

СИСТЕМА СБОРА КАДАСТРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМНИКА TRIMBLE AG132 ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ARCPAD 6.0.2

Ю.А. Кизяев (НПК «Бюро кадастра Таганрога»)

В 1994 г. окончил радиотехнический факультет Таганрогского радиотехнического университета по специальности «радиоинженер-системотехник». С 2001 г. работает в НПК «Бюро кадастра Таганрога». В настоящее время — инженер-программист.

С.А. Неграфонов (НПК «Бюро кадастра Таганрога»)

В 1994 г. окончил радиотехнический факультет Таганрогского радиотехнического университета по специальности «радиоинженер-системотехник». С 1992 г. работает в НПК «Бюро кадастра Таганрога». В настоящее время — начальник отдела.

Изменения в современном законодательстве, касающиеся оформления прав на земельные участки и недвижимость юридическими и физическими лицами, повлекли за собой значительное увеличение объемов работ по межеванию земель и технической инвентаризации. Это коснулось и земель сельскохозяйственного назначения, на которые топографические карты масштаба 1:10 000 не обновлялись в течение десятков лет. Организациям, занимающимся межеванием земель, для подготовки документации в соответствии с требованиями современной нормативной базы необходимо проводить большие объемы съемочных работ. Подобная ситуация характерна и среди предприятий технической инвентаризации, выполняющих работы для промышленных предприятий (электрические линии, газопроводы, нефтепроводы). При этом следует учитывать, что на сельскохозяйственных территориях физичес-

кие лица, фермеры, местные компании, обслуживающие коммуникации, обычно не готовы платить за работу значительные средства.

В то же время продолжающаяся реорганизация органов Росземкадастра и предприятий технической инвентаризации привела к образованию достаточно большого количества небольших частных межевых организаций, имеющих квалифицированных специалистов, но не обладающих материальными ресурсами, необходимыми для приобретения современного дорогостоящего оборудования.

Отсюда возникает практическая задача поиска недорогого спутникового оборудования, позволяющего определять координаты объектов с точностью 1 м или точнее, а также способного работать на объектах, расположенных на удаленном расстоянии от базовой станции дифференциальной коррекции.

Выбор такой точности регламентируется соответствующими

документами Росземкадастра и органов технической инвентаризации и будет достаточен для выполнения большинства работ вне городских территорий. Если при этом аппаратура позволит получать заданную точность непосредственно в поле, появится возможность решать еще один класс задач, связанных, например, с разделом земельных участков, в частности, выделением паев в натуре.

В настоящее время на российском рынке существует несколько систем, удовлетворяющих требованиям к заданной точности. Это спутниковые приемники Trimble GPS Pathfinder Pro XR и Pro XRS, GPS Pathfinder Power, приемники GPS серии GeoExplorer CE. Они могут работать с дифференциальными поправками от радиомаяка или геостационарного спутника системы OmniSTAR или LandSTAR и определять координаты в режиме реального времени. Приемники обеспечивают определение координат с точностью от

десятков дециметров до 1 м. Стоимость данной аппаратуры составляет несколько тыс. дол. и постоянно снижается.

Существуют и другие, «экономические», комбинации аппаратуры и программного обеспечения, позволяющие получить метровую и дециметровую точность, как в режиме реального времени, так и в режиме постобработки. Весьма интересна комбинация приемника Trimble 4600LS с контроллером TDC1 и программным обеспечением Asset Surveyor. Такая связка успешно эксплуатируется НПК «Бюро кадастра Таганрога» при ведении землеустройства на сельских территориях. Одно из главных достоинств этого комплекта состоит в том, что появляется возможность использовать ранее приобретенные геодезические одночастотные приемники для решения нового класса задач, заменяя программное обеспечение контроллера TDC1 Survey Controller на Asset Surveyor.

Но наиболее экономичным решением, на наш взгляд, является комбинация спутникового приемника Trimble Ag132 с контроллером на базе карманного персонального компьютера

(КПК) Compaq iPaq 3660 с программным обеспечением ArcPad (ESRI, Inc., США). Этот комплект обеспечивает определение координат непосредственно в поле с помощью дифференциальных поправок от спутниковой системы OmniSTAR или LandSTAR, а также от наземных радиомаяков.

Для тестирования дифференциальной коррекции в режиме реального времени с использованием спутникового сервиса OmniSTAR использовались: спутниковый приемник GPS Trimble Ag132, КПК Compaq iPaq 3660 с операционной системой WinCE 2002, программный модуль GPSCorrect, разработанный компанией Trimble для использования с ArcPad, и программное обеспечение ArcPad 6.0.2 (рис. 1). Стоимость подобного комплекта примерно в 1,5 раза меньше, чем стоимость имеющихся приемников GPS, предназначенных для картографирования и определения координат с метровой точностью.

Двенадцатиканальный спутниковый приемник GPS Trimble Ag132, используя одну антенну, позволяет принимать GPS-сигналы, поправки от дифференциальных MSK-маяков и спутни-



Рис. 1

Измерения с помощью тестируемого комплекта

кового дифференциального сервиса. Приемник оснащен клавиатурой, жидкокристаллическим дисплеем и программным обеспечением Trimble для обработки дифференциальной поправки, позволяющим начать измерения через несколько секунд после включения приемника.

КПК Compaq iPaq 3660, используемый в качестве контроллера, имеет дисплей, позволяющий работать в условиях яркого солнечного освещения и в полной темноте за счет системы подсветки. Кроме того, КПК имеет возможность работать при отрицательных температурах до $-5-10^{\circ}\text{C}$, характерных для регионов Северного Кавказа. Большая энергоемкость КПК позволяет работать без замены аккумуляторов не более 6 ч, а при низких температурах — еще меньше. Обойти это ограничение при испытаниях комплекта помогла установка в автомобиле преобразователя 12 В в 220 В, которая обеспечила зарядку его аккумулятора с помощью стандартного зарядного устройства.

Вся аппаратура была закреплена на стандартной раздвижной вешке производства компании CST (США). Для крепления Compaq iPaq использовался кронштейн с винтом собственного изготовления, с помощью

Спутниковый дифференциальный сервис OmniSTAR компании Fugro (Нидерланды)

OmniSTAR — глобальная система передачи дифференциальных поправок сигналов GPS в режиме реального времени через геостационарные спутники, формирующие направленные пучки («пятна») над определенными районами земной поверхности. OmniSTAR базируется на сети дифференциальных станций, измеряющих ионосферные помехи и другие погрешности, влияющие на точность приемников GPS. OmniSTAR предлагает следующие сервисы для пользователей.

HP-сервис обеспечивает сантиметровую точность на территории Западной и Восточной Европы посредством передачи RTK-поправок, определенных на основе сети базовых станций, с установленными на них двухчастотными приемниками типа Trimble MS 750.

VBS-сервис обеспечивает дециметровую точность на территории Европы, Азии, Америки, Африки и Австралии на основе данных сети базовых станций с передачей дифференциальных поправок в формате RTCM SC-104 при использовании кодовых приемников GPS. Точность определения координат с использованием VBS-сервиса составляет от 50 см до 2 м (95%) при удалении от сети наземных дифференциальных станций до 1000 км.

С вводом в действие в 2003 г. дифференциальных станций в Харькове и Баку HP-сервис стал доступен на юге России.

которого обычно крепят контроллеры TSC1 и TDC1. Получилось достаточно компактно, надежно и удобно, хотя немного мешал большой аккумулятор.

Для обеспечения программного интерфейса с приемником и записи данных измерений на КПК было установлено программное обеспечение ArcPad 6.02, которое позволяет получать данные с приемника GPS по протоколу TSIP или NMEA.

Испытания оборудования проводились в трех районах Южного федерального округа РФ: Ипатовском районе Ставропольского края, Зимовниковском районе Ростовской области и вблизи Таганрога. Районы испытаний разнесены примерно на 400 км и находятся в двух разных зонах прямоугольной государственной системы координат.

В ходе тестирования оценивались точность определения координат, устойчивость приема сигнала дифференциальной поправки от спутника OmniSTAR, время захвата сигналов и надежность работы комплекта в целом. Для оценки точности определения координат во всех измерениях сбор данных проводился в течение минуты с интервалом в 5 с (12 эпох измерений).



Рис. 2
Определение координат газовых скважин

В Ипатовском районе измерения выполнялись совместно с работами по съемке газовых скважин ОАО «Газпром». Для съемки объектов месторождения предварительно было выполнено съемочное обоснование и заложены грунтовые реперы. Координаты реперов были определены при помощи фазовых двухчастотных приемников GPS Trimble 5700 от пунктов государственной геодезической сети (ГГС), находящихся неподалеку от района проведения работ. Измерения тестируемым комплектом проводились на этих опорных пунктах, а также на газовых скважинах (рис. 2).

В Зимовниковском районе измерения проводились на пяти пунктах опорно-межевой сети, заложенных по заказу районного земельного комитета в 2002 г. Пункты опорной межевой сети, использованные для тестирования, располагаются в черте пос. Зимовники. При их создании координаты определялись от пунктов ГГС с помощью приемников GPS Trimble серии 4000.

В районе Таганрога измерения выполнялись на трех пунктах ГГС, расположенных вблизи городской черты.

Кроме того, тестируемым комплектом по заказу бюро технической инвентаризации была осуществлена съемка 7 км газопровода низкого давления в Куйбышевском районе Ростовской области. Координаты выходов газопровода к ГПП были определены ранее с помощью двухчастотных приемников GPS Trimble 4000SSE, что также позволило сделать выводы о точности измерений. Координаты поворотных точек газопровода определялись с интервалом в 5 с (6 эпох измерений).

Измерения на опорных пунктах, на пунктах геодезической сети и координирование устьев газовых скважин проводились по несколько раз на каждой

точке. Измерения выполнялись как в одно время, так и с некоторым временным интервалом на одной точке. Антенна приемника закреплялась на вешке, которая центрировалась на пунктах при помощи встроенного круглого уровня. Не сдвигая вешки, проводилось два-три измерения на одной точке, после чего подобным образом делались измерения на других пунктах. Через некоторое время была выполнена аналогичная серия измерений на тех же точках. Такая методика позволила оценить точность измерений данным комплектом и разброс измеряемых величин.

Неудобство при измерениях вызывало ограничение времени работы программного обеспечения ArcPad 6.0.2, которое было «скачено» с сайта компании ESRI. В демонстрационном режиме эта программа полнофункционально работает в течение 20 мин, затем требуется ее перезагрузка. Однако для целей тестирования этих сеансов непрерывной работы программы было вполне достаточно.

Для оценки результатов измерений данные, полученные в системе координат WGS-84, преобразовывались в государственную прямоугольную систему координат с помощью программы Trimble Geomatics Office. Чтобы оценить абсолютную точность измерений, были найдены средние величины X и Y плоских координат определяемых объектов, которые затем были сопоставлены с исходными значениями координат для каждого измеренного пункта.

Из таблицы видно, что минимальная величина отклонения составила 0,008 м, а максимальная — 0,693 м. Среднее отклонение равно 0,273 м. Максимальный разброс измеренных в разное время координат на одной точке составил менее 0,3 м по широте и менее 0,5 м по долготе. Погрешность

Отклонения координат пунктов, измеренных тестируемым комплексом, от их известных значений

Наименование объектов тестирования	Значения отклонений измеренных плоских координат от их известных значений, м							
Поселок Зимовники Ростовской области	0,276	0,693	0,455	0,256	0,008	0,198	0,35	—
Ипатовский район Ставропольского края	0,046	0,087	0,206	0,234	0,268	0,512	0,322	0,104
Газовые скважины Тахта-Кугультинского месторождения	0,472	0,331	0,287	0,040	0,129	0,141	0,274	0,584

измерений оказалась практически одинакова для всех районов испытаний.

Время включения комплекта в работу не превышало 1 мин, обычно захват сигналов GPS и OmniSTAR происходил в пределах 30–40 с. Сигнал дифференциальной коррекции со спутника OmniSTAR устойчиво принимался во всех районах измерений, как на межселенной территории, так и в черте населенного пункта. Срыв приема сигнала случался крайне редко и только в значительно закрытых местах.

Работать с тестируемым комплектом оказалось достаточно удобно. Все устройства были прочно закреплены на вешке, что обеспечило надежность соединений и компактность системы за исключением крепления разъема интерфейсного кабеля к Compaq iPaq 3660. В итоге его закрепили скотчем — получилось хотя и не эстетично, но зато надежно. Отсутствие водонепроницаемого чехла на КПК создавало определенные проблемы при попадании влаги на открытые разъемы устройства. Поэтому, приобретая КПК для работы в качестве контроллера, необходимо пойти на дополнительные затраты и обязательно приобрести водонепроницаемый чехол.

Существовало и несколько проблем при работе с программным обеспечением ArcPad: иногда не сразу удавалось ввести семантическую ин-

формацию об объекте. Кроме того, показался не совсем удобным программный интерфейс в некоторых разделах, связанных с GPS. Было невозможно контролировать на экране прием сигнала дифференциальной поправки и его параметры. Но все это в значительной мере компенсировалось дешевизной данного решения.

Полученные в результате тестирования величины погрешностей определения координат, надежность и удобство работы с комплектом оборудования в процессе эксплуатации дают основания сделать следующий вывод. Комплект обладает хорошим соотношением цены и производительности и может быть рекомендован к применению при проведении кадастровых и землеустроительных работ на межселенной территории, а также при выполнении измерений объектов для технической инвентаризации.

Такой комплект может быть интересен крупным предприятиям, выполняющим топографические и инженерные съемки в масштабе 1:10 000 на больших территориях, экологам, связистам, которые могут создавать пространственные базы данных загрязнения территории или радиочастотной обстановки для их последующего анализа в геоинформационных системах, получая требуемую информацию с помощью датчиков и анализаторов. Причем эти

измерения могут быть заранее спланированы с помощью ГИС и выполнены точно в намеченных местах, поскольку комплект сразу выдает уточненные координаты и позволяет осуществлять навигацию к намеченным точкам.

Авторы выражают благодарность сотрудникам компании НПП «Навгеоком», предоставившим для тестирования приемник GPS Trimble Ag132 с подключенным спутниковым сервисом дифференциальных поправок OmniSTAR и оказавшим содействие в подготовке этой статьи, а также Московскому представительству компании Trimble за предоставленную возможность тестирования программного модуля GPSCorrect и оказание консультаций по его применению.

RESUME

Quality and value of technical inventory of objects and surveying of agricultural lands depend on technologies and equipment used during measuring. The article includes information about what equipment to choose to get maximum correlation of price and productivity, how this equipment will conduct while carrying out field work and what exactness it will provide. The experiment of using the receivers GPS for gaining field information with satellite correction of differential corrections OmniSTAR on the South of Russia is shown.