

ТЕХНОЛОГИИ ГНСС ПОЗВОЛЯЮТ ЛЮДЯМ ЗНАТЬ ВСЕ ТОЧНО

Джоел ван Крейненброк (Joel van Cranenbroeck) (Leica Geosystems, Швейцария)

В 1981 г. окончил Брюссельский технический институт (Бельгия). С 1979 г. работал в Администрации кадастра Бельгии, с 1983 г. — в департаменте геодезии Бельгийского национального географического института, с 1989 г. — в компании STAR Informatic (Бельгия), с 1993 г. — в компании Van Hopplynus Instruments SA (представительство компании Leica Geosystems в Бельгии). С 2001 г. по настоящее время работает в головном офисе компании Leica Geosystems директором департамента по развитию бизнеса сетей ГНСС и систем мониторинга. Корпоративный член Международной федерации геодезистов (FIG).



Главным достижением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) является возможность определять пространственные координаты в любой точке Земли в единой системе геоцентрических координат в заданный момент времени с высокой точностью. Существующие в настоящее время ГНСС (GNSS): GPS (NAVSTAR) (США) и ГЛОНАСС (Россия) первоначально создавались для военных целей. В их разработку был вложен труд ученых различных университетов, научных и производственных организаций. В 1983 г. Правительство США предоставило возможность гражданским пользователям бесплатно определять собственное пространственное положение с помощью спутниковых приемников GPS в автономном режиме, ограничив точность определения пространственных координат до 50–100 м. В 2000 г. после снятия ограничений на сигналы GPS Президентом США у гражданских пользователей по-

явилась возможность определять координаты в автономном режиме с точностью 5–10 м. Такая точность была достаточной для навигации морских судов, проведения геодезических съемок, создания и обновления мелкомасштабных карт, привязки геологических и геофизических выработок и других работ.

При выполнении ряда прикладных задач требуется более высокая точность, поэтому исследования в этой области продолжались, и разрабатывались новые технологические решения. Рассмотрим этапы развития технологии ГНСС.

Первым успехом в повышении точности измерений было появление статического метода дифференциальных измерений (DGPS). Суть метода состоит в том, что антенны двух спутниковых приемников устанавливаются неподвижно над двумя точками, и одновременно выполняют измерения каждым приемником в течение определенного момента времени. В результате совместной обработки данных, полученных от обоих приемников, вычисляются приращения координат dx , dy , dz . Метод DGPS обеспечивал определение приращений координат с точностью 1–2 см при расстоянии между точками в 10–20 км.

Дальнейшее развитие DGPS способствовало разработке метода относительной кинематики. При использовании этого метода

во время измерений один спутниковый приемник (локальная базовая станция) находился на одной и той же точке (как, правило, с известными координатами), а другой — перемещался и устанавливался над снимаемыми точками. Метод относительной кинематики позволял определять приращения координат между базовой станцией и снимаемой точкой, расположенными на расстоянии в 2–5 км друг от друга, с точностью до 1 см. При этом на одно измерение затрачивалось около 1 часа. Точные значения приращений координат вычислялись в камеральных условиях с помощью специализированных программ постобработки. Этот метод нашел применение при точной навигации морских, воздушных и речных судов, определении границ земельных участков и крупномасштабных топографических съемках местности.

Интеграция спутниковых технологий со средствами связи дала возможность в 1992 г. разработать метод относительной кинематики в режиме реального времени — метод RTK (рис. 1) для определения координат снимаемых точек местности в режиме реального времени. Использование радиосвязи со схемой передачи сигнала «один для многих» позволяло определять приращения координат между базовой станцией и подвижным приемником, располо-

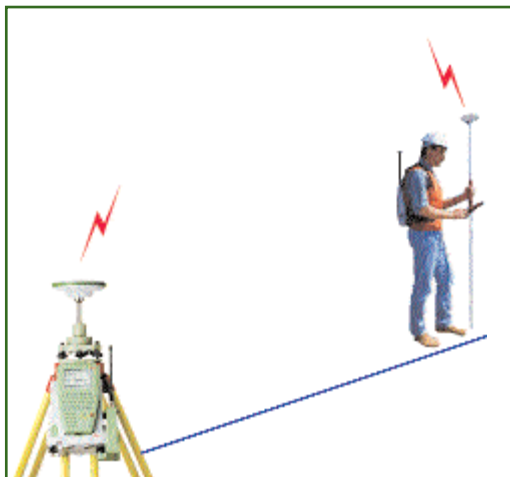


Рис. 1

Метод RTK с одной базовой станцией

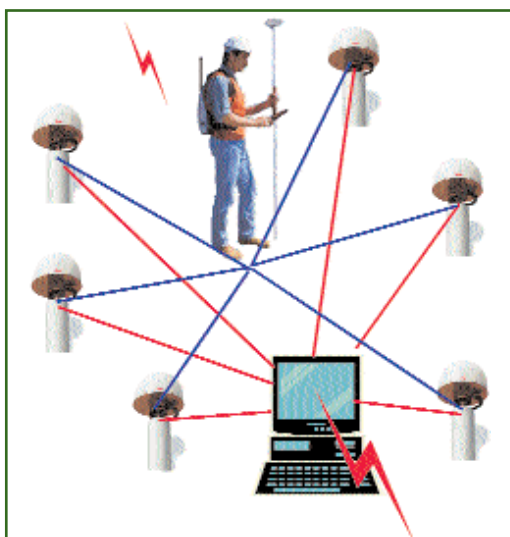


Рис. 2

Сетевой метод Network RTK

женными друг от друга на расстоянии 2–20 км, за время, равное не более 5 мин. Недостатком передачи сигнала по радиоканалу являлось то, что дальность измеряемых приращений координат зависела не только от возможностей средств связи, но и от ограничений, устанавливаемых местными органами власти на передачу данных по этим каналам. Кроме того, отсутствовала возможность администрирования процесса измерений.

В период 1995–1999 гг. активно создается инфраструктура средств сотовой связи. Использование каналов GSM при спутниковых измерениях в ме-

тоде RTK позволило реализовать схему передачи сигнала «один к одному» и увеличить расстояние от приемника до базовой станции при измерениях методом RTK до 30 км, а в методе DGPS — до 100 км. Время, необходимое для одного измерения на подвижной станции, удалось сократить до 10 с. При этом основным ограничением широкого применения метода RTK совместно с GSM-связью была достаточно высокая стоимость услуг передачи данных по каналам сотовой связи. Однако появилась возможность администрировать и контролировать измерения, выдавая разрешения на измерения за определенную плату.

Интеграция спутниковых технологий с Интернет/GPRS-коммуникациями позволила значительно сократить стоимость услуг по передаче данных, сохранив при этом все преимущества GSM-связи. Время одного измерения на подвижной станции сократилось до 1 с. Это дало возможность расширить область применения ГНСС, которые стали использоваться при выносе на местность проектов строящихся зданий и сооружений, наблюдения за их состоянием в процессе строительства и эксплуатации.

Таким образом, к 2000 г. возможность увеличения расстояния при работе с одной базовой станцией была исчерпана, и логическим продолжением стала идея создания сети базовых станций, используя для определения приращений координат подвижной станции не одну, а несколько базовых станций. Был разработан сетевой метод относительной кинематики (Network), который при использовании режима реального времени называют Network RTK (рис. 2).

В сетевом методе относительной кинематики обеспечивается необходимая точность измерений, повышается дальность и надежность за счет повторяемости заданной точности и того, что любые измерения могут

быть откорректированы. Кроме того, отсутствуют ограничения на масштабы сетей, которые могут быть региональными, национальными, международными. Возможность поддержки неограниченного числа пользователей гарантирует экономическую окупаемость создания и эксплуатационного содержания сети. Преимущества сетевого метода достигаются за счет:

- постоянного измерения сигналов GPS на базовых станциях сети;

- возможности моделирования величин систематических ошибок, вызванных состоянием ионосферы, тропосферы и орбитальных погрешностей спутников по всей области сети базовых станций;

- учета этих ошибок в данных, получаемых на подвижной станции.

В 2001 г. в компании Leica Geosystems было создано подразделение по разработке технологии мониторинга различных объектов с использованием сетевого метода, которое было предложено возглавить мне. В нашу команду вошли специалисты различных направлений. За короткий промежуток времени была разработана идеология сетевого метода ГНСС, базировавшаяся только на данных GPS. В настоящее время она включает и данные ГЛОНАСС.

Разработанная нашей группой программа реализации сетевого метода получила название Leica SPIDER Tehnology («техно-

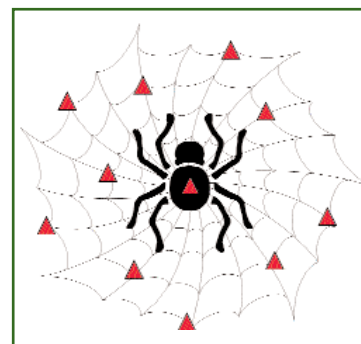


Рис. 3

Leica SPIDER Tehnology

логия паука», рис. 3). Она предполагает использование базовых станций GPS Leica и сетевого программного обеспечения GPS Leica/SpiderNet. Данная технология позволяет реализовать простую схему построения сети базовых станций различных размеров из отдельных модулей в короткие сроки, что обеспечивает гибкость предлагаемых решений (рис. 4). Разработанная технология легко интегрируется с хорошо зарекомендовавшей себя геодезической системой мониторинга Leica GeoMoS.

Первый проект, основанный на использовании сетевых решений Leica Geosystems, был реализован в Москве в 2002 г. Специалисты «Госземкадастръемка» — ВИСХАГИ, участвовавшие в этом проекте, не верили, что на выбор и размещение одной базовой станции будет достаточно одного дня. Мы доказали это, разместив семь базовых станций за семь дней.

В другом случае, в Китае в провинции Чарджоу, из запланированных 120 базовых станций ГНСС первые 11 были установлены за пять дней.

Сетевой метод относительной кинематики ГНСС в настоящее время значительно расширил области применения спутниковых технологий и используется не только для кадастровых, геодезических и геофизических работ, наблюдения за деформациями строящихся и эксплуатируемых зданий и сооружений повышенной этажности и большой протяженности, за смещениями земной поверхности в районах выработки шахт, оползней, карстовых явлений, исследования движений тектонических платформ, но и для управления строительными машинами и механизмами, точной наземной и воздушной навигации, для предсказаний землетрясений, цунами, наводнений, а в будущем и погоды.

Особую роль сети базовых станций ГНСС играют для районов, подверженных стихийным

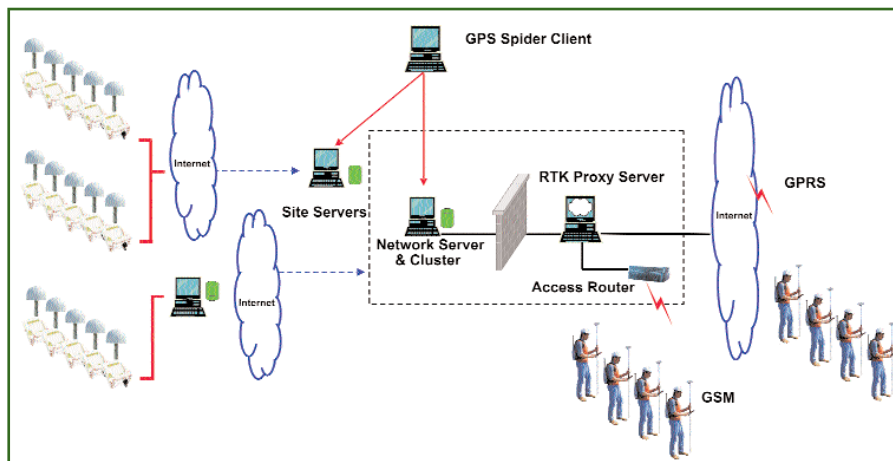


Рис. 4

Пример функционирования сети базовых станций на основе технологии Leica SPIDER

бедствиям. В этих районах целесообразно создавать сети с большей плотностью расположения базовых станций. Так, например, в Лос-Анджелесе (штат Калифорния, США) была создана сеть из 250 станций ГНСС, а в Японии — из 1200 станций.

Картографическая основа всегда создавалась для решения задач управления. В настоящее время ей на смену приходят цифровые модели, основанные на ГИС, содержащих многоуровневую информацию. Базовым уровнем этих систем являются геодезические координаты, определять которые позволяют ГНСС. Они служат основой для создания цифровых моделей городов, стран, всего Земного шара. Еще в 1992 г. Президент США Б. Клинтон высказал идею создания «цифрового мира». В Китае планируют создать проект «цифровой Китай», а в Корею запущен проект на правительственном уровне: «город будущего» — UBIGUITOUS CITIES. Он включает и «цифровой город», и средства связи, и многое другое.

Любые технологии должны помогать людям и быть направлены на решение их нужд. Когда мы рассказываем о создании сетей, основанных на технологиях ГНСС и интегрированных со средствами телекоммуникаций, часто задают вопрос: а зачем

эта сеть нужна жителям города? И мы отвечаем: для того, чтобы можно было быстрее и качественнее общаться, получать надежные результаты, успешно вести бизнес, чувствовать себя безопаснее. Именно на это направлены технологии UBIGUITOUS CITIES — города для людей. Очень важно, что в этом проекте используются достижения в области картографии, геодезии, телекоммуникаций, ГНСС, которые будут дополнены новой технологией, позволяющей определять местоположение людей в недоступном для сигналов ГНСС пространстве, что увеличит возможность поиска человека, терпящего бедствие, в любой точке Земного шара.

Каждый человек хочет знать все точно — это его натура.

RESUME

The various methods are resulted, allowed to raise accuracy and to reduce time of definition of spatial coordinates with use of global navigating satellite systems (GNSS). Examples of realization of projects worldwide, based on network decision Leica Geosystems — Leica SPIDER Tehnology are resulted. It is marked, that any technologies even such as GNSS, created originally for the military purposes, should help people and to be directed first of all on the decision of their needs.