

# РЕШЕНИЕ TRIMBLE — ОТ ОДИНОЧНОЙ РЕФЕРЕНЦНОЙ СТАНЦИИ ГНСС ДО СЕРВИСА VRS

**Е.А. Бородко («ГеоПолигон»)**

В 2003 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «информационные системы». После окончания университета работал в МИИГАиК, с 2005 г. — в компании Thales Navigation. С 2008 г. работает в компании «ГеоПолигон», в настоящее время — руководитель отдела инфраструктуры. Кандидат технических наук.

В настоящее время определение пространственных координат объектов земной поверхности в режиме реального времени (RTK) становится наиболее востребованной технологией. Во многих странах, кроме одиночных постоянно действующих базовых (референчных) станций ГНСС (ГЛОНАСС/GPS), широко используются сети таких станций, которые обеспечивают необходимыми данными пользователей, решающих задачи высокоточного и оперативного определения местоположения в режиме реального времени. Конфигурация сети, количество постоянно действующих базовых станций ГНСС, средства связи, передачи, накопления и обработки спутниковых данных, т. е. инфраструктура сети референчных станций ГНСС, может быть различной в зависимости от объемов работ и численности компании, которая их выполняет. Создание и использование собственной сети постоянно действующих базовых станций ГЛОНАСС/GPS является идеальным решением для крупных компаний. Наличие собственной сети позволяет полевым бригадам компании выполнять различные виды высокоточных геодезических измерений при картографировании, инженерных изысканиях, обеспечении строительства и т. д. на всей территории ее действия. В этом случае надежность и точность определения пространственных координат не зависит от расстояния

до базовой станции и дальности действия средств связи. Использование сети базовых станций ГНСС дает возможность увеличить количество полевых бригад в 2–3 раза за счет сокращения числа исполнителей в бригаде до одного человека, приводит к снижению времени и трудозатрат при выполнении полевых и камеральных работ.

Для небольших компаний, использующих технологии ГНСС, при увеличении объемов работ целесообразно следующее. Например, компания при заключении нового контракта выясняет, что ей требуется дополнительная бригада для проведения спутниковых измерений. В компании уже имеется два комплекта спутникового оборудования ГНСС, поэтому принимается решение использовать один из приемников в качестве постоянно действующей базовой станции, установив его, например, на крыше здания офиса. Для управления этой станцией необходимо специальное программное обеспечение Trimble GPSBase. Оно поддерживает до десяти различных подключений пользователей в режиме RTK по каналам радио или сотовой связи полевым бригадам и позволяет получать архивы результатов измерений, которые по сети Интернет пересылаются в офис для постобработки. Такая схема является идеальной для проведения локальных съемок. Вдобавок, за счет использования из двух комплектов ГНСС одного

приемника в качестве референчной станции, компания получает три подвижных спутниковых приемника. Поскольку ПО Trimble GPSBase удобно в настройке и персонал легко обучается работе с ним, затраты на его приобретение быстро окупаются, и у компании появляется возможность получать дополнительную прибыль.

При увеличении территории работ компания может расширить сеть за счет установки новых постоянно действующих базовых станций или объединения с базовыми станциями других компаний в единую сеть. Расширение покрытия территории сетью референчных станций ГНСС позволит обеспечить оперативное выполнение измерений и увеличить перечень работ, включая создание сетей геодезического обоснования, выполнение топографических и кадастровых съемок, а также геодезического обеспечения строительства зданий, сооружений и протяженных трасс.

Для работы сети постоянно действующих базовых станций необходимо создать центр управления, оснастив его сервером со специализированным программным обеспечением, каналами связи, а также обеспечив постоянное подключение к Интернет для передачи данных. Кроме того, целесообразно использовать сетевое программное обеспечение WEBServer для контроля работы базовых станций сети при удаленном доступе [1].

Программным обеспечением, позволяющим создать современную инфраструктуру ГНСС из нескольких базовых станций, может быть Trimble GPSNet или Trimble RTKNet. Оно объединяет в единую сеть постоянно действующие базовые станции, расположенные на территории города, области или целого региона, и предоставляет возможность оператору сети осуществлять дистанционное управление базовыми станциями, контролировать количество принимаемых спутников ГНСС, значения DOP, эффект многолучевости и т. д. Для каждой базовой станции индивидуально устанавливаются частота сбора данных, величина маски возвышения, формат записываемых данных и другие параметры.

Программное обеспечение Trimble GPSNet может быть модернизировано до уровня Trimble RTKNet. В этом случае пользователям предоставляется принципиально новый способ получения пространственных координат как в режиме реального времени, так и при постобработке — технология виртуальной базовой станции (Virtual Reference Station — VRS). Принцип VRS заключается в следующем (рис. 1). В центре управле-

ния непрерывно накапливаются данные, поступающие от всех спутниковых приемников базовых станций, и формируется база данных коррекций для локальных площадей (Regional Area Correction). При инициализации подвижный спутниковый приемник ГНСС связывается с центром управления сетью и передает координаты своего приблизительного местоположения с точностью 10–15 м. Программное обеспечение Trimble RTKNet генерирует набор виртуальных измерений, подобных тем, которые наблюдала бы фактическая базовая станция, расположенная в месте нахождения подвижного приемника. Отсюда и появился термин «виртуальная базовая станция». При этом подвижный спутниковый приемник интерпретирует и использует эти данные так, как будто они получены от реально существующей базовой станции. В результате значительно увеличивается производительность измерений в режиме RTK.

При вычислении пространственных координат в камеральных условиях, в режиме постобработки, измерения на местности подвижным спутниковым приемником проводят без дополнительного оборудования (радио или сотовых модемов). Во время сеанса наблюдений необходимо получить только минимальное количество информации, а его продолжительность не зависит от местоположения подвижного приемника до ближайшей базовой станции. После полевых работ данные передаются на компьютер. В программном обеспечении Trimble RTKNet создается виртуальная базовая станция, что позволяет достичь заданной точности, не зависящей от расстояния до ближайшей станции сети и продолжительности времени измерений в полевых условиях.

Важным преимуществом этой технологии является то, что координаты базовых станций всегда определяются в единой сис-

те координат, обеспечивается постоянный контроль целостности системы базовых станций и данных, передаваемых на подвижные приемники ГНСС пользователей сети. Ежедневно базовые станции подвергаются воздействию множества факторов окружающей среды, которые оказывают существенное влияние на точность сетевых поправок. На физическое положение антенны базовой станции могут влиять тектонические движения, просадки и даже погода. Оператору сети передается первоочередная информация об изменениях в сети и о том, как эти изменения повлияют на качество данных. Движение является неотъемлемой характеристикой сетей постоянно действующих базовых станций ГНСС. Оно может быть вызвано различными причинами, большинство из которых не поддаются непосредственному контролю. Даже незначительные ошибки приводят к серьезным проблемам в настройке сети. Внезапное смещение на обширной площади обычно бывает вызвано тектоническими движениями. В случае землетрясения может измениться положение нескольких или даже всех станций в сети (рис. 2). Сезонные течения в подземных водоносных слоях, бурение и другие горные работы оказывают влияние на устойчивость базовых станций, подобное тектоническим сдвигам. Поэтому требуются регулярные проверки пространственного положения базовых станций сети, которые позволяют изучить не только динамику движения земной коры, но и более точно понять циклическую природу смещений для того, чтобы правильно реагировать на них. В случае значительных смещений оператору необходимо оценить динамические процессы и принять правильное решение. Для этих целей в ПО Trimble RTKNet имеется полный набор средств для мониторинга и анализа как в режиме реального времени, так и при постобработке [2].



Рис. 1

Принципиальная схема технологии VRS

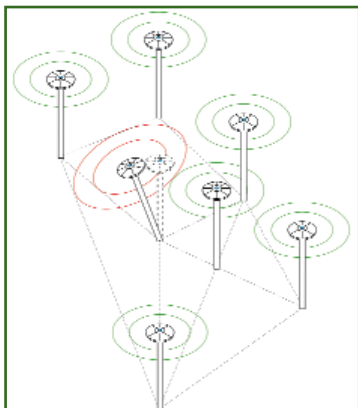


Рис. 2

Смещение антенны спутникового приемника сети из-за внешнего воздействия

Кроме того, это программное обеспечение имеет возможность отображать информацию о пользователях, подключенных к системе. Оператор видит их местоположение, количество принимаемых спутников, точность текущего полевого решения. Различные решения авторизации позволяют исключить работу несанкционированных пользователей и учитывать количество данных, переданных каждому потребителю.

Подвижные спутниковые приемники при работе в режиме RTK для получения в автоматическом режиме дифференциальных поправок должны иметь надежные средства соединения с сервером сети, например, GSM или GPRS-каналы связи. Программное обеспечение Trimble RTKNet обеспечивает подвижные приемники ГНСС дифференциальными поправками от ближайших базовых станций, а при постобработке — удобным доступом к данным любой базовой станции через FTP или Интернет. При этом точность и надежность измерений увеличивается по сравнению с традиционными методами съемки в режиме RTK, а время, необходимое для инициализации, значительно уменьшается. При измерениях подвижный приемник ГНСС может работать и в обычном режиме (от одной базовой станции), используя стандартное программное обеспечение.

Технология VRS наилучшим образом подходит для выполнения работ на больших по площади территориях. Расстояния между базовыми станциями при применении технологии VRS могут достигать от 50 до 70 км. При этом пользователи получают возможность проводить измерения в режиме RTK с точностью и эффективностью инициализации, подобной измерениям в режиме реального времени на коротких расстояниях от одиночной базовой станции. Опыт работы показывает, что при использовании виртуальных базовых станций в режиме RTK время работы в поле сокращается в 2–3 раза [3].

Применение технологии VRS при обновлении и создании картографической основы ГИС-проектов на муниципальном и региональном уровнях позволит также значительно повысить качество и точность геопространственной информации. Поскольку число систематических ошибок, свойственных традиционным методам топографической съемки, с использованием спутникового оборудования ГЛОНАСС/GPS значительно сокращается или может быть устранено [4].

Еще одно преимущество сетей постоянно действующих базовых станций ГНСС, использующих специализированное программное обеспечение Trimble RTKNet, заключается в их коммерческом назначении. Сеть постоянно действующих базовых станций, основанная на Trimble RTKNet, легко масштабируется путем включения в ее состав новых базовых станций по мере роста потребностей компании и ее партнеров. Во многих странах мира частные компании, муниципалитеты и государственные учреждения занимаются созданием таких сетей и необходимой для их функционирования инфраструктуры. Наличие сети постоянно действующих базовых станций ГНСС, помимо обеспечения геодезическими данными собственных нужд организации, позволит предложить зарегистрированным пользовате-

лям различные виды услуг для работы в режиме RTK или постобработки. Кроме того, организация может привлечь дополнительные средства за счет предоставления данных для точного позиционирования машин и механизмов строительных и сельскохозяйственных организаций, транспортных средств предприятий, занимающихся перевозками пассажиров и грузов, и т. д.

Официальным поставщиком оборудования и программного обеспечения компании Trimble в России для создания сетей постоянно действующих базовых станций ГНСС и необходимой для их функционирования инфраструктуры от местных до региональных масштабов является компания «ГеоПолигон».

#### ▼ Список литературы

1. Масштабируемые решения по созданию сетей GNSS инфраструктуры с возможностью их расширения по мере роста ваших потребностей // [http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-282319/022543-0633-VU-Infrastructure\\_BRO\\_0206\\_lr.pdf](http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-282319/022543-0633-VU-Infrastructure_BRO_0206_lr.pdf).
2. Контроль динамики в сетях GNSS-инфраструктуры // [http://trimble.com/pdf/022543-350\\_IntegrityManager\\_BRO\\_0707\\_lr.pdf](http://trimble.com/pdf/022543-350_IntegrityManager_BRO_0707_lr.pdf).
3. The Trimble VRS Now «Advantage» // Technology&more. — 2007. — № 3. — С. 16–17.
4. Stevens R. New, high-accuracy global positioning systems drive highly accurate geographic information system maps// American City and County. — 2006. — № 1. — С. 12–13.

#### RESUME

A technology for developing networks of the GNSS reference stations based on the Trimble software, including Trimble GPSBase, Trimble GPSNet and Trimble RTKNet, is described. Recommendations on this software package usage are given as well. A principal logic of the VRS technology is considered. Its features and advantages are noted in comparison with the traditional techniques of determining spatial coordinates in the RTK mode and postprocessing as well.