоматически переходит на питание от аккумулятора и продолжает принимать данные спутников ГНСС.

Приемник «ФАЗА+» соответствует стандартам защищенности IP67 и MIL-STD 810F, т. е., пыленепроницаем и способен выдерживать кратковременное погружение на глубину до 1 м без потери работоспособности, а также транспортную тряску с ускорением до 25 м/с² при частоте 80–120 ударов в минуту. Диапазон перепада температуры для бесперебойного функционирования составляет от –40 до +65°C при 100% влажности.

В соответствии с впервые введенными техническими условиями ТУ 4433-001-29034830-2011, средняя непрерывная работа приемника «ФАЗА+» в производственных условиях насчитывает не менее 60 000 часов. Вероятность возникновения отказа,

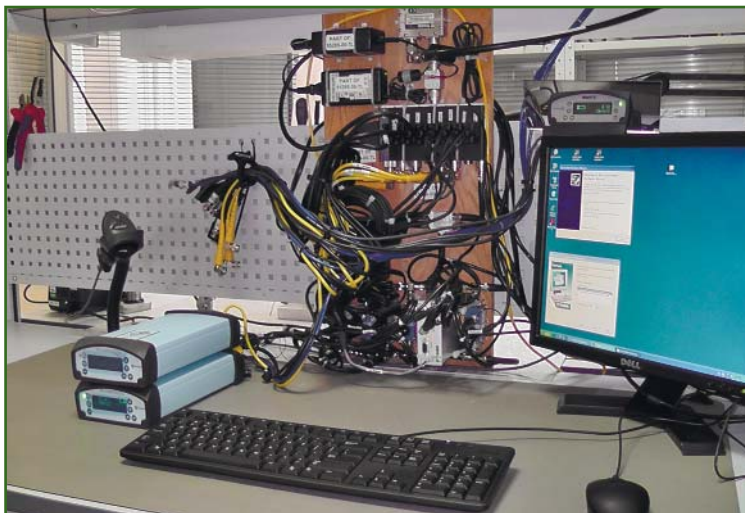


Рис. 1
Тестирование приемника ГНСС «ФАЗА+»

приводящего к ложному стандарту за 1000 часов работы, не превышает 0,01, а коэффициент необнаруженных ошибок — 10^{-4} . Таким образом, надежность приемника превышает 99% (рис. 1).

Наличие встроенной памяти в 8 Гбайт позволяет сохранить данные не менее чем за 8 месяцев с эпохой в 1 секунду. Приемник поддерживает форматы T02, RINEX v.2.11, RINEX v.3.0, BINEX. Также к нему может быть подключена внешняя память объемом до 1 Тбайт. В случае перебоев со связью, приемник ведет запись информации в течение необходимого количества времени (за 8 месяцев можно восстановить любой канал связи) и, после устранения повреждения, передает в центр управления все данные, поступившие с момента обрыва. Таким образом, гарантируется целостность и достоверность получаемой информации.

Приемник ГНСС «ФАЗА+» обеспечивает высокие показатели точности. При работе в режиме RTK VRS точность (средняя квадратическая погрешность) составляет $8 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм/км}$ в плане и $15 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм/км}$ по высоте (при длине базиса в пределах 30 км). Близкие показатели дает работа в режиме RTK от одиночной базовой станции:

$8 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$ в плане и $15 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$ по высоте. Точность получения координат в режиме постобработки еще выше: $3 \text{ мм} + 0,1 \text{ мм/км}$ в плане и $4 \text{ мм} + 0,1 \text{ мм/км}$ по высоте. При работе в режиме DGNSS: $0,25 \text{ м} + 1 \text{ мм/км}$ в плане и $0,50 \text{ м} + 1 \text{ мм/км}$ по высоте. Однако следует учитывать, что определение координат в режиме статики полностью лишено достоинств съемки в режиме реального времени и требует значительных ресурсов на обработку результатов измерений.

▼ Современное технологическое решение

Подключение приемника осуществляется посредством последовательного интерфейса через 9-ти проводной порт RS-232, 3-х проводной порт RS-232, а также через 5-ти штырьковый порт Mini B. «ФАЗА+» располагает встроенным 2,4 ГГц Bluetooth с возможностью поддержки одновременно трех беспроводных подключений.

В комплект приемника входят коммуникации для подключения по Ethernet со скоростью до 100 Мбит/с. «ФАЗА+» поддерживает технологию PoE (Power over Ethernet), что позволяет обойтись всего лишь одним кабелем для сетевого подключения и питания приемника (при условии,

что сетевое оборудование в местах размещения приемников также работает с PoE). Приемник использует протоколы передачи данных HTTP, HTTPS, TCP, UDP, FTP. Кроме того, обеспечена поддержка вещателя, сервера и клиента NTRIP, а также работы с прокси-сервером.

Приемник «ФАЗА+» применяет технологию UPnP (Universal Plug and Play), что упрощает работу с подключением внешнего устройства. Набор протоколов Zeroconf позволяет автоматически создать IP-сеть без необходимости дополнительной настройки. Сервисы FTP Push, Email Push, Push file дают возможность настройки направления сообщений приемника администратору сети.

Приемник передает дифференциальные поправки в форматах CMR, CMR+, CMRx при подключении подвижного приемника ГНСС в режиме работы от одиночной станции. Форматы RTCM 2.1, RTCM 2.2, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1 предоставляют гибкие возможности для интеграции в существующие сети - приемник может быть настроен для работы под управлением программного обеспечения, предлагаемого большинством ведущих мировых производителей. Приемник «ФАЗА+» направляет потоки данных в форматах RT17, RT27 (для подключения к сетям, оборудование которых произведено компанией Trimble), BINEX, RTCM 3.x (для подключения к сетям, оснащенным аппаратурой других производителей). Также устройство предоставляет возможность работы с метео- и геотехническими датчиками (метеостанциями и инклинометрами).

▼ Революционный подход

Не меньшее значение для надежности работы базовой станции имеет геодезическая антенна «БОРЕЙ», представляющая собой революционный подход к обработке спутниковых сигналов. Антенна «БОРЕЙ» идеально



Рис. 2

Антенна «БОРЕЙ», установленная на неподвижном основании

подходит для создания сетей высокоточного позиционирования, поскольку обладает минимальным углом отслеживания спутников в 0° , в сочетании с технологией подавления отраженных сигналов, что гарантирует высокую точность.

Значительным преимуществом, по сравнению с антеннами предыдущего поколения, является 4-х точечная система питания антенного элемента, что обеспечивает улучшенную стабильность фазового центра.

Антенна, также как и приемник, соответствует стандарту MIL-STD 810F. Даже без установки обтекателя, можно быть спокойным за работу устройства, так как вероятность его случайного физического повреждения крайне низка.

Антенна «БОРЕЙ» может быть смонтирована на любой поверхности, в зависимости от поставленной задачи: ее можно установить на вехе, транспортном средстве или разместить в специальном рюкзаке, и вести измерения наиболее подходящим способом. Однако для создания сетей высокоточного позиционирования оптимальным является установка антенны на неподвижном основании для ми-

нимизации ее собственных колебаний (рис. 2).

В состав антенны входит встроенный маломощный усилитель (МШУ) для снижения помех от мощных передатчиков на других частотах. Предел сигнала МШУ составляет 13 дБ. Питание антенны осуществляется от приемника через коаксиальный кабель. Точность фазового центра не хуже 2 мм, его максимальное смещение составляет 2 мм, а стабильность — менее 1 мм. Антенна потребляет малую мощность (не более 440 мВт), а ток не превышает 125 мА.

▼ Опыт сетевого решения

Для создания некоммерческой демо-сети компании «Рус-

перты дали высокую оценку сети. Наблюдатели отметили, что информация, полученная от демо-сети, соответствует нормативной точности определения координат при проведении работ согласно действующему законодательству Российской Федерации, а также требованиям СНГО г. Москвы.

Так как сеть предназначена для некоммерческого использования, все желающие имеют возможность оценить работу демо-сети на основе приемников ГНСС «ФАЗА+» под управлением программного комплекса «ПИЛОТ», а также подключив к ней собственное устройство. Для получения доступа к демо-сети необходимо связаться со специалистами компании при помощи формы обрат-

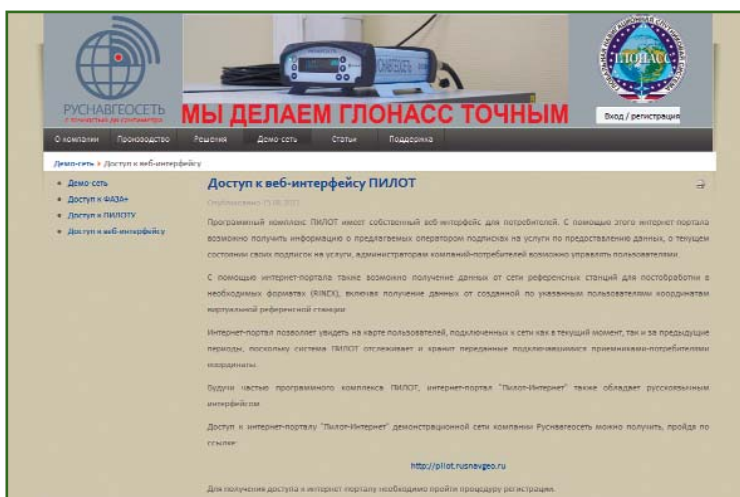


Рис. 3

Страница доступа к демо-сети на сайте www.rusnavgeo.ru

навгеосеть» были установлены постоянно действующие базовые станции, состоящие из приемников ГНСС «ФАЗА+» и антенн «БОРЕЙ». Всего на территории Московского региона размещено 8 базовых станций, предоставляющих дифференциальные поправки в режиме реального времени. Антенны базовых станций смонтированы на крышах зданий ряда подмосковных населенных пунктов, а также на крыше офиса компании.

Для оценки качества работы сети к ней был подключен ряд предприятий, и по результатам тестирования независимые экс-

пекты дали высокую оценку сети. Наблюдатели отметили, что информация, полученная от демо-сети, соответствует нормативной точности определения координат при проведении работ согласно действующему законодательству Российской Федерации, а также требованиям СНГО г. Москвы.

RESUME

There are given technical characteristics of satellite equipment for the GNSS reference station networks including both the «FAZA+» receiver and the «BOREY» antenna. The possibilities and the results of testing the equipment in the demonstration high-precision satellite positioning network in the Moscow region are considered.