

# TRACY — ПРОГРАММА ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ JAVAD GNSS

## А.Н. Майоров (ЦНИИГАиК)

В 1982 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работал в полевых подразделениях аэрогеодезических предприятий ГУГК СССР. В 1993 г. окончил аспирантуру ЦНИИГАиК. В настоящее время — старший научный сотрудник геодезического отдела ЦНИИГАиК. Кандидат технических наук.

## Ю.Г. Ноянов (JAVAD GNSS)

В 1996 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «исследование природных ресурсов», в 2001 г. — аспирантуру МИИГАиК. В настоящее время — руководитель разработки полевого ПО компании JAVAD GNSS. Кандидат технических наук.

## А.Ю. Жиганов (JAVAD GNSS)

В 1999 г. окончил Московский авиационный институт по специальности «проектирование больших авиационных и ракетно-космических комплексов». В настоящее время — инженер-программист по разработке полевого ПО компании JAVAD GNSS.

В июне 2008 г. на конференции пользователей компания JAVAD GNSS представила свои новые разработки — серию приемников TRIUMPH-1, TRIUMPH-4, ALPHA, DELTA и SIGMA, офисное ПО JUSTIN и GIODIS, а также контролер VICTOR для работы в полевых условиях и управляющее ПО для него TRACY. Об одной из этих разработок — программе TRACY и пойдет речь в данной статье.

Программа TRACY предназначена для управления оборудованием ГНСС и выполнения полевых геодезических работ, причем как для сбора данных с последующей постобработкой, так и для работ в режиме реального времени (режиме RTK) при съемке объектов и выносе точек на местность. В режиме RTK поправки могут быть получены по радиоканалам с помощью радиомодема (UHF), GSM-модема или из Ntrip-сервера через GPRS/EDGE-модемы. Все это достигается благодаря встроенному оборудованию приемников ГНСС TRIUMPH, ALPHA и SIGMA.

Программа TRACY устанавливается на контролере VICTOR

под управлением операционной системы Windows Mobile 6.0 (рис. 1). Контроллер отвечает стандартам работы в полевых условиях с повышенной влажностью и вибрациями, в достаточно широком диапазоне температуры окружающей среды: от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Он обладает существенными возможностями для обработки

данных и большим объемом памяти.

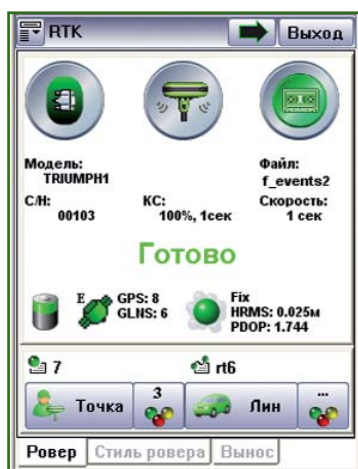
Оригинальный пользовательский интерфейс программы TRACY не повторяет ни одно программное обеспечение других фирм, предназначенное для сбора и обработки результатов полевых измерений. В ней отсутствует классическое меню, а все окна программы объединены в закладки. При освоении программы это требует определенного навыка и привычки. Однако, затем, можно оценить удобство перехода из одного окна в другое с помощью одного-двух нажатий иконок и возвращения обратно единственным нажатием. Например, если во время съемки объекта требуется присвоить ему атрибутивную информацию, отсутствующую в словаре данных, то достаточно нажать на иконку данных и перейти в окно кодов и атрибутов, где можно создать требуемые поля. Вернуться назад к процессу съемки можно одним нажатием на соответствующую иконку. В списке атрибутов, доступных для съемки, уже будет находиться



Рис. 1  
Контроллер VICTOR

ция. Точно так же можно в любой момент измерений переключиться в окно информации, посмотреть, как идет прием дифференциальных RTK-поправок, как расположены спутники, и, одним нажатием, вернуться в меню без долгих блужданий. Информация о состоянии оборудования всегда отображается в нижней части приложения, в панели статусов, с каким бы окном не велась работа. Когда все идет хорошо, эта информация кодируется зеленым цветом. Если же что-то не в порядке, то красные и желтые значки вместе со звуковыми сигналами немедленно привлекут внимание пользователя.

Для начального ознакомления с TRACY или для проведения простых операций в программе предусмотрен облегченный режим (первоначально программа и запускается в нем). В этом режиме управление оборудованием выполняется всего тремя кнопками, расположенными на одном экране (рис. 2). Однако, при кажущейся простоте, в нем можно выполнять практически все операции, необходимость в которых возникает при съемке, — управлять записью в файл «сырых» измерений в режиме статики и в режиме «стой-иди», запускать базовые станции и подвижные приемники и прово-



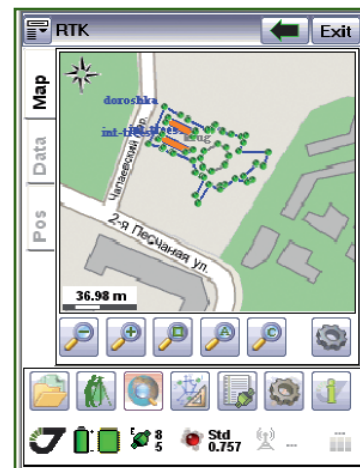
**Рис. 2**  
Облегченный режим работы  
в программе TRACY

дить съемку точек и траекторий при работе в режиме RTK, а также осуществлять вынос точек на местность. Не покидая этот экран, можно получить отчет по результатам работы.

Программа состоит из основного модуля RTK (рис. 3) и двух дополнительных: PPK (Post Processing Kinematic) и CDU (Control Device Unit). Практически все работы выполняются в основном модуле. Однако, если нужны расширенные возможности для сбора данных, такие как управление сеансами наблюдения, запись измерений в контроллер и т. п., то используется модуль PPK.

Модуль CDU применяется для расширенной настройки приемников, поиска и устранения неисправностей, а также реализации специальных задач. Он включает низкоуровневые настройки, такие как обновление внутреннего программного обеспечения приемника и файлов опций, терминал для подачи команд, управление питанием, настройка встроенных модемов и т. д.

Функции модуля RTK типичны для программного обеспечения, предназначенного для полевых работ. Все данные, относящиеся к какой-либо работе, сохраняются в отдельном файле: опорные (контрольные) точки, точки для выноса, измеренные точки, атрибутивная информация и т. п. При запуске программа автоматически открывает последнюю работу. Далее в нее импортируются или вводятся точки для выноса и опорные точки. Опорные точки могут браться из каталогов, независимых от файлов работ. Импорт может осуществляться из множества форматов САПР и ГИС или настраиваемого текстового формата пользователя. Координаты точки сохраняются в той системе координат, в которой они были введены, а при показе пересчитываются «на лету» в выбранную систему координат



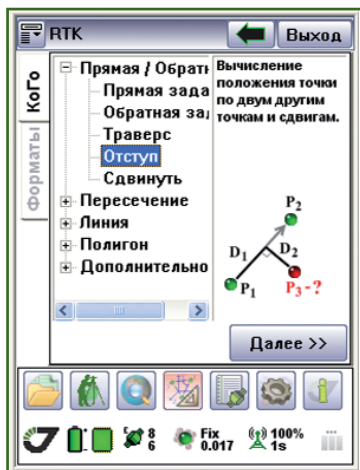
**Рис. 3**  
Модуль RTK программы  
TRACY

данного района работ — текущую рабочую систему координат. В этой системе показываются координаты всех измеренных точек. Кроме системы плановых координат, в текущую рабочую систему входят система высот и модель высот геоида для пересчета эллипсоидальных и ортометрических высот. Можно использовать одну из существующих в библиотеке TRACY глобальных моделей высот геоида или одну из национальных моделей высот геоида. Также имеется возможность подготовки пользовательской модели высот геоида, а затем применения ее в TRACY при помощи TRACYTOOLS-GEOIDS.

Внутри файла-работы можно создавать пользовательские библиотеки кодов и атрибутов и затем использовать их при съемке и сборе данных.

Для выноса на местность можно подготовить точки, используя встроенные функции координатной геометрии (CoGo) — рис. 4.

После подготовки исходных данных TRACY позволяет настраивать оборудование при помощи стилей настройки оборудования. Создав стиль один раз, можно сразу настроить с его помощью весь процесс съемки. Стилль включает настройки как базового, так и подвижного



**Рис. 4**  
Использование функций координатной геометрии

приемников. Его создание и редактирование осуществляется с помощью окошек-мастеров, в каждом из которых настраивается один из параметров оборудования. При установке TRACY задается несколько predefined стилей. Далее можно создать сколько угодно стилей съемки и выбирать нужные, в зависимости от условий работы и решаемых задач.

Для работы в режиме реального времени используется встроенный или внешний UHF-модем, передаются поправки звонком GSM-GSM с помощью встроенного GSM-модема или возможностей встроенного GPRS/EDGE-модема для подключения к Ntrip-серверам, либо применяется приемник со статическим IP-адресом как сервер RCV.

При съемке можно использовать промеры. Поддерживается несколько видов промеров — вдоль линии (рис. 5), перпендикуляр, замыкание четырехугольника, промер двумя расстояниями и обычный промер вдоль и поперек заданного отрезка (рис. 6). Можно также выносить на местность набор точек или линию (рис. 7).

Затем результат работы экспортируется в любой выбранный формат или создается отчет обо всей работе.

Неожиданным по масштабу оказался объем пожеланий пользователей о поддержке систем координат и высот. Впрочем, работа в системах координат, необходимых пользователю, — это основное назначение любой геодезической программы. При проектировании в программу TRACY был заложен механизм преобразования плановых координат и высот, который не повторяет решения других фирм-разработчиков. Обычно все системы координат жестко связываются с системой WGS-84, причем каждая из них связывается с WGS-84 только одним набором



**Рис. 5**  
Пример вдоль линии

параметров. Соответственно, переход из одной системы координат в другую всегда выполняется через WGS-84. В реальной жизни все гораздо сложнее. Например, значения параметров перехода из какой-либо референционной системы координат в WGS-84 в различных районах могут существенно отличаться друг от друга. Или существует необходимость использовать прямой переход из одной системы координат в другую, минуя WGS-84. Поэтому в TRACY при описании систем координат и систем высот параметры перехода в WGS-84 не включены в число необходимых

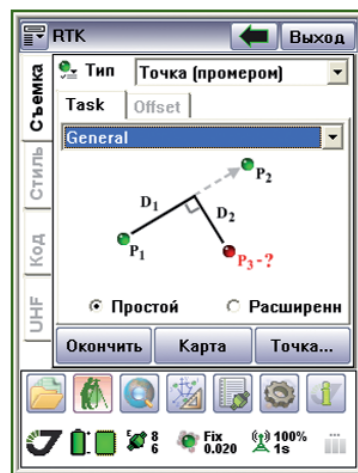
параметров. Каждой системе координат или высот присваивается лишь название. При необходимости задаются параметры эллипсоида и проекции. Но параметры связи с WGS-84 задавать не требуется до тех пор, пока в них не возникает необходимость.

В программе TRACY системы координат могут быть связаны между собой параметрами различных типов:

- 7-ми параметрическим пространственным ортогональным преобразованием координат;
- ортогональным преобразованием плоских прямоугольных координат;
- преобразованием высот;
- преобразованием координат и высот, заданных в виде цифровых моделей поправок.

При этом количество наборов параметров связи между двумя любыми системами координат не ограничено. Пользователь может использовать либо одну из более 3000 готовых систем координат с уже введенными параметрами преобразований, либо применить собственную систему координат и определить параметры локализации по идентичным точкам.

Говоря о системах координат, следует упомянуть и о такой проблеме, как обработка ГНСС-



**Рис. 6**  
Пример вдоль заданного отрезка



**Рис. 7**  
Вынос точек на местность

измерений в системах координат, полученных традиционными геодезическими методами. Не секрет, что существующие наземные опорные сети построены достаточно давно и имеют значительные погрешности, поэтому привязка к ним более точных сетей, созданных с использованием оборудования ГНСС, требует чрезвычайных усилий. Например, иногда, для решения данной проблемы необходимо на каждом небольшом участке обширной территории выполнять собственную локализацию. А затем, когда различных наборов параметров локализации наберется не один десяток, пытаться безошибочно найти и использовать нужный набор. Кроме того, если на этой территории необходимо использовать метод VRS, генерирующий для обширного пространства единое поле поправок в координаты, то проблема определения координат в нужной системе еще более усложняется. Чтобы избежать трудностей работы с многочисленными наборами параметров локализации, в математическом аппарате TRACY заложена возможность введения цифровой модели поправок. Это позволяет в любом районе работ прямо в контролере надежно вписывать ГНСС-измерения в наземную сеть.

Создание цифровых моделей поправок — это, как правило, задача государственных геодезических организаций. Но, при отсутствии нужных моделей, можно воспользоваться возможностями, которые предоставляет офисное программное приложение TRACYTOOLS. В него входят следующие программы:

— *Datums*, которая позволяет определять и редактировать пользовательские 7-ми параметрические преобразования между системами координат;

— *Geoids*, которая позволяет загрузить текстовый файл с моделью геоида и сохранить модель в виде бинарного файла для использования в TRACY;

— *Jobs*, предназначенная для создания, просмотра и редактирования результатов полевых работ TRACY на офисном ПК.

Также возможен импорт и экспорт данных, полученных в этих программах, в различные форматы.

Программа TRACY тесно интегрирована с офисным программным обеспечением GIODIS — у них предусмотрена общая библиотека систем координат и преобразований, общие форматы цифровых моделей, а также библиотека антенн. И это не удивительно, ведь результаты съемок обычно просматриваются и дорабатываются в камеральных условиях. В программе GIODIS можно как обработать файлы «сырых» измерений, полученных при помощи TRACY в режиме постобработки, так и загрузить RTK-проекты прямо из файлов полевых измерений.

Следует добавить, что программа TRACY напрямую совместима с САПР и ГИС. Она позволяет распознавать и сохранять файлы в большинстве распространенных форматов данных — SHP (ESRI), DXF/DWG (AutoCAD), DGN (Intergraph), MIF/TAB (MapInfo), TOP (CREDO) и др., а также поддерживает настраиваемый текстовый формат. Кроме

того, возможен экспорт всего проекта в текстовый файл по шаблону пользователя для отчета.

Наряду с англоязычной имеется также русскоязычная версия программы. Программа TRACY создавалась российскими инженерами, так что очевидна ее применимость к российской действительности. Список функций программы соответствует потребностям российских специалистов. Мощные решения по координатной геометрии, включающие задачи, связанные с линейной и угловой засечкой, положением ходов, разбивкой кривых, расчетом и подбором площадей и даже построением горизонталей, должны быть всегда под рукой. Измерения координат точек и траекторий, сбор атрибутивной информации, определение промеров, съемка объектов (полигонов/полилиний), вынос на местность точек и линий и т. д. также полностью реализованы в программе.

Кроме того, в программе TRACY имеются возможности настройки и управления оборудованием JAVAD GNSS.

Следует отметить, что программа TRACY продолжает развиваться. Регулярно выходят ее новые версии, оперативно учитывающие пожелания пользователей и добавляющие новые возможности в управление геодезической съемкой в полевых условиях, зачастую уникальные.

#### RESUME

There is given a detailed description of the TRACY software program developed for the GNSS equipment control field geodetic works. Its advantages compared to the similar programs of other producers are marked. There is no classic menu in this program and the equipment status data is displayed in the bottom of the status panel. This program consists of the three modules including RTK, PPK and CDU and has more than 3,000 ready for use coordinate systems.