

# СЕТИ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ И ПСИХОЛОГИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Н.Н. Анисифоров («ПРИН»)

В 1982 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». В настоящее время — руководитель инфраструктурных проектов ЗАО «ПРИН».

В Международном форуме по спутниковой навигации (см. Геопрофи. — 2011. — № 4. — С. 35–38) ставил своей основной целью проинформировать широкую российскую и зарубежную аудиторию о состоянии и планах развития глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), государственной политике в области использования системы ГЛОНАСС в России, инновационных технологиях, современной аппаратуре спутниковой навигации и услугах, международном опыте применения навигационных систем, создании единых международных стандартов в области спутниковой навигации.

В дальнейшем планируется, что на форуме появится специальная секция, посвященная основам спутниковой навигации, принципам построения и функционирования глобальных систем GPS и ГЛОНАСС, региональным сервисам ГНСС и вопросам повышения эффективности их использования.

Области применения технологий ГНСС включают различные направления деятельности: оборону, гражданскую авиацию, морской и речной транспорт, геодезию и картографию, строительство, наземный транспорт, системы безопасности, спорт, сельское хозяйство, сп-

сательные работы, индивидуальное применение и др.

Как известно, спутниковые технологии породили множество функциональных дополнений точного определения координат (от нескольких сантиметров до 1 мм). В настоящее время в мире активно применяются так называемые локальные или региональные подсистемы, основанные на работе сетей референцных (постоянно действующих) станций, обеспечивающих измерения в режиме реального времени и постобработки. Применение таких сетей оказалось настолько эффективным, что большинство развитых стран полностью покрыли ими свои территории, кардинально улучшив национальные геодезические сети. Референцные станции являются носителями национальных и местных систем координат.

## ▼ Законодательство РФ в области ГНСС

Указ Президента РФ от 17 мая 2007 г. [1] установил, что доступ к гражданским навигационным сигналам системы ГЛОНАСС предоставляется российским и иностранным потребителям на безвозмездной основе и без ограничений. Кроме того, в указе отмечается, что органам исполнительной власти субъектов РФ, органам местного

самоуправления муниципальных образований и организациям, независимо от их организационно-правовой формы, рекомендовано применять аппаратуру спутниковой навигации, функционирующую с использованием сигналов группировки спутников системы ГЛОНАСС.

Правительству РФ поручено до 31 декабря 2011 г. утвердить федеральную целевую программу по поддержанию, развитию и использованию системы ГЛОНАСС на 2012–2020 гг.

В 2010 г. был принят ряд постановлений Правительства РФ об утверждении технических регламентов о безопасности транспортных средств различного назначения, предусматривающих их обязательное оснащение аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS.

Утвержденная распоряжением Президента РФ Концепция развития отрасли геодезии и картографии до 2020 г. [2] предусматривает создание спутниковых дифференциальных геодезических сетей в целях сбора, архивирования, формирования и передачи корректирующей информации с использованием сетей радиосвязи потребителям ГНСС в зоне их обслуживания, в пределах ограниченного района.

Концепцией также предусмотрено создание новой высокоэффективной системы геодезического обеспечения для повышения точности геодезических и картографических работ, эффективности геодезической и картографической деятельности, организации федерального, региональных и муниципальных банков координат пунктов государственной геодезической сети и специальных сетей, развития спутниковых методов и технологий позиционирования, внедрения системы ГЛОНАСС во все сферы экономики Российской Федерации, обеспечения обороны и безопасности государства.

#### ▼ Состояние ГНСС

Существующая монополия системы GPS в области глобальной навигации не устраивает большинство ведущих стран, включая Россию, Европейский союз, Индию, Китай и Японию, которые разрабатывают собственные системы спутникового позиционирования. В настоящее время работают или готовятся к развертыванию следующие системы спутниковой навигации: GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Compass (Beidou), IRNSS и QZSS.

GPS принадлежит министерству обороны США, что, по мнению некоторых государств, является ее главным недостатком. Это единственная полностью развернутая орбитальная группировка спутников ГНСС.

ГЛОНАСС принадлежит министерству обороны России. Она находится на этапе повторного полного развертывания (оптимальное рабочее состояние орбитальной группировки спутников, запущенных еще в СССР, было достигнуто в период 1993–1995 гг.). Современная система, по заявлениям разработчиков наземного оборудования, будет обладать некоторыми техническими преимуществами по сравнению с GPS.

Galileo — первая коммерческая европейская ГНСС, находящаяся на этапе создания группировки навигационных спутников, общее количество которых составит 30. Ее полное развертывание планируется в 2013 г.

Compass (Beidou) — навигационная спутниковая система, развернутая Китаем, имеет отличительную особенность — она состоит из небольшого количества навигационных спутников, находящихся на геостационарной орбите. В дальнейшем, когда количество спутников будет увеличено до 35, система сможет работать как глобальная.

IRNSS — навигационная спутниковая система Индии, которая находится в состоянии разработки. Предполагается ее использовать только в этой стране. Первый спутник был запущен в 2008 г.

QZSS — региональная спутниковая система, которая создается в Японии для расширения возможностей GPS. Она также имеет ограниченные навигационные возможности.

#### ▼ Основные критерии работы сетей референционных станций

Одним из наиболее значимых сервисов ГНСС являются так называемые локальные или региональные подсистемы, основанные на работе сетей референционных станций, реализующие измерения в режиме реального времени и постобработку. При их использовании производительность определения пространственных координат может вырасти в десятки раз, а затраты снизиться больше чем в 2,5 раза. Основные критерии их применения основаны на следующих характеристиках:

— предоставление возможности получения более точных координат (1–2 см) за счет уче-

та ионосферных и тропосферных задержек;

— высокая скорость определения координат (обычно <10 секунд) в любом месте внутри и вне сети;

— повышенная надежность получения координат (>99,9%) за счет контроля целостности данных от каждой референционной станции, целостности сети, предупреждения об ошибках и резервирования данных;

— круглосуточная непрерывная работа;

— безопасность информации;

— увеличение расстояния между референционными станциями до 120 км и рабочей зоны с минимальным количеством станций;

— постепенное расширение зоны покрытия (город, район, государство);

— предоставление пользователям данных в различных форматах.

В настоящее время несколько компаний мирового уровня предоставляют решения по созданию сетей референционных станций. Однако для организаций, планирующих создание сетей референционных станций на территории региона, существует проблема, связанная, в первую очередь, с выбором поставщика, так как технологии сетей референционных станций развиваются на стыке информационных, навигационных, геоинформационных и коммуникационных сервисов и устройств. В результате, эти решения становятся трудно различимыми, так как включают оборудование, программное обеспечение и услуги различных компаний-производителей.

Более просто выбор технологического решения по созданию сетей регионального уровня от различных производителей можно осуществить на основе следующих критериев.

1. Чем больше допустимые расстояния между станциями

(от 50 до 120 км), тем меньшее их количество необходимо для данной территории, меньше первоначальные затраты и эксплуатационные расходы.

2. Чем больше развита автоматизация процессов по управлению сетью референционных станций, тем стабильнее будет работать система, тем выше ее потребительские качества, тем меньше необходимо обслуживающего персонала.

3. Чем больше перечень форматов дифференциальных поправок, предоставляемых сетью (RTCM 2.1 (RTK и DGPS), RTCM 2.3 (RTK и DGPS), RTCM 3, CMR и CMR+ и др.), тем разнообразнее спектр потребительской аппаратуры, которую можно будет применять.

4. Чем больше приемных каналов имеет спутниковое оборудование, устанавливаемое на референционных станциях, тем меньше вероятность его замены в ближайшей перспективе. В настоящее время спутниковые приемники ГНСС, используемые в качестве базовых станций, имеют от 120 до 440 каналов.

Рассмотрим необходимость такого количества каналов для спутниковых приемников. Навигационные спутники действующих и разрабатываемых ГНСС излучают сигналы на следующих частотах:

— GPS: L1 C/A, L2C, L2E (L2P — метод компании Trimble для отслеживания шифрования), L5;

— ГЛОНАСС: L1 C/A и незашифрованный P-код, L2 C/A и незашифрованный P-код, L3 CDMA2;

— Galileo: L1 C/OC, E5A, E5B & E5AltC/OC;

— Compass: B1, B2, B3.

В ближайшей перспективе эти системы будут работать в полном составе, и нетрудно рассчитать количество необходимых каналов для спутникового приемника. При видимости 15 спутников от каждой из 4

систем на 4 частотах понадобится 240 каналов.

И это без учета каналов для приема сигналов от действующих спутниковых систем, передающих дифференциальные поправки:

— QZSS: L1 C/A, L1C, L1 SAIF, L2C, L5, LEX5;

— SBAS: L1 C/A (EGNOS/MSAS), L1 C/A and L5 (WAAS);

— L-Band: OmniSTAR VBS, HP and XP.

Развитие спутниковых систем продолжается. В 2015–2017 гг. в серию пойдет навигационный спутник «Глонасс-КМ», в котором предполагается использовать до 8 сигналов в формате CDMA. Если не учитывать это сегодня, то завтра потребуются замена оборудования, что повлечет за собой новые затраты.

5. Чем больше потребителей в своей деятельности смогут применять услуги, предоставляемые сетью референционных станций, тем эффективнее ее экономические характеристики.

Вопросы эффективной эксплуатации сети референционных станций региона в итоге будут опираться на возможности уже имеющихся технических средств, квалификацию обслуживающего персонала и доступность освоения внедряемой технологии.

#### ▼ О психологии принятия решений

За последние 10 лет требования пользователей спутникового геодезического оборудования значительно выросли — от поддержки режима RTK для одной опорной станции до региональных и национальных спутниковых сетей референционных станций, использующих в качестве средства связи Интернет. На каждом этапе развития повышались требования к предоставлению дополнительных услуг спутниковой навигации, бе-

зопасности доступа в Интернет, вычислительным средствам, контролю целостности и реагированию на запросы конечных пользователей. Именно этот опыт и связь с потребителями, а также грамотные инженерные решения, учитывающие перспективы развития программного обеспечения, позволяют создавать масштабируемые, гибкие и надежные решения для управления сетями.

В настоящее время инновационным и технологичным преимуществом систем ГНСС является сервис, предоставляемый сетями референционных станций в государственном или региональном масштабах. При этом точность определения местоположения достигает нескольких миллиметров. А это значит, что сервис может использоваться как для решения высокоточных картографо-геодезических задач, так и для высокоточной навигации на земле, на воде и в воздухе.

Постоянное совершенствование технологических решений и массовое применение этой технологии на земле, на воде и в воздухе, по нашему мнению, в итоге должны влиять на психологию принятия решения.

Создаваемые сети референционных станций регионального и государственного масштабов должны учитывать перспективные возможности модернизации системы без замены ее аппаратной части. Это доступно и активно применяется фирмами-разработчиками. При этом архитектура системы дает возможность использовать новые и модифицированные ГНСС, а также серверные и сетевые решения в дистанционном режиме (средствами Интернет), практически не выводя систему из постоянной работы. Модернизация из «кабинета» вполне реальна. А это значит, что все изменения мо-

гут быть применены в действующей сети незамедлительно, сразу же после объявления нововведений фирмой-производителем.

Решения, реализованные в современном программном обеспечении для управления сетью референчных станций и приемниками пользователей сети, гарантируют сохранность измерительной информации на 100%. Таким образом, пользователи, применяющие данные сети в режиме постобработки, могут быть уверены в наличии необходимых данных и защищены от необходимости повторного проведения полевых работ. Сохранность измерительной информации со 100% гарантией достигается целым комплексом аппаратно-программных средств и реализована в настоящее время некоторыми компаниями — производителями ГНСС оборудования.

Кроме того, на принятие решения при выборе технологии создания региональной сети референчных станций немаловажное влияние оказывает не только ее характеристики и качество, но и цена. Информация о стоимости оборудования и программного обеспечения той или иной компании является открытой и доступна в Интернет.

Более того, в настоящее время в Интернет созданы площадки для проведения открытых аукционов в электронной форме, на которых можно познакомиться с их результатами.

Рассмотрим в качестве примера открытый аукцион в электронной форме «Поставка и установка спутникового оборудования для создания спутниковой геодезической сети на территории Санкт-Петербурга на основе постоянно действующих референчных станций для государственных нужд Санкт-Петербурга», проводившийся в августе-

сентябре 2011 г. ([http://zakupki.gov.ru/pgz/public/action/orders/info/common\\_info/show?notificationId=1351311](http://zakupki.gov.ru/pgz/public/action/orders/info/common_info/show?notificationId=1351311)).

По условиям технического задания и контракта с начальной ценой 14 532 515,38 руб. необходимо на территории Санкт-Петербурга разместить 10 постоянно действующих станций ГНСС, провести сертификацию спутниковой геодезической сети и ввести ее в эксплуатацию до 12 декабря 2011 г.

В аукционе приняли участие следующие компании:

— ООО «НАВГЕОКОМ», предложения по цене контракта составили 13 873 000 руб. (по данным опросного листа) и 5 777 187,08 руб. (по результатам аукциона);

— ЗАО «ПРИН» — 13 462 787, 56 руб. и 11 169 929,32 руб.;

— ООО «Нованэт» — 7 990 404,07 руб. (по результатам аукциона);

— ЗАО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» — 13 423 408 руб. и 5 849 849,66 руб.

Победителем аукциона было признано ООО «НАВГЕОКОМ».

В связи с результатами аукциона возникает вопрос: как можно в установленные сроки выполнить полный комплекс работ за эту цену, не нарушив условия ТЗ?

Предлагаем широкой общественности обсудить ход реализации этого государственного контракта и его результаты на страницах журнала «Геопрофи».

В заключении хотелось бы отметить следующее.

1. Внедряемые технологические решения по созданию сети референчных станций регионального и государственного масштабов должны учитывать перспективные возможности дальнейшей модернизации сети без замены ее аппаратной части.

2. Государственное законодательство достаточно ясно дает приоритет применению на территории РФ системы ГЛОНАСС и сервисам, с ней связанным.

3. Только комплексное применение сетей референчных станций в интересах различных потребителей на земле, на воде и в воздухе способно сделать их высокоэффективным инструментом хозяйственной деятельности.

4. Принятие решения о создании в регионе того или иного варианта сети референчных станций должно носить взвешенный характер.

ЗАО «ПРИН» — официальный дистрибьютор компании Trimble в России, выражает готовность оказывать содействие частным, государственным и коммерческим структурам по всем вопросам, связанным с внедрением сетей референчных станций различных масштабов на любых территориях.

#### ▼ Список литературы

1. Указ Президента РФ от 17 мая 2007 г. № 638 «Об использовании глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации».

2. Концепция развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 17.12.2010 г. № 2378-р.

#### RESUME

There is given an estimation of the modern legal and technological support for creation and operation of the reference stations networks. It is noted that the decision-making psychology to create such networks at the regional level, apart from technological capabilities of specific hardware and software, prospects for its modernization and value is influenced by other factors. The author suggests discussing the both implementation process and results of open auctions in this direction in the magazine.