

# STRATUS — УНИВЕРСАЛЬНАЯ СПУТНИКОВАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

**И.Е. Стариков** («Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 1992 г. окончил Новочеркасский политехнический институт по специальности «горный инженер-маркшейдер». С 1992 г. по 2003 г. работал участковым маркшейдером, маркшейдером 1-й категории, ведущим маркшейдером, главным маркшейдером в ОАО «Карельский окатыш». С 2003 г. по настоящее время — ведущий инженер ЗАО «Геодезические приборы».

**Е.И. Колпаков** (Объединение разрезов Сиргала, Вивиконд и Нарва, г. Иыхви)

В 1968 г. окончил отделение «топография» Саратовского геологоразведочного техникума. После окончания техникума работал в Экспедиции 304 СМТ (Воркута), Шахтостроительном управлении (Воркута), на разрезе Сиргала ПО «Эстонсланец» (г. Иыхви), с 1986 г. — на объединенных разрезах Сиргала и Вивиконд (г. Иыхви). С 2000 г. по настоящее время — главный маркшейдер объединенных разрезов Сиргала, Вивиконд и Нарва.

В настоящее время одночастотные спутниковые геодезические приемники Stratus (Sokkia, Япония) нашли широкое применение во многих областях геодезической деятельности: их приобретают горнодобывающие, строительные, земельно-кадастровые и изыскательские организации, а также учебные заведения.

Приемник GPS Stratus прошел сертификацию в Госстандарте РФ и рекомендован для выполнения геодезических работ.

По сравнению с традиционными геодезическими приемниками Stratus выглядит миниатюрным, его вес с установленными аккумуляторами составляет менее 1 кг (рис. 1). Конструктивно все модули приемника объединены в одном корпусе. Приемник может эксплуатироваться при температуре воздуха от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ . Для использования приемника при более низких температурах требуется дооснастить его внешним питанием. Герметичный корпус обеспечивает работу прибора в условиях запыленности и при атмосферных осадках. Небольшой вес приемника позволяет

использовать облегченные штативы, что существенно при работе в полевых условиях. Для измерения высоты антенны приемника имеется специальное кольцо-адаптер и измерительная рулетка длиной до 3,7 м. При этом метка кольца, от которой измеряется наклонная высота, находится точно на уровне фазового центра, что удобно при дальнейших расчетах. Приемник не боится тряски, ударов и падений. Его корпус изготовлен из прочного пластика, что обеспечивает работоспособность прибора даже при падении на бетон с высоты 2 м.

Управление прибором при

измерениях осуществляется одной кнопкой. Набор световых индикаторов и звукового сопровождения позволяет следить за работой приемника и полностью контролировать процесс измерений. Пятиуровневый световой индикатор питания дает возможность точно рассчитать оставшееся время работы аккумуляторов. Так как в приемнике устанавливаются две не зависящие друг от друга батареи, то при разряде одной из них, ее можно заменить на запасную, не выключая приемник. При полном заряде двух аккумуляторов приемник способен проработать до 30 ч без выключения. Внутреннее программное обеспечение учитывает не только время измерения, но и количество наблюдаемых спутников и геометрию связи. Последовательно включающиеся индикаторы сигнализируют, что данных достаточно для вычисления линий длиной 2, 5, 10, 15, 20 км. Разобраться в системе мигающих и горящих индикаторов помогает набор ламинированных карточек — «шпаргалок», входящих в комплект приемника, на которых в



**Рис. 1**  
Общий вид геодезического приемника GPS Stratus

виде картинок и цифр поясняется сигнализация каждого индикатора. Кроме наблюдений в статическом режиме оборудование Stratus позволяет выполнять измерения в кинематическом режиме «Stop-and-Go».

В программном обеспечении, поставляемом с приемником Stratus, имеется программа для установки на полевой контроллер, в качестве которого может быть использован бытовой КПК с операционной системой Windows CE или защищенный КПК Recon C200 (TDS, США). Подключить контроллер к приемнику можно через ИК-порт или через штатный кабель Lemo-RS232, входящий в комплект оборудования Stratus.

Во время работы запись данных, принятых со спутников, осуществляется во внутреннюю память приемника емкостью 4 Мбайт. Если сбор данных проводить с рекомендуемым интервалом 5 с, то в среднем, при восьми наблюдаемых спутниках, емкости памяти хватает на 30 ч, как и ресурса внутреннего источника питания. Такой баланс удобен для учета состояния аккумуляторов и емкости памяти. При необходимости данные, записанные в приемнике, можно передать в контроллер, используя его как дополнительный архиватор данных.

Производители одночастотных спутниковых приемников регламентируют измеряемое расстояние до 20 км. Однако, как показывает практика, такое оборудование позволяет выполнять измерения линий гораздо большей длины. Это относится и к спутниковому приемнику GPS Stratus. Экспериментальные исследования, проведенные авторами статьи, позволили с помощью этого приемника точно определить расстояние свыше 37 км. При этом наблюдения проводились под металлической трехгранной пирамидой высотой 5 м и при час-

точно закрытой хвойной растительностью южной стороны неба. Измерения выполнялись в течение 40 мин. Для контроля эту сторону увязали в треугольник, проведя дополнительные наблюдения двухчастотным оборудованием Trimble 5700. Сходимость в треугольнике при обработке получилась около 2,5 см.

Для обработки данных в комплекте оборудования предусмотрен программный пакет Sokkia Rev9, который включает программы Planning и Spectrum Survey. Программа Planning предназначена для планирования сессий наблюдений и позволяет настраивать приемник, осуществлять передачу данных, конвертировать файлы в Rinex-формат.

Программа Spectrum Survey обеспечивает обработку измеренных векторов и уравнивание геодезических сетей (рис. 2). Программа русифицирована и имеет логически понятный интерфейс. Она достаточно проста в освоении и вместе с тем содержит все необходимые процедуры для строгой математической обработки данных. Кроме файлов наблюдений, полученных с помощью приемника Stratus, программа позволяет обрабатывать Rinex-файлы любых производителей и «сырые» данные спутниковых наблюдений в форматах: Trimble, Ashtech, NovAtel и др. Программа по умолчанию настроена на обработку стандартных одночастотных наблюдений со сторонами векторов до 20 км. В этом случае пользователю достаточно нажать определенную последовательность клавиш, чтобы посчитать вектора, уравнивать сеть и вывести результаты. Если работы ведутся нестандартными методами и в жестких условиях наблюдений, то программа позволяет опытным специалистам в области GPS-измерений настроить интерфейс прибора

«под себя»: определить собственную последовательность обработки, просмотра результатов, анализа и оформления выходных данных. В обработке векторов имеется возможность использовать точные эфемериды, модели геоидов, устанавливать различные параметры обработки как для всех векторов вместе, так и для каждого в отдельности. Можно маневрировать

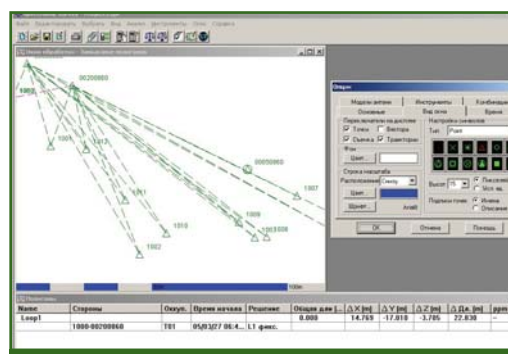


Рис. 2  
Программа Spectrum Survey

общим временем наблюдений, устанавливать маску отсеки. Для отдельного вектора предусматривается настройка по маске, времени и спутникам, причем каждый спутник для данного вектора может иметь индивидуальные настройки. Если обработка ведется с максимальной достоверностью и точностью, пользователь может вводить параметры атмосферного влияния как общие для всего проекта, так и отдельно по каждому вектору. В процессе обработки всегда можно просмотреть графики спутников по каждому решению, проконтролировать внутреннюю сходимость сети по выбранным полигонам, проанализировать ситуацию и внести корректировку, сохранить историю вариантов. При уравнивании сети также имеется возможность производить разнообразные настройки, не нарушая математической строгости уравнивания. Следует отметить удобный и понятный программ-

ный модуль настройки систем координат. Используя его, пользователь может либо выбрать необходимую систему координат из огромного списка, либо создать собственную по известным параметрам, либо смоделировать по исходным и полученным в результате наблюдений координатам.

Одной из областей практического применения приемника GPS Stratus стали геодезические работы, выполняемые на открытых горных разработках. Для определения объемов добываемой горной массы требуется периодическая точная и детальная съемка, которая основывается на опорной маркшейдерской сети карьера. Именно создание и реконструкция опорных и съемочных сетей составляет основную часть трудозатрат в геодезическом обеспечении на горнодобывающих предприятиях. На производственном объединении «Эстонсланец» комплект спутникового оборудования Stratus используется для различных геодезических работ (рис. 3). На площади горного отвода 163 км<sup>2</sup> с помощью этого оборудования ежедневно ведутся работы по созданию съемочного обоснования, детальной съемки производственных и строительных объектов, определению и выносу границ и контуров горных выработок. С применением одночастотных спутниковых приемников GPS Stratus на карьерах повысились качество и надежность маркшейдерских работ, а производительность геодезических съемок увеличилась в несколько раз. Учитывая это, отпадают сомнения в эффективности использования данного оборудования на открытых горных выработках.

Приемник разработан с учетом последних достижений GPS-технологий, что позволяет с помощью его принимать сигналы со спутников даже при небе, закрытом более чем на 50%. Опыт-



**Рис. 3**

*Создание съемочного обоснования на карьере ПО «Эстонсланец»*

ные измерения, проведенные с помощью приемника Status, в условиях городской застройки после корректной обработке результатов наблюдений, дали положительные результаты. Это дает основание рекомендовать его для построения геодезических и межевых сетей на городских территориях.

Следует отметить, что строительные организации все чаще стали использовать спутниковые приемники для геодезического обеспечения строительно-монтажных работ. Особенно эффективно их применение при возведении крупномасштабных и протяженных объектов, где требуется точная стыковка и увязка в одной строительной системе координат отдельных строящихся блоков, находящихся на значительном расстоянии друг от друга в условиях отсутствия прямой видимости между ними. Учитывая малые габариты, простоту измерений, высокую надежность работы и невысокую стоимость, одночастотные приемники Stratus приобретены рядом строительных организаций.

Те же качества приемников Stratus ценятся и в учебных заведениях. Студенты легко осваивают не только процесс полевых измерений, но и программное обеспечение системы. Ее

русифицированный интерфейс упрощает учебный процесс и помогает студентам быстрее разобраться в тонкостях спутниковых измерений.

Среди организаций, активно использующих данное оборудование, можно отметить ПО «Эстонсланец», Санкт-Петербургский техникум геодезии и картографии, ООО «Вектор», ООО «Землевед», ПК «Универсал», ГУП «Ленводхоз» и др.

Приведенные примеры использования GPS-оборудования Stratus в различных областях и его стоимость, сопоставимая со стоимостью электронных тахеометров, позволяют сделать вывод, что это оборудование в ближайшем времени будет широко использоваться в различных организациях, выполняющих геодезические работы.

#### **RESUME**

Construction features of the single frequency geodetic satellite receiver Stratus are considered together with the options of the Sokkia Rev9 software delivered with this receiver. The main advantages of the Stratus satellite system are marked including low weight, small dimensions, reliability in operation, a user-friendly russified interface and low cost. Application examples and possible fields of application are given as well.