

# ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

Е.В. Журавлева (НПП «НАВГЕОКОМ»)

В 2007 г. окончила магистратуру геодезического факультета МИИГАиК. С 2005 г. — ассистент кафедры высшей геодезии МИИГАиК. С 2007 г. по настоящее время — ведущий инженер по технологии постоянно действующих базовых станций инженерно-технологического отдела ЗАО НПП «НАВГЕОКОМ».

Технологии спутниковых измерений находят все большее распространение на территории Российской Федерации. В зависимости от решаемых задач пользователи спутниковых приемников применяют либо автономное, либо относительное определение пространственных координат. В первом случае предельная точность определения координат точек составляет 5–15 м, а во втором — пространственное положение одной точки земной поверхности относительно другой может вычисляться с точностью до нескольких миллиметров.

В практике геодезических измерений, в подавляющем большинстве случаев, используется относительное определение пространственных координат. Данная технология подразумевает применение двух спутниковых приемников. Один из них выполняет роль базовой станции и устанавли-

вается в месте, удобном для спутниковых наблюдений, а другой — является подвижным и последовательно перемещается по точкам, координаты которых требуется определить. Предельные расстояния между подвижным приемником и базовой станцией зависят от требуемой точности определения координат неизвестной точки, методики наблюдений, класса точности оборудования, внешних условий наблюдений. Если работы проводятся в режиме статических измерений, при благоприятных условиях подвижный приемник может находиться от базовой станции на расстоянии до 100 км и более. При работе в режиме RTK (кинематика в режиме реального времени) и при наличии специализированного программного обеспечения на базовой станции обеспечивается передача дифференциальных поправок по GSM или GPRS-каналам связи с базовой станцией на подвижный приемник, находящийся на расстоянии до 50 км от нее [1]. Это расстояние может быть увеличено до 100 км и более при использовании в качестве подвижного приемника ГНСС класса ГИС.

▼ **Использование постоянно действующих базовых станций в мировой практике**

Постоянно действующая базовая станция представляет собой спутниковый приемник, антенна которого жестко закреплена на здании или железобетонном пилоне. При этом, приемник измеряет пространственные координаты центра антенны в непрерывном режиме. Несколько одновременно работающих базовых станций, непрерывно определяющих свое пространственное положение относительно друг друга, образуют сеть постоянно действующих базовых станций. Такая сеть является наилучшим хранителем координатной основы, которой являются центры спутниковых антенн, поскольку имеется возможность непрерывно проверять неизменность их взаимного пространственного положения.

В мировой практике имеются примеры создания государственных, ведомственных и частных сетей базовых станций. Наряду с ними существуют сети, сформированные в результате сотрудничества различных научно-исследовательских организаций для решения образовательных, научных и прикладных задач. Такой глобальной сетью постоянно действующих базовых станций является сеть IGS Международной службы ГНСС (рис. 1). В насто-



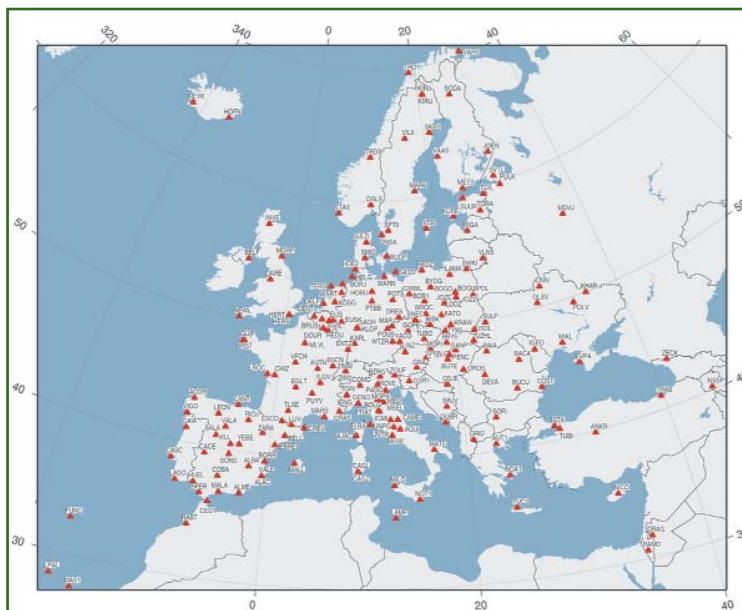
Рис. 1

Сеть постоянно действующих базовых станций международной службы IGS

ящий момент она состоит из 362 станций, принадлежащих, по большей части, научно-исследовательским учреждениям (<http://igscb.jpl.nasa.gov>). Измерения на станциях этой сети используются для определения общей земной системы отсчета (ITRF), мониторинга движения литосферных плит, изучения вращения Земли и многих других задач. Помимо передачи в открытый доступ данных об измерениях на базовых станциях сети и их координат на определенную эпоху, служба IGS публикует информацию о точных эфемеридах спутников GPS и ГЛОНАСС, определенных по результатам обработки измерений станций сети, движении полюсов и т. д.

Существует также европейская сеть постоянно действующих базовых станций EPN (EUREF Permanent Network), статус которой приравнен к статусу сети IGS. Многие станции сети EPN являются одновременно и станциями сети IGS. Однако измерения, выполняемые на 200 постоянно действующих станциях этой сети (рис. 2) на территории Европы, направлены на реализацию и уточнение Европейской референционной системы координат (EUREF), предназначенной для решения научных и производственных задач на территории Европейского Союза ([www.epncb.oma.be](http://www.epncb.oma.be)).

Государственная координатная основа США закреплена сетью постоянно действующих базовых станций CORS (Continuously Operating Reference Stations). Сеть включает порядка 1274 станций, обслуживаемых Национальной геодезической службой США (NGS), и около 200 станций, поддерживаемых другими государственными и негосударственными организациями. Данные измерений на постоянно



**Рис. 2**  
Сеть постоянно действующих базовых станций EPN

но действующих станциях сети CORS доступны в сети Интернет. Для каждой станции публикуются координаты в общей земной системе отсчета ITRF и в референционной системе отсчета, принятой в США NAD-83 ([www.ngs.noaa.gov/CORS/cors-data.html](http://www.ngs.noaa.gov/CORS/cors-data.html)).

В Японии из 130 тыс. геодезических пунктов, реализующих государственную систему отсчета, более тысячи являются постоянно действующими базовыми станциями ([www.gsi.go.jp/ENGLISH](http://www.gsi.go.jp/ENGLISH)).

В России принята новая система построения государственной геодезической сети, согласно которой часть пунктов ФАГС (Фундаментальной астрономо-геодезической сети) являются постоянно действующими базовыми станциями [2]. В настоящее время государственная геодезическая сеть находится в стадии построения.

Кроме того, в РФ активно создаются и эксплуатируются как отдельные постоянно действующие базовые станции, так и сети таких станций. Имеются постоянно действующие базовые

станции, включенные в международную сеть IGS, доступ к данным которых открыт. Существуют ведомственные и корпоративные, региональные и локальные сети постоянно действующих базовых станций, создаваемые для геодезического обеспечения специальных проектов. Эти сети, как правило, являются закрытыми для широкого доступа.

#### ▼ Создание постоянно действующих базовых станций НПП «НАВГЕОКОМ»

С 2001 г. ЗАО НПП «НАВГЕОКОМ» осуществляет реализацию проекта по созданию постоянно действующих базовых станций на территории РФ. Первая постоянно действующая базовая станция GPS с удаленным доступом к ее данным через сеть Интернет была создана компанией НАВГЕОКОМ в феврале 2001 г. совместно со Службой точного времени Государственного астрономического института им. Штенберга (ГАИШ) и геологическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова. В настоящее время установлено 29 постоянно



Рис. 3

Постоянно действующие базовые станции НПП «НАВГЕОКОМ» на территории РФ

янно действующих базовых станций в 26 городах РФ, имеющих возможность передачи поправок в режиме RTK по каналу GPRS (рис. 3). В мае 2008 г. постоянно действующая базовая станция «Навгеоком-Пулково» (Санкт-Петербург) была включена в Европейскую сеть EPN.

Целью проекта постоянно действующих базовых станций компании НАВГЕОКОМ является

предоставление пользователям возможности определения пространственных координат в режиме реального времени и выполнения дополнительного контроля полевых измерений. Принцип «открытого доступа» позволяет получать данные с базовых станций всем желающим. В настоящее время данные, собираемые на постоянно действующих базовых станциях компании НАВГЕОКОМ, используются при выполнении геодезических, кадастровых и других видов работ, а также при проведении научных исследований и экспериментов. Проект распространяется на всю территорию РФ, а в некоторых регионах постоянно действующие базовые станции расположены настолько близко друг к другу, что при обработке результатов полевых измерений имеется возможность использовать данные более, чем от одной базовой станции. Например, в Москве в настоящее время работают две постоянно действующие базовые станции: одна — на базе двухчастотного GPS-приемника (ГАИШ), другая — на базе приемника ГЛОНАСС/GPS (НАВГЕОКОМ) (рис. 4). Соответственно, при обработке данных, измерен-

ных даже одним приемником, результаты можно контролировать по замыканию полигонов, что повышает надежность выполненных работ.

В Дальневосточном регионе базовые станции компании НАВГЕОКОМ в городах Партизанске, Находке и Владивостоке образовали сеть в виде треугольника со сторонами 40, 80 и 90 км. Таким образом, существует возможность полноценной работы в режиме статики внутри получившегося полигона без использования данных дополнительных станций.

В будущем НПП «НАВГЕОКОМ» планирует разместить базовые станции во всех субъектах Российской Федерации. Это позволит организациям, использующим спутниковое оборудование, оценить технологию работ с помощью постоянно действующих базовых станций, интегрировать ее в производство, повысив, тем самым, эффективность и качество проводимых полевых геодезических работ.

#### ▼ Список литературы

1. Воробьев К.А. Спутниковые ГНСС-измерения в режиме реального времени — GSM RTK // Геопрофи. — 2008. — № 2. — С. 47–49.
2. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации. ГКИНП (ГНТА) 01-006-03. — М.: ЦНИИ-ГАИК, 2004.



Рис. 4

Постоянно действующие базовые станции в Москве: НАВГЕОКОМ и ГАИШ

#### RESUME

World experience of adapting permanent base stations as well as the based on them control networks is introduced. Advantages of conducting field geodetic measurements in the RTK mode are highlighted. The Navgeocom project (launched in 2001) on developing permanent base stations with «an open access» over the territory of Russia is described.