

# НАЗЕМНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ГНСС ДЛЯ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ\*

**О.В. Евстафьев**

В 1994 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «космическая геодезия и навигация», в 2002 г. — факультет экономики и маркетинга ТУ (МАИ) по специальности «организация предпринимательской деятельности». С 1994 г. работал ведущим инженером, а с 1999 г. — менеджером отдела продаж в компании ПРИН, с 2001 г. — руководителем отдела геотехнологий ЗАО «Геотехсервис-2000». С 2004 г. по январь 2009 г. — ведущий специалист по спутниковому геодезическому оборудованию в региональном офисе Leica Geosystems.

Данная публикация завершает цикл статей, посвященных вопросу создания наземной инфраструктуры точного позиционирования на основе спутниковых базовых станций. В предыдущих публикациях были описаны принципы работы спутниковых систем точного позиционирования (СТП) и области их использования [1], оборудование и программное обеспечение, необходимое для работы ГНСС базовых станций [2]. Также были даны практические советы по проектированию сетей базовых станций, выбору мест установки их антенн, описаны способы их крепления и защиты [3]. Подробно были рассмотрены различные типы сетевых RTK поправок (FKP, VRS, MAX, i-Max и др.), формируемые программным обеспечением сервера сети базовых станций [4]. Отдельная публикация была посвящена способам передачи данных и каналам связи, используемым в системах точного спутникового позиционирования [5], поскольку коммуникации являются важной составной частью таких систем. Из материала предыдущих публикаций очевидно, что спутниковые базовые станции и сети базовых станций могут быть установлены и настро-

ны для решения различных прикладных задач с разным уровнем сложности. Конкретные решения при создании инфраструктуры точного позиционирования напрямую зависят от величины зоны охвата, вида предоставляемых услуг и имеющегося бюджета. Теперь перейдем от технических аспектов создания инфраструктуры систем точного позиционирования к вопросу и перспективам их коммерческого использования.

## ▼ Возврат инвестиций

Создание сетей базовых станций требует значительных инвестиций. После того как принято решение о развертывании СТП в отдельно взятом регионе или городе, составлен проект, определены места установки базовых станций, тип и состав спутниковой и коммуникационной аппаратуры, вид и способ предоставляемых данных для дифференциального позиционирования, необходимо оценить уровень эксплуатационных расходов и возможные сроки возврата вкладываемых средств на создание системы.

При оценке расходов на эксплуатацию СТП, кроме всего прочего, необходимо учесть аренду помещений, где установлено оборудование базовых



станций, центра управления, плату за пользование электроэнергией, линиями коммуникаций и трафик, затраты на ежегодную инспекцию состояния оборудования и переопределение координат антенн базовых станций.

Если организация создает спутниковую базовую станцию или небольшую сеть исключительно для собственных нужд, то возврат инвестиций возможен, только если проектируемая станция или сеть позволит значительно сократить расходы на полевые работы, обеспечив при этом необходимую точность измерений и качество результатов.

Вложенные на создание сети средства и расходы на эксплуатацию могут быть возвращены

\* Окончание. Начало в № 1–3, 5, 6-2008.

скорее в случае, если услуги или их часть предоставляются на коммерческой основе сторонним организациям. Например, на коммерческой основе может быть предоставлен доступ к распространяемым RTK и DGPS-поправкам или к RINEX-файлам и файлам «сырых» данных, размещенным на FTP-сервере. Также можно организовать услугу по выполнению обработки спутниковых измерений заказчика совместно с данными базовых станций сети, вычислению параметров трансформации и преобразованию координат из системы WGS-84 в местную систему координат. При этом передача данных и результатов обработки должна осуществляться в соответствии с установленными режимными ограничениями и соблюдением государственной и коммерческой тайн.

Получая плату за данные и услуги, предоставляемые пользователям, необходимо вести их контроль и учет. Если пользователям предоставляются RINEX-файлы для постобработки через FTP-сервер, то создается систе-

ма регистрации и паролей для доступа к данным, которая генерирует отчет о том, кто вошел в систему и получил их. Таким образом, оплата будет производиться за фактически предоставленные файлы. Предварительно можно потребовать внести некоторый регистрационный взнос.

Если RTK/DGPS-данные распространяются по радиоканалу, практически невозможно организовать систему оплаты. Решением для владельца сети базовых станций может быть арендная плата за прокат радиомодемов. Гораздо проще установить систему оплаты для пользователей при распространении данных по каналам мобильной связи или через Интернет. Можно осуществлять учет пользователей RTK-поправок путем регистрации номеров мобильных телефонов или IP-адресов у администратора СТП. Только зарегистрированные пользователи смогут получать данные системы. Программное обеспечение сервера системы будет отображать время подключения, продолжительность сеанса получения данных для каждого зарегистрированного устройства пользователя, а также тип и состав передаваемых спутниковых данных.

Если спутниковые данные распространяются с помощью Интернет-протокола NTRIP, то можно организовать доступ в систему с помощью имени и пароля [5]. Мобильные приемники смогут получать данные только, если они авторизованы. Владелец сети будет обладать полным контролем над доступом к данным, что облегчит расчеты и составление счетов за полученную информацию.

При надежной работе и приемлемой стоимости услуг СТП пользователи смогут постоянно принимать данные сети, списывая плату за их получение на производственные расходы

предприятия. Но основная выгода пользователей заключается в том, что им не нужно вкладывать средства в покупку дополнительных спутниковых приемников для создания собственных базовых станций. Некоторые владельцы СТП предоставляют даже полевое оборудование (подвижные приемники) пользователям в аренду, что дает возможность выполнять работы малым предприятиям, не имеющим на балансе собственного спутникового оборудования. При этом еще и обеспечивается полная совместимость полевых приемников с данными СТП.

Срок реализации проекта по созданию СТП во многом зависит от масштаба сети, количества станций и уровня применяемых технических решений. Для сети, состоящей из 5–10 спутниковых базовых станций, он может составить от 6 месяцев до 1 года. Однако эти сроки предварительны и зависят от многих факторов, в частности, от сроков поставки оборудования, монтажа, прокладки коммуникаций, геодезических работ по привязке и уравниванию координат спутниковых антенн базовых станций.

Срок возврата инвестиций рассчитать сложнее. Он зависит от интенсивности работы инфраструктуры системы в области ее коммерческого использования, количества пользователей, объема получаемых ими данных.

#### ▼ Высокая ответственность

Владелец сети спутниковых базовых станций несет ответственность перед пользователями за постоянное функционирование системы, непрерывность и качество предоставляемых данных. Чем больше объем работ, выполняемых сторонними организациями с использованием данных СТП, тем больше и масштабней ответственность владельцев, операторов и админис-



Рис. 1

Сеть базовых станций Великобритании

траторов системы. Сбой в работе СТП может привести не только к временным и финансовым потерям пользователей. Потери могут быть гораздо серьезнее, если конечными потребителями услуг пространственного позиционирования являются службы спасения, скорой помощи, пожарной охраны, службы безопасности, мониторинга важных объектов. Поэтому владелец сети спутниковых базовых станций должен осознать всю важность мероприятия, прежде чем начать оказывать услуги точного позиционирования и принимать плату за предоставляемые данные.

#### ▼ Эпоха вездесущих услуг позиционирования

Системы точного позиционирования уже функционируют во многих странах мира, обеспечивая потребителей спутниковыми данными для определения пространственных координат дифференциальным способом. Созданной инфраструктурой пользуются не только геодезисты, топографы и строители, но и широкий круг специалистов, осуществляющих точную навигацию в различных целях. Некоторые системы предоставляют пользователям данные в режиме реального времени, а также информацию и услуги с помощью различных каналов коммуникаций, включая Интернет.

Для примера можно привести Европейскую службу спутникового позиционирования EUPOS ([www.europos.org](http://www.europos.org)), Службу спутникового позиционирования геодезического управления Германии SAPOS ([www.sapos.de](http://www.sapos.de)), сеть референционных станций NYSNet штата Нью-Йорк в США ([www6.nysdot.gov](http://www6.nysdot.gov)), сеть RTK базовых станций SmartFIX в Новой Зеландии ([www.smartfix.co.nz](http://www.smartfix.co.nz)), коммерческую сеть RTK базовых станций Великобритании и Ирландии SmartNET (<http://smartnet.leica-geosystems.co.uk> — рис. 1). В России развитие спут-

никовых систем точного позиционирования также идет полным ходом, однако пока они служат сугубо для выполнения геодезических измерений и обеспечения земельно-кадастровых работ. В настоящее время функционирует Система спутникового межевания земель Москвы и Московской области ФГУП «Госземкадастръсъемка» ([www.viskhagi.ru](http://www.viskhagi.ru) — рис. 2), городская сеть базовых станций в Архангельске, спутниковая опорная межевая сеть Калужской области, система спутникового позиционирования Тверской области (ТРЕФ), спутниковая опорная межевая сеть на территории Кировской области. Отметим также развернутую систему в Харьковской области на Украине [6].

Ведутся работы по развитию подобных систем в Новосибирске, Красноярске, Омске, проектируются системы в Калининграде, Алтайском и Приморском краях. Возможно это не полный список городов и регионов, где осознана необходимость и эффективность применения СТП и ведутся работы по их проектированию. Тенденция развития таких систем в России очевидна.

Формированием наземной инфраструктуры точного позиционирования занимаются раз-

личные организации и ведомства. Исторически сложилось, что сети постоянно действующих спутниковых станций развивались силами научно-исследовательских и производственных организаций, работающих в области навигации, сейсмологии, кадастра и геодезии. Однако в настоящее время за развитие СТП взялись региональные органы власти, ведомства в лице федеральных предприятий. Также большой интерес проявляют компании-операторы сотовой связи, рассчитывая предложить разнообразный выбор навигационных услуг массовому потребителю на основе интеграции спутниковых методов и сервисов LBS (Location Based Services). Позиционирование в сотовых сетях предполагает автоматическое определение местоположения устройств мобильной связи в пределах зоны действия сотовых базовых станций. Для данной цели используются три основных параметра радиосигналов: амплитуда в месте приема, направление прихода и время задержки при распространении [7]. По мнению аналитиков, совместное использование LBS и спутниковых технологий определения местоположения придаст импульс развитию массовых услуг



Рис. 2

Базовая станция ССМЗ Москвы и Московской области

навигации и точного позиционирования.

Спутниковые технологии определения пространственного местоположения могут быть интегрированы и дополнены другими методами позиционирования, например, инерциальными. Комбинируя высокоточные спутниковые определения в сетях базовых станций и абсолютные данные гироскопов и акселерометров, можно непрерывно получать трехмерные координаты местоположения и направление движения, даже когда спутниковые сигналы принять невозможно. Определение пространственного местоположения стало возможным не только на открытой местности, но и в местах, где спутниковые сигналы недоступны: в помещениях, метро и тоннелях. Так что, несмотря на текущий финансовый кризис, мы находимся на

пороге новой эпохи вездесущих услуг навигации и трехмерного позиционирования. Создающиеся сети базовых станций ГНСС уже начинают работать и являются основой наземной инфраструктуры точного позиционирования в масштабах регионов, стран и всей планеты.

#### ▼ Список литературы

1. Евстафьев О.В. Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования // Геопрофи. — 2008. — № 1. — С. 21–24.
2. Евстафьев О.В. Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования // Геопрофи. — 2008. — № 2. — С. 24–28.
3. Евстафьев О.В. Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования // Геопрофи. — 2008. — № 3. — С. 15–18.
4. Евстафьев О.В. Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования // Геопрофи. — 2008. — № 5. — С. 43–48.

5. Евстафьев О.В. Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования // Геопрофи. — 2008. — № 6. — С. 19–23.

6. Горб А.И., Федоренко Р.Н. Система высокоточных спутниковых геодезических измерений в Харьковской области // Геопрофи. — 2008. — № 6. — С. 51–53.

7. Букин М. Универсальный компас LBS // Сети. — 2005. — № 10.

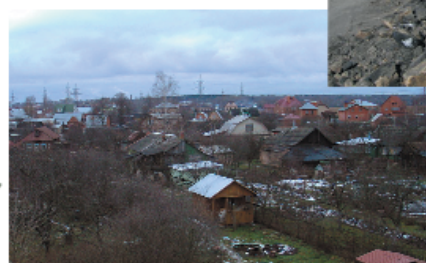
#### RESUME

This publication completes the cycle of papers devoted to the creation of the ground infrastructure for precise positioning based on the satellite base stations, and it is dedicated to the prospects of its commercial usage. Possible ways of the investments return are considered. It is marked that the responsibility of an organization running the system before the companies using precise positioning data, is growing due to the constant increase of such service forms.

## Приемник GPS+ГЛОНАСС



## ТАХЕОМЕТР



**ГЕОМЕТР**  **Центр**

## БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ



## СОВЕРШЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА!

*Поставка, обучение, консультации*

115191, Москва, Холодильный пер., д.3 к.1

(495) 580 5816, 955 2851, 955 2857, 955 2852

info@geometer-center.ru, www.geometer-center.ru

**Leica**  
Geosystems