



Системы, установленные на дамбе



## Тест комплектов GPS приемников RTK с УВЧ модемами

*Обычно RTK системы применяют в землеустройстве, гидрографической съемке, системах управления машинами. В то время, как в первом варианте все более и более переходят к передаче поправок по GSM, например, NTRIP, последние два почти полностью зависят от УВЧ радиосигналов для передачи поправок. Мы выбрали пять комплектов GPS приемников с УВЧ модемами, обычно используемых в землеустройстве и/или системах управления машинами.*

Huibert-Jan Iekkerkerk  
шеф-редактор журнала GEOinformatics  
[hlekkerkerk@geoinformatics.com](mailto:hlekkerkerk@geoinformatics.com)

сравнить результаты тестов, все они проводились в одинаковых условиях (насколько это возможно в полевых условиях). Кроме этих специальных тестов, я также выполнил больше стандартных тестов, обращая внимание на удобство в использовании. Последнее оценивалось во время полевых испытаний, и специальная съемка не выполнялась. Общее время теста для каждой системы зависело от максимального рабочего ресурса ровера и варьировалось от 6.5 часов (Leica) до 14.5 часов (Magellan). Данный обзор разделен на две части: таблица и основной текст описывают результаты тестов и сравнений, в то время как вставки отражают результаты практических тестов, включая удобство в использовании.

Тестируемые системы:

- Leica Geosystems GX1230GG Smartrover (Leica)
- Magellan Professional Z-Max (Magellan)
- Sokkia GSR2700 ISX (Sokkia)
- Topcon GR-3 (Topcon)
- Trimble R6 GNSS (Trimble)

Все системы были протестированы в комплектации, поставляемой голландскими или европейскими представителями, включающей рекомендованный контроллер и пакет программ. Все запрошенное оборудование было настроено для передачи и приема УВЧ сигнала на свободной частоте (не требующей разрешения) и мощности для производства работ в Голландии.

### Метод тестирования

Многие обзоры оборудования, я постарался охватить больше реальных технических характеристик оборудования. Однако проблема с выполнением теста была в том, что, будучи редактором, я не мог позволить себе серьезно оснащенный лабораторию. Несмотря на это, я выполнял тесты в поле и дома, используя или сами приемники, или простые приспособления, которые каждый может найти дома или на рабочей площадке. Выполненные тесты включали тесты на дальность, повторную инициализацию, тесты на вес и на объем оборудования, а также тест на точность и тест на рабочий ресурс. Для того, чтобы была возможность



Предоставленные комплекты



## Leica GX1230 GG

Исследуемая базовая станция имеет отличную от ровера структуру и использует отдельную геодезическую антенну, приемник и устройство для передачи поправок. В результате база становится очень громоздкой, хотя не очень тяжелой. Соединение между базовым приемником и антеннами выполнено с помощью одинаковых кабелей, которые легко отсоединить. Крепление антенны радиомодема на ровере и на базе может быть закреплено на приемнике таким образом, что ее можно наклонить либо вверх, либо вниз в зависимости от требований пользователя.



Ровер достаточно легкий – 1,2 кг – что компенсируется весом контроллера и устройства передачи поправок. Аккумулятор ровера относительно мал и не разрядился полностью, несмотря на эксплуатацию в течение полного рабочего дня. Благодаря различной компоновке рабочего ресурса базовой станции хватает на полный съемочный день. Для базы есть отдельный источник питания, который рассчитан на работу примерно в течение 16 часов, хотя во время тестов он не был задействован.

Bluetooth соединение между ровером и контроллером функционирует без каких-либо проблем. Т.к. база и ровер имеют каждый свой собственный контроллер, его можно закрепить на приемнике, что позволяет избежать случайного отключения.

## Magellan Z-Max

Z-max – самый старый прибор в данном тесте; он выпущен в 2003 году. Система достаточно громоздка и тяжела по сравнению с другими; хоть распределение веса хорошее, работать с ней в течение полного рабочего дня утомительно. Базовый и подвижный приемники одинаковы, отличие только в установке УВЧ антенны. В нашем тесте база имеет внешний УВЧ радиомодем с собственным источником питания. Magellan также единственная база в нашем тесте, для которой задать параметры можно без использования контроллера; все основные параметры вводятся с клавиатуры и контролируются на светодиодном дисплее приемника. УВЧ антенна, используемая ровером, установлена между приемником и геодезической антенной с помощью BNC-винтового типа крепления. Приемник имеет два съемных устройства: аккумулятор с рабочим ресурсом 14 часов и встроенный GSM/GPRS модем. В используемой нами комбинации приемник/контроллер соединение Bluetooth постоянно прерывалось, что потребовало перехода на кабельное соединение.



## Sokkia GSR2700 ISX

Это был единственный приемник в нашем тесте, который имел несъемные аккумуляторы, и их рабочего ресурса хватило на полный рабочий день. Аккумуляторы большой емкости делают приемник относительно тяжелым – 1.8 кг, что слегка осложняет его стабилизацию.

Из-за того, что во время теста Sokkia не имела двух одинаковых систем, база имела внешний радиомодем, который подключался к приемнику кабелем. Ровер был оснащен



внутренним УВЧ радиомодемом с очень маленькой антенной в нижней части приемника. Хотя компоновка приемника очень компактная без какого-либо препятствия к обзору GPS горизонта, это менее оптимальная конфигурация для приема поправок по УВЧ каналу. Это единственный приемник, имеющий два канала Bluetooth для соединения как с внешним устройством GSM/GPRS, так и с контроллером. База также оснащена встроенным GSM/GPRS модемом.

## Торсон GR-3

GR-3 – последняя модель от Торсон, имеющая ряд интересных деталей. Аккумуляторы, например, нельзя отсоединить во время работы приемника. Зарядное устройство вместе с двумя аккумуляторами можно использовать как дополнительный источник питания для приемника. Наконец, можно использовать 4 стандартные щелочные батарейки типоразмера AA в батарейном отсеке. Приемник и база идентичны и могут свободно взаимозаменяться. Приемник очень прочный и тяжелый, он весит 1.9 кг. Из-за веса его стабилизация может быть утомительна после полного рабочего дня. С другой стороны приемник сделан так прочно, что Торсон гарантирует, что он выдерживает падение с высоты двух метров.



GR-3 – единственный приемник с приемом сигналов от всех систем GNSS, включая Galileo. Хотя теоретически это является преимуществом, но во время теста наблюдался только один спутник Galileo (тестовый) и несколько спутников, передающих сигналы, отличные от обычных L1 и L2. Если в будущем произойдут изменения, GR-3 будет готов к ним и не потребует обновления оборудования.

## Trimble R6 GNSS

Тестируемый приемник R6 GNSS не сильно отличается от последней модели Trimble R8 GNSS. Основное отличие – в приеме GPS частот L2C и L5. Т.к. в настоящий момент только несколько спутников передают такие сигналы, неудобство в каждодневном использовании минимальное.

Не считая частот, модель подобна R8 и очень компактна. База и ровер идентичны, поэтому их легко взаимозаменить. УВЧ антенна расположена в нижней части приемника; и, следовательно, не закрывает горизонт GPS. Нижнее положение объясняется ухудшением УВЧ приема, что особенно заметно на больших расстояниях.

Приемник достаточно легкий – 1,3 кг. Используемый аккумулятор очень маленький и имеет небольшой рабочий ресурс. Поэтому база обычно оснащается дополнительным источником питания (не тестировался).

Контроллер TSC2 – относительно тяжелый, но выглядит очень прочным.

Сенсорный экран очень яркий и легко читаемый. Система имеет 3 слота для флеш-карт и может так же, как контроллер Торсон, напрямую соединиться с USB памятью.





Системы GPS RTK, загруженные в автомобиль

бочий день или дольше), чем самые легкие модели в нашем тесте. Наилучшие результаты в тесте вес/рабочий ресурс показали Sokkia и Topcon, вес которых на вехе был до 4 кг, и которые проработали более 10 часов на одном комплекте аккумуляторов.

## Вес базы

В большинстве публикаций приводится только вес ровера, создавая впечатление, что вес и размеры базы и других компонентов не важны. Полностью укомплектованную систему обычно перевозят на автотранспорте до рабочей площадки, но обычно несколько сотен метров ее нужно нести в руках. Поэтому мы также измерили вес и размеры других компонентов. Общий вес базы вычислялся вместе с весом стандартного штатива весом 7 кг. Система Trimble снова получилась самой легкой с весом 9.5 кг, а Magellan и Leica самыми тяжелыми с весом 11.5 кг. Вес системы Magellan не включает обязательный 13.5 кг аккумулятор, служащий источником питания для внешнего УВЧ радиомодема.

## Общий вес и размер

Также были определены общий вес и размеры транспортировочного кейса. Хотите узнать, почему геодезисты, занимающиеся GPS съемкой, всегда водят большие машины? Это не из-за их доходов, а из-за огромных размеров систем. Включая штатив, веху и другие компоненты системы, объем транспортировочных кейсов для одной системы варьируется от 45 литров (Trimble) до 92 литров (Magellan).

## Тесты на вес

В мире геодезии, где считается, что размер GPS приемника имеет значение, это не так важно для систем управления строительной техникой или для базовой станции, но особенно актуально для ровера. Геодезисты вынуждены непрерывно часами носить оборудование и удерживать его в конце дня так же стабильно, как они делали это в начале дня. Конечно, важен не только общий вес ровера, но также его распределение на вехе. Чем меньше веса на вершине вехи, тем лучше, т.к. это упрощает стабилизацию ровера. Также помогает легкий контроллер, в то время как вес вехи не имеет большого влияния на общее распределение веса. Комбинация приемник/контроллер должна быть хорошо сбалансирована. Наконец, чем меньше и легче общий комплект, тем легче его устанавливать при прохождении больших расстояний. Я взвешивал различные компоненты систем на кухонных весах с точностью до 10 г, а такие компоненты системы, как штативы и транспортировочные кейсы, которые весили достаточно много для кухонных весов, на напольных весах с точностью до 500 г. Приведенные веса включают один набор аккумуляторов приемника, поставленных производителем. Т.к. некоторые производители используют маленькие аккумуляторы, это влияет как на вес приемника, так и на максимальный рабочий ресурс.

## Вес ровера

Средний вес вехи составил - 4.2 кг. Приемник Leica при весе 1.2 кг – самый легкий в данном тесте (хотя

система Magellan с отдельной установкой антенны/приемника имела минимальный вес на вершине вехи). Однако, из-за очень большого контроллера, радио и крепления, общий вес вехи для Leica превышал вес самого легкого ровера в нашем тесте (Trimble; 3,6 кг) на 300 г.

Самый тяжелый приемник в нашем тесте был Magellan с общим весом вехи в 5,7 кг. С другой стороны приемник Magellan также можно носить в рюкзаке, уменьшая вес вехи примерно на 1,5 кг. Кроме того, наибольший вес в Magellan размещен ниже середины вехи, что делает проще стабилизацию ровера. В общем, самые тяжелые роверы работают дольше на одном комплекте аккумуляторов (полный ра-



Расположение антенн на крыше автомобиля для проведения теста по передаче данных



Проведение теста на инициализацию с куском фольги

Общий объем всех транспортировочных кейсов для тестируемых систем составил 354 литра, который вместе с вехами и штативами, вполне достаточен, чтобы заполнить багажник среднего размера европейского универсала при опущенных задних сиденьях. Вес отдельного кейса был всегда

меньше 25 кг – ограничения веса для рабочих в Голландии. Транспортировочные кейсы Leica и Sokkia – самые легкие – по 8 кг каждый. Самый тяжелый кейс у Topcon – 15 кг. Конечно, общий вес и объем транспортировочных кейсов зависят от его типа и дополнительных аксессуаров, выбранных клиентом. Однако, все представители, заявили, что кейсы и дополнительные аксессуары те же самые, которые обычно заказывают их клиенты.

### Диапазон передачи данных

В этом тесте мы хотели определить максимальные расстояния передачи данных для этих систем. Это особенно важно при работах на обширных территориях. Всем производителям был направлен запрос на поставку систем с разрешенной частотой и мощностью. Я имел в виду 439 МГц и 500 мВт, но особо не сообщал об этом на ранней стадии. В результате на некоторых системах были установлены другие мощности, например, на системе Leica была установлена мощность 1 Вт. Я думал, что это не разрешено, но в Leica мне дали ссылку на сайт голландского телекоммуникационного агентства. Различие в мощности означало, что сравнивать результаты будет очень трудно. Тем не менее, мы продолжили тесты.

Чтобы провести тест на расстояния в равных условиях, понадобилась специальная расстановка приемников. Поэтому все пять баз были установлены в ряд с интервалом пять метров под прямым углом к измеряемой линии – дороге по свободной дамбе. Во время теста системы Sokkia и Magellan были в менее выгодных условиях, т.к. их антенны передающих модемов пришлось прикрепить к ножкам штатива, в результате чего у них была небольшая высота антенны, что потенциально могло уменьшить максимальное расстояние передачи. Затем пять роверов были закреплены на расстоянии 1 метра над крышей моей машины таким образом, что почти все антенны (и GPS, и антенна принимающего модема) имели свободную зону приема. Исключение составляла УВЧ антенна системы Magellan, которая, из-за своей конструкции, находилась несколько ниже других, чтобы предотвратить от экранировки других GPS антенн, т.е. у системы было менее благоприятное положение (см. фото). Затем системы были настроены на постоянную запись определения координат, за исключением системы Sokkia, которая не имеет данной опции в программном обеспечении. Поэтому в Sokkia эти данные были считаны вручную. С уста-

## GPS | GLONASS СИСТЕМА GSR2700 ISX

для статики и кинематики

Новая  
двухчастотная  
геодезическая  
система

Гарантия  
на GPS приемники 3 года

- Высокая точность
- Производительность
- Простота в управлении
- Ударопрочный корпус
- Малый вес





### Результаты теста на повторное нахождение решения RTK

Почти все системы выполняли инициализацию в среднем 15 секунд, а система Sokkia была немного быстрее - 10 секунд. Только результаты системы Magellan были хуже, но их нельзя было сравнить с другими из-за неверных установок параметров приемника. Оказалось, что во время теста я включил опцию SBAS, которая уменьшает количество возможных каналов для измерений на 2 канала. Учитывая, что это уменьшило количество спутников, имеющихся для решения, время инициализации увеличилось. Тем не менее, я полагаю, что результаты для нашей короткой базовой линии сравнить можно.

Однако, возникает вопрос о влиянии такой разницы в съемочной практике; все системы проводили инициализацию до того, как исполнитель дойдет до следующей точки съемки и установит веху.

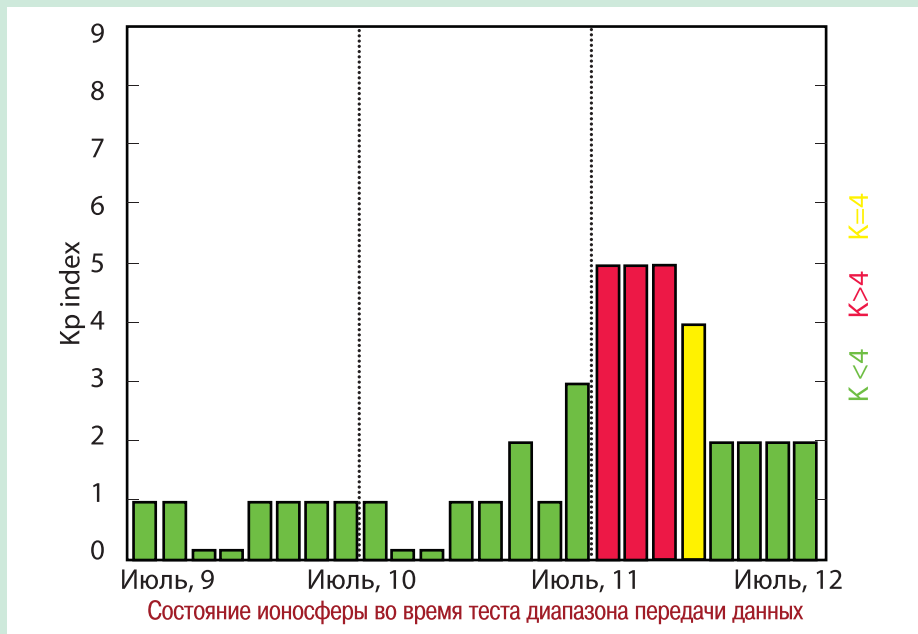
### Тест на продолжительность работы

Продолжительность работы RTK системы с УВЧ модемом во многом определяется продолжительностью работы базы и, следовательно, аккумуляторов, используемых в базовом приемнике. Хотя все производители могут поставить дополнительные комплекты источников питания, в нашем тесте был использован один комплект внутренних батарей, поставленных вместе с системой. Тест на рабочий ресурс проходил параллельно с другими тестами, засекалось время включения и выключения приборов. Используя функцию регистрации результатов, время отключения было определено с точностью в полчаса.

Результаты работы аккумуляторов всегда зависят от условий, в которых они используются: чем холоднее, тем быстрее вырабатывается ресурс. Во время теста температура колебалась от 18°C до 22°C. Все аккумуляторы были заряжены с помощью зарядных устройств, рекомендованных производителем, пока индикатор не загорался зеленым цветом или не показывал окончание зарядки. Затем системы были запущены до самоотключения, условие, не самое оптимальное и которое следует избегать в повседневной практике.

### Результаты теста на продолжительность работы

Удивительно, но в инструкциях почти все производители пессимистично



новленными таким образом системами, машина двинулась вдоль дамбы со скоростью не более 10 м/с. В конце дамбы машина повернула в обратную сторону и тест был повторен в обратном направлении.

### Результаты теста передачи данных

Результаты сильно отличаются и их тяжело сравнить. В среднем расстояния варьируются от немного более 2 км до более 7 км. Некоторые системы имели проблемы с захватом сигнала во время теста без какой-либо видимой причины. Одной из проблем теста было то, что все пять передатчиков работают на похожих, но не совсем одинаковых частотах. Близкие частоты могут вызвать перекрестные помехи, что делает захват сигнала более трудным.

Т.к. данные частоты используют прямую видимость, любое препятствие между базой и ровером уменьшает расстояние приема/передачи данных. Частично это можно компенсировать высотой антенны радиомодема базы. Выбранный диапазон, тем не менее, был свободен от препятствий на 7.5 км, не считая случайно проезжающих машин.

Т.к. результаты отличались друг от друга и имели необъяснимые срывы при потере сигнала приемниками, я исследовал условия наблюдений, когда производители сообщили, что измеренные расстояния не показательны. Когда я проверил ионосферные условия на момент моего теста 11 июля, я обнаружил, что они действительно плохие, и что возможно было причиной потери сигнала у некоторых приемников. Из-за этого действи-

тельные результаты теста на расстояние приема/передачи данных здесь не приведены, т.е. они не отражают расстояния при нормальных условиях. Я обратил внимание на один аспект: если радиоантенна находится сверху GPS антенны, то приемник получает преимущество.

### Тест на повторное нахождение решения RTK

Повторное нахождение фиксированного решения RTK после прохождения под кроной дерева или мостом очень важно, т.к. каждая секунда, потраченная на ожидание важна при проведении полевых работ. Время для повторного нахождения фиксированного решения зависит от различных факторов, среди которых - количество наблюдаемых спутников, геометрия их расположения и расстояние между базой и ровером. Для теста времени на повторное нахождение решения, все роверы были установлены в 1,5 м друг от друга, базы сохранили такую же конфигурацию, как в тесте на расстояние. Среднее удаление ровера от базы составляло порядка 25 м. С такой конфигурацией каждая антенна GPS приемника была по очереди экранирована с помощью жестяной фольги. Как только ровер обнаруживал потерю RTK, а количество наблюдаемых спутников становилось стабильно малым, фольга убиралась. Время между удалением фольги и моментом, когда ровер сообщал о найденном решении RTK, было определено как время инициализации. Тест выполнялся трижды для каждого ровера с коротким перебоем в несколько минут.



## Leica GX1230 GG

Программное обеспечение в контроллере Leica имеет всего несколько опций. Пользователь, который видит это ПО впервые, легко может заблудиться в меню и настройках. Преимущество всех этих опций, без сомнения, заключается в том, что система может быть применена для специфических работ. С контроллером можно работать при помощи клавиатуры. Ровер оснащен новым цветным сенсорным дисплеем, он очень четкий даже в условиях яркого солнечного света. Я сам проверил, что сенсорный дисплей не так хорошо реагирует на прикосновение карандаша, как монохромный дисплей на базовом контроллере. Сохранение данных относительно просто после настройки прибора. В приемнике данные сохраняются на карту CF. Экспорт данных также прост, если определен его формат при помощи офисного ПО. Стандартные экспортные данные в контроллере не представлены, хотя офисное программное обеспечение содержит ряд формальных шаблонов, которые можно использовать в том виде, в котором они даются, или изменять их. Leica также предоставляет эмулятор контроллера, давая возможность изменять параметры и экспортировать в специфические форматы без самого контроллера. Операции эмулятора идентичны контроллеру. Его можно сконфигурировать для вывода данных в цветном или в черно-белом режимах.



## Magellan Z-Max

Z-max – единственный приемник в нашем тесте, который не поддерживает ГЛОНАСС. Из-за того, что я во время теста, оказывается, включил SBAS, Magellan структурно отслеживал на два-три спутника меньше, чем остальные системы. Это результат существования двух каналов для получения поправок SBAS, что приводит к уменьшению каналов для отслеживания спутников. В результате для приемника было трудно получить фиксированное решение RTK в тестах на повторную инициализацию. Программное обеспечение, используемое с контроллером Allegro – программный пакет Fast Survey. Данный пакет прост в понимании и использовании и обладает всеми свойствами, необходимыми в поле. Экспорт данных производится, в основном, в стандартные текстовые файлы ASCII, которые считываются большинством программ для обработки, и, если необходимо, экспорт в share и dxf форматы. Из-за ограничений контроллера экспорт данных должен выполняться с помощью программы ActiveSync через кабель последовательного порта, что может быть проблемой, т.к. очень немногие компьютеры имеют последовательный порт. Решением могло бы стать соединение последовательного кабеля к USB конвертеру или же дополнительный USB разъем, но некоторые конвертеры работают лучше разъемов.



## Sokkia GSR2700 ISX

Конфигурирование системы Sokkia достаточно просто. База вообще не требует задания каких-либо параметров: просто включите ее, и она начнет выполнять измерения и передавать результаты. Задание установок можно выполнять с контроллера ровера, с него можно изменить координаты базы, переданные базой. Система Sokkia – единственная с говорящим приемником. Хотя другие производители имеют говорящие контроллеры, никто не имеет при-



емника, который четко (на разных языках) говорит Вам, что решение RTK потеряно. Вроде ерунда, но это позволяет следить за работой без постоянного наблюдения за экраном контроллера.

Контроллер Allegro работает с собственным программным обеспечением Sokkia. Программа выполняет все основные задачи, но не имеет функции автоматической записи или расширенной атрибутивной информации. По этой причине в результатах теста на точность точки не выводятся. Преимущество данного программного обеспечения состоит в том, что оно сохраняет информацию в реляционную базу данных. Это делает возможным уравнивание результатов на контроллере без использования какого-либо офисного ПО. Только измените координаты базы, и все точки, измеренные с такой базы, сдвинутся вместе с ней.

## Topcon GR-3

Как и большинство производителей, Topcon использует единый пакет программ для всех инструментов. Данный пакет имеет очень простую компоновку, и съемка выполняется относительно просто. Я вводил значения с некоторой досадой, т.к. на контроллере (FC200) есть только экранная клавиатура. Раскладка этой клавиатуры нестандартная, и она требует некоторого привыкания с ней. Для соединения между контроллером и базой/ровером обычно используется технология Bluetooth. Контроллер постоянно теряет соединение Bluetooth, даже когда он был рядом с ровером.



Обмен данными с офисным компьютером может осуществляться через карту памяти, разъем USB или карту USB. Однако, для данного порта подходят только тонкие карты памяти, например, поставляемые европейским представительством Topcon. Порты очень хорошо защищены от пыли и влаги резиновыми клапанами, которые открываются и закрываются без проблем.

После полного рабочего дня и одного дня хранения аккумуляторы контроллера полностью разрядились и их необходимо было заменить. Мне показалось, что контроллер потреблял энергию даже когда был выключен.

## Trimble R6 GNSS

Когда бы радиосигнал ни был потерян во время теста, женский голос всегда предупреждает Вас об этом. Подобно прибору Sokkia это упрощает определение проблемы при работе многих систем или при временном выполнении других процедур во время работы. Приемники Trimble и Leica были единственными, которые выдавали полную информацию о состоянии приемника, требуя от контроллера соединения с системой для более точной информации. И тот и другой также выводили информацию с базы на экране контроллера ровера. Экспорт информации о координатах и их качестве в простом файле формата ASCII с установленными форматами для экспорта оказался невозможным. Однако, дополнительные форматы можно легко загрузить с сайта Trimble, что дает широкий диапазон возможностей экспорта.



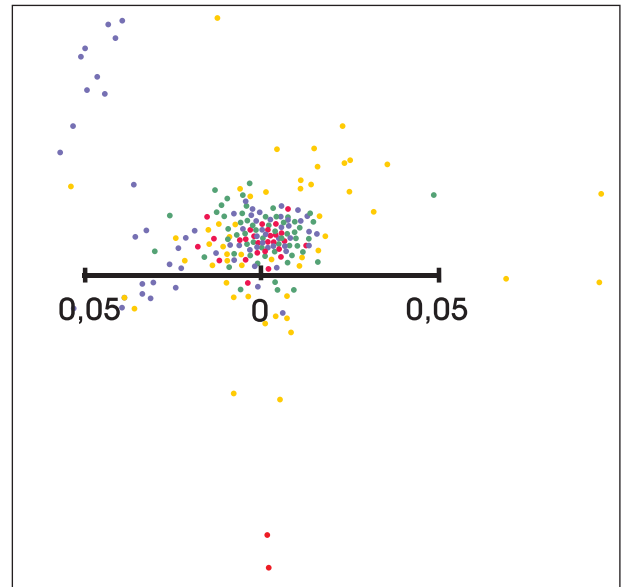


оценивают рабочий ресурс системы. В среднем системы работают на 1.5 часа дольше, чем заявлено, исключение составляет Topcon, который работал на 2.5 часа меньше, чем заявлено в инструкции. Первая база, которая отключилась – Trimble; она работала в течение 5.5 часов – этого недостаточно для полного рабочего дня. Дольше всех работала система Magellan с рабочим ресурсом базы примерно в 14.5 часов: более чем достаточно для 12-часового рабочего дня. Продолжительность работы Magellan в значительной степени – это результат использования отдельного аккумулятора для радиомодема, и больших внутренних аккумуляторов на 8.8 Ач. Почти все роверы работали дольше своих баз. Исключение составила система Leica, где база работала на 1 час дольше ровера. Это результат другой комплектации базовой станции, которая имеет большие аккумуляторы. Почти все контроллеры имеют аккумулятор, который работает дольше,

чем приемник. Только контроллер Topcon работал на протяжении всего первого рабочего дня. Тем не менее, по-видимому, контроллер не отключается полностью и использует энергию даже в режиме 'off'. Аккумулятор, установленный на контроллере Magellan, почти полностью разрядился, но учитывая время работы ровера, это не удивительно.

### Тест на точность

Систему с функцией RTK приобретают для получения сантиметровой точности или лучше. Без правильной лабораторной установки невозможно протестировать точность (стандартное отклонение) и надежность для всех систем в одних и тех же условиях.



Результаты теста на точность (Зеленые точки - Leica, Красные - Magellan, Синие - Topcon, Желтые - Trimble)

Вместо этого, мы выполнили быстрый тест на точность в полевых условиях. Во время этого теста мы оставили все

	Leica Geosystems GX 1230 GG	Magellan Z-MAX	Sokkia GSX2700 ISX	Topcon GR-3	Trimble R6 GNSS
Количество каналов (д)	72 - GPS L1, L2, L2c - Glonass L1, L2 - SBAS	24 - GPS L1, L2 - SBAS	72 - GPS L1, L2, L2c - GPS L5 - Glonass L1, L2 - SBAS	72 - GPS L1, L2, L2c - GPS L5 - Glonass L1, L2, L2c - Galileo (all) - SBAS	72 - GPS L1, L2 - Glonass L1, L2 - SBAS
Протоколы связи ровера (д)	- 1 Bluetooth	- 1 Bluetooth - (1 UHF) <sup>9</sup> - (1 GSM/GPRS) <sup>8</sup>	- 2 Bluetooth - (1 UHF) <sup>9</sup> - (1 GSM/GPRS) <sup>8</sup>	- 1 Bluetooth - 1 UHF - (1 GSM/GPRS) <sup>8</sup>	- 1 Bluetooth - 1 UHF - (1 GSM/GPRS)
Входы/выходы ровера (д)	- 1 RS232 - 1 USB/RS232	- 1 RS232 - 1 RS488 - SD card	- 1 RS232 - 1 USB/RS232	- 1 SD card - RS232 - 1 USB	- 2 RS232
Протоколы связи контроллера (д)	- 1 Bluetooth - (1 UHF) <sup>9</sup> - (1 GSM/GPRS)	- 1 Bluetooth	- 1 Bluetooth - (WiFi)	- 1 Bluetooth - 1 802.1 (WiFi)	- 1 Bluetooth - 1 802.1 (WiFi)
Входы/выходы контроллера (д)	- 1 Leica docking - 1 CF card - 1 RS232/USB	- 1 PCMCIA card - 1 CF card - 1 USB (docking) - 2 RS232	- 1 PCMCIA card - 1 CF card - 1 USB (docking) - 2 RS232	- 1 SD card - 1 CF card - 2 USB - 1 RS232	- 1 SD card - 1 CF card - 2 USB - 1 RS232
Водо- и пылезащита (д)	IP67	IP54	IP67	IP66	IPX7
Масса базы (и) <sup>3</sup>	11.5 кг	11.5 <sup>10</sup> кг	11 кг	11 кг	9.5 кг
Масса ровера (и)	1.2 кг	3.9 кг	1.8 кг	1.9 кг	1.4 кг
Масса контроллера (и) <sup>1</sup>	2.0 кг	1.3 кг	1.3 кг	1.1 кг	1.3 кг
Общая масса вешки (и) <sup>2</sup>	3.9 кг	5.7 кг	4.0 кг	3.9 кг	3.6 кг
Общая масса (и) <sup>4</sup>	16.5 кг	40 кг	17 кг	15 кг	12.5 кг
Общий объем (и) <sup>4</sup>	2 x 32 л	2 x 46 л	2 x 42 л	1 x 69 л	1 x 45 л
Время подготовки (д/и) <sup>5</sup>	8 с/15 с (11 SVs)	2 с/ <sup>11</sup>	10 с/10 с (11 SVs)	15 с (12 SVs)	<30 с/15 с (12 SVs)
Время работы базы (д/и) <sup>6</sup>	7.5 ч	>14 / 14.5 ч	9 / 10.5 ч	11 / 7.5 ч <sup>7</sup>	3.5 / 5.5 ч
Время работы ровера (д/и) <sup>6</sup>	5 / 6.5 ч	>14 / 13 ч	10 / 11.5 ч	13 / 10.5 ч	5.3 / 7 ч

Результаты тестов. Примечания:

(и) - базовые измерения тестируемых систем  
(д) - данные от производителей

( ) - Опции; смотри дополнительные сведения

<sup>1</sup> - включая монтажные скобы и приемник (если есть)

<sup>2</sup> - с вешкой и креплением, поставляемым с системой

<sup>3</sup> - исключая дополнительное питание и включая поставляемый штатив и скобы

<sup>4</sup> - средние размеры/масса ящика, поставляемого с системой, исключая штатив и вешку

<sup>5</sup> - максимальное время подготовки к измерениям, полученное в результате теста / указанное производителем

<sup>6</sup> - с единственным комплектом батарей, необходимым для работы системы

<sup>7</sup> - контроллер выключился после 6 часов работы

<sup>8</sup> - рассматриваемая модель поддерживала GSM/GPRS

<sup>9</sup> - рассматриваемая модель поддерживала UHF

<sup>10</sup> - без учета основной батареи (13.5 кг)

<sup>11</sup> - результат не включен в сравнение из-за неправильных установок на приемнике



системы работать после тестов на инициализацию. Данные записывались в течение примерно 1 часа с 30 секундными интервалами для всех систем, кроме Sokkia, чье ПО не поддерживает автоматическую запись. График результатов определения координат для каждой системы затем был сдвинут к воображаемой центральной точке, чтобы можно было визуально сравнить результаты теста.

## Результаты теста на точность

Хотя тест, выполненный нами, не является реальным показателем точности систем, он дает хорошее представление о разнице между системами и соответствующих настройках, выполненных в ПО. Например, система Magellan с неправильно установленными SBAS=ON теряла сигнал RTK на некоторых точках во время теста и, следовательно, записала меньше то-

чек, которые были очень близко друг к другу.

С другой стороны, у Topcon не было проблем с захватом сигнала, но оказалось, что он возникали проблемы с многолучевостью во время теста, что вылилось в больший разброс в координатах.

Стандартное отклонение для всех систем при захвате сигнала, было неплохим, в пределах 0,025 м, и, следовательно, в ожидаемых пределах. Однако, тест показал, что специфические настройки и разница в программном обеспечении может влиять на результаты.

## Заключение

Я исследовал пять систем, которые их производители заявляют как сопоставимые. Во время тестов мы выявили разницу между системами, не столько в их удобстве при использовании и

прикладных задачах, но собственно в самом приборе. Как показывают результаты проведенных тестов, каждый производитель имеет определенный подход к конструкции системы. Некоторые предпочитают аккумуляторы с большим ресурсом и соответственно большим весом, другие ценят универсальность при простом пользовательском интерфейсе.

Таким образом, выбор системы должен быть основан не столько на типе прикладных задач, которые поддерживаются программным обеспечением, сколько на таких факторах, как цена, максимальный рабочий диапазон, рабочий ресурс и вес системы для конкретной задачи пользователя.

*Huibert-Jan Iekkerkerk  
hlekkerkerk@geoinformatics.com  
журнал GEOinformatics  
www.geoinformatics.com*

## Послесловие производителей

### Leica GX1230 GG

Диапазон работы системы Leica возможно был уменьшен из-за тестовых установок, а не из-за ионосферных условий. Положение антенны, качество радиоборудования и открытость горизонта важные аспекты для гарантии получения сигналов с поправками. По поводу результатов тестов на новый захват сигнала и точность, только быстрый TTFF игнорирует надежность. В тесте на точность система Leica показывает наилучшую повторяемость с небольшим разбросом по координатам. Отсутствие резко выделяющихся значений экспериментальных величин указывают на факт надежности. GPS1200 реализует это, решая неоднозначность дважды и независимо перед обеспечением фиксированного решения.

### Magellan Z-Max

Система Magellan Z-Max - это по настоящему гибкая геодезическая система, которая позволяет операторам самостоятельно управлять процессом съемки. Она позволяет геодезистам выбирать именно те модули, которые подходят для наиболее эффективного решения. Z-Max выполняет съемку в сетях NTRIP, VRS, или FKP; GPRS или даже UHF+GSM/GPRS. Он переключается от постобработки до RTK, и подходит как для базы, так и для ровера. Съёмные модули упрощают изменение конфигурации и обновления системы. И, если Вы ищете высокоточную систему RTK по цене вдвое меньше, чем участвовавшие в тесте, обратите внимание на новую систему Magellan ProMark3 RTK с новой технологией BLADE Magellan GNSS.

### Sokkia GSR2700 ISX

Sokkia GSR2700 ISX показывает себя как удобный и простой в использовании приемник с превосходными характеристиками и надежным решением RTK. Мы бы приветствовали тест на выполнение измерений RTK при широком диапазоне, т.к. производительность GSR2700 ISX выделяется при быстрых и надежных измерениях RTK на больших расстояниях, которые могут относиться к результатам по новому захвату сигнала. К тому же, безусловно признанным преимуществом ПО SDR+ контроллера Sokkia является независимость в поле. Поэтому мы создали SDR+ на основе реляционной базы данных. Sokkia предоставляет профессионалам геодезистам надежные и точные решения, такие как GSR2700 ISX, сейчас и в будущем.

### Topcon GR-3

Данное полевое исследование – это хороший практический тест, который доказывает, что система Topcon GR-3 лидирующий продукт и выигрывающий при сравнении с другими. Его уникальная конструкция помогает достичь большого диапазона радиопокрытия при источнике в 0.5 Вт. Хотя утверждается, что GR-3 тяжелее других, необходимо помнить, что ресурса аккумулятора хватает на полный рабочий день и не требует дополнительных внешних источников питания, система оснащена встроенным GSM/GPRS модемом, что в других системах является дополнительным оборудованием. То, что GR-3 готов для системы Galileo не означает дорогих изменений прибора или доплат, спутниковая программа работает даже с готовым одним спутником, доказывая будущее прибора. Как показал тест, GR-3 готов во всем аспектам настоящего и будущего использования.

### Trimble R6 GNSS

Спутниковая радионавигационная система Galileo, предложенная Европейским союзом, дает преимущества пользователям глобальной спутниковой навигационной системы, обеспечивая дополнительные спутники, дополнительные сигналы, и совместимость с GPS. Trimble полностью поддерживает такое развитие на рынке GNSS.

Остановившись на выборе возможностей GPS нового поколения, мы сразу предоставляем потребителю продукцию, работающую с системой Galileo. В случае модернизации GPS, наши приборы были доступны за год до запуска первого спутника L2C. Trimble также разрабатывает продукцию для ожидаемого сигнала L5 GPS.

Более того, мы будем предлагать оборудование с возможностью работы с системой Galileo. Между тем наша цель – предлагать наиболее эффективное и конкурентное оборудование, которое отвечает настоящим и будущим требованиям наших заказчиков.