

УДК 621.396.96

А. И. Горб¹, О. А. Криволапов²

¹Національний аерокосмічний університет (ХАІ)

²Навігаційно-геодезичний центр, Харків

Опыт использования GPS-технологий в землеустройстве

Описуються особливості реалізації GPS-технологій в землеустрої. Розглянуто можливості застосування приймачів ProMARK X-СМ, «Locus» і «Legacy» Н для польових зйомок. Пропонуються практичні рекомендації з вибору режимів роботи GPS-обладнання.

ВВЕДЕНИЕ

Спутниковые методы съемки местности и сбора данных находят все большее применение для решения задач инвентаризации земель, создания и обновления кадастров, в частности земельного, для распаивания участков земли в процессе ее приватизации. Использование аппаратуры потребителей спутниковых радионавигационных систем GPS NAVSTAR (США) и ГЛОНАСС (Россия) позволяет значительно повысить производительность полевых съемок и упростить камеральную обработку собранных данных. Под аппаратурой потребителей следует понимать в данном случае геодезическое GPS-оборудование, базирующееся на приеме, обработке и вычислении координат по сигналам спутниковых радионавигационных систем. Вопросы практического использования высокоточного геодезического GPS-оборудования представляют значительный интерес для землеустроителей, так как в Украине установлены достаточные сжатые сроки проведения земельной реформы. До конца 2002 г. должно быть проведено распаивание земель коллективной собственности сельскохозяйственных предприятий с выдачей государственных актов на право владения землей. Поэтому GPS-технологии приобретают одно из доминирующих мест в инструментальной съемке местности. При этом землеустроителей особо интересует точность и надежность определения координат, влияние внешних условий (лесополосы, здания, линии электропередач), возможность автоматизации сбора и обработки полевых наблюдений, редуцирование полученных координат в принятые в Украине координатные системы, производительность и экономическая эффективность новых спутниковых технологий.

Основными задачами, решаемыми в процессе сбора данных для землеустроителей, являются:

- создание опорных съемочных геодезических сетей, которые впоследствии могут служить основанием для проведения съемки при помощи оптических геодезических инструментов;
- съемка контуров угодий;
- съемка отдельных географических объектов, расположенных на земельных участках и требующих специального отвода земли под них (опоры линии электропередач, дороги, трубопроводы, пункты государственной геодезической сети и т. д.);
- сбор данных по рельефу местности;
- определение координат характерных точек для регистрации растровых изображений (аэрофотоснимков, космических снимков).

Эти и другие землеустроительные задачи могут быть эффективно решены при помощи GPS-технологий. Первое знакомство землеустроителей и геодезистов Украины с GPS-оборудованием состоялось в октябре 1995 года, когда Навигационно-геодезический центр (Харьков) на базе НПО «Метрология» провел выставку-семинар «Применение спутниковой глобальной системы позиционирования в геодезии и землеустройстве в Украине». На семинаре было представлено высокоточное GPS-оборудование фирмы «Ashtech» (США), которая первой на практике доказала эффективность создания интегрированной аппаратуры потребителей, принимающей и обрабатывающей совместно сигналы систем GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. Впоследствии GPS-оборудование фирмы «Ashtech» начали использовать землеустроители многих областей Украины. Это прежде всего Кировоградская, Донецкая, Николаевская, Харьковская, Черниговская области.

Таблица 1. Основные характеристики GPS-приемников

Тип приемника	ProMARK X-СМ	«Locus»	«Legacy-H GD»
Изготовитель	«Magellan», США	«Ashtech», США	«Topcon/Javad», США
Внутренняя память, Мб	4	4	до 96
Емкость памяти (6 спутников) при темпе 2 с, ч	10	12.5	10
Напряжение питания, Вт	8...12	4...12	6..28
Потребляемая мощность, Вт	5	1	3
Темп выдачи данных, с	1...999	2...999	0.05...999
Теплый старт, с	60	60	10
Горячий старт, с	35	12	1
Рабочая температура	-10 °С...+60 °С	-20 °С...+65 °С	-40 °С...+55 °С
Вес, кг	0.84	0.8	0.46
Антенна	внешняя навигационная или геодезическая, микрополосковая	встроенная, микрополосковая	внешняя микрополосковая, фазоцентрированная
Цена одного приемника, USD	4000	6200	4500

Таблица 2. Точностные характеристики GPS-приемников

Тип приемника	ProMARK X-СМ	«Locus»	«Legacy-H GD»
Количество каналов	10	8	20 (10+10)
Частота	L1	L1	L1 (L2)
Обрабатываемые сигналы	C/A-код, фаза	C/A-код, фаза	C/A (P-коды), фаза
Точность:			
— статика, мм;	$15 + 3 \cdot 10^{-6} D^*$	$5 + 1 \cdot 10^{-6} D$	$5 + 1.5 \cdot 10^{-6} D$
— кинематика, мм;		$12 + 2.5 \cdot 10^{-6} D$	
— режим RTK, мм			$15 + 2 \cdot 10^{-6} D$
Программное обеспечение	MSTAR	«Locus Processor»	«Pinnacle»
Режимы съемки	статика, кинематика	статика, «стою-иду»	статика, «стою-иду», кинематика

Опыт работы с различными типами GPS-оборудования позволяет провести анализ общих свойств и особенностей использования в землеустройстве следующих трех типов приемников: ProMARK X-СМ («Magellan», США), «Locus» («Ashtech»/«Magellan», США), «Legacy» («Javad» / «Topcon», США).

Основные характеристики GPS-приемников и их точностные возможности приведены в табл. 1, 2.

ОПИСАНИЕ GPS-ПРИЕМНИКОВ PROMARK, «LOCUS», «LEGACY»

Одним из наиболее распространенных в Украине является приемник ProMARK X-СМ (рис. 1, а) фирмы «Magellan» (США), работающий по сигналам GPS NAVSTAR, в котором обеспечивается оптимальное соотношение точности и цены. Комплект из двух приемников с геодезическими и навигационными антеннами и программным обеспечением обработки наблюдаемых данных стоит в Украине (Навигационно-геодезический центр) около 8000 долларов США.

Приемник ProMARK X-СМ — это десятиканальный фазовый приемник, предназначенный для навигации, маркировки и привязки географических объектов, а также для геодезической съемки. Конструктивно приемник ручной, удобный и простой в обращении, с оперативной выдачей данных о местоположении. Запоминающее устройство приемника (4 Мб) позволяет загружать и хранить данные. На практике при темпе съема данных 1 с время работы приемника или продолжительность накопления данных составляет более девяти часов. Кроме того, приемник может сохранять до 500 путевых точек или 10 маршрутов с 20 участками каждый. В автономном режиме точность приемника в плане (в отсутствие селективного доступа) не хуже 12 м. В дифференциальном режиме после камеральной обработки точность координатных измерений составляет $15 \text{ мм} + 3 \cdot D \cdot 10^{-6}$, где D — длина базовой линии в миллиметрах. Приемник ProMARK X-СМ может работать как в автономном, так и в дифференциальном режимах.

Дифференциальный режим предусматривает установку одного приемника (базового) на точку с

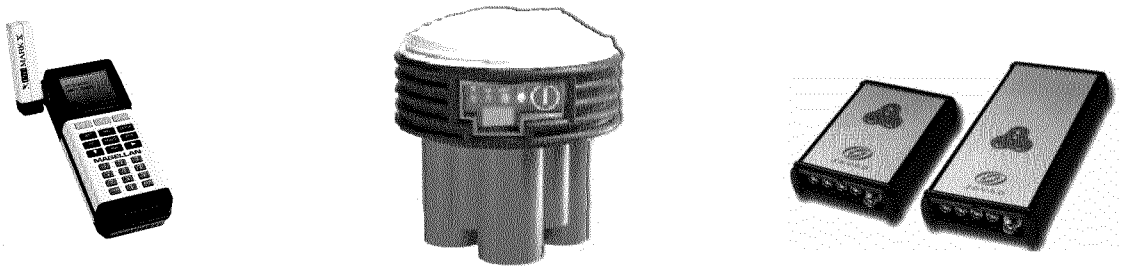


Рис. 1. Приемники ProMARK X-CM (а), «Locus» (б) и «Legacy H» (в)

известными (априорно) координатами. Измерения второго приемника (мобильного) корректируется при камеральной обработке или в режиме реального времени (RTK-режим) дифференциальными поправками, сформированными по измерениям базового приемника. При камеральной обработке на компьютере информации, хранящейся в памяти приемника, применяются программные продукты MSTAR и MCOM, работающие в среде Windows. Программа MCOM осуществляет обмен накопленной в приемнике информации («сырых данных» и эфемерид) с компьютером, а программа MSTAR позволяет проводить дифференциальную обработку и статистический анализ данных. Дополнительными возможностями ПО MSTAR является программа-планировщик для контроля числа спутников, видимых приемником в процессе полевых съемок, и величины геометрического фактора, т. е. ухудшения точности съемки из-за неблагоприятного расположения созвездия спутников и программа-конвертор, позволяющая представлять наблюдаемые приемником данные в формате RINEX, а следовательно, открывающая возможность их обработки другими программными продуктами.

Система для съемки местности «Locus» фирмы «Ashtech» (рис. 1, б) представляет интерес для землеустроителей благодаря своей простоте, надежности и точности.

В одном корпусе объединены микрополосковая антенна, собственно приемник и источник питания. Автономное питание приемника стандартными щелочными батарейками или аккумуляторами обеспечивает до 100 ч непрерывной работы. Управление приемником осуществляется лишь одной кнопкой. Панель индикации состоит из четырех индикаторов: питание, слежение за спутниками, память, время съемки. Оборудование «Locus» может использоваться в полном объеме как система из двух

приемников, а также в виде расширенной системы, включающей три и более приемника. Комплект может эксплуатироваться как для обычной GPS-съемки, так и для совместного применения с традиционными геодезическими инструментами в тех местах, где измерения с помощью глобальных спутниковых систем затруднены. Характерной особенностью приемников «Locus» является отсутствие кабельных соединений. Инфракрасные устройства обмена данными значительно упрощают установочные работы и увеличивают скорость обмена данными до 57000 бод.

Камеральная обработка полевых наблюдений проводится программным обеспечением «Locus Processor» на стандартной платформе Windows. Удобный графический интерфейс дает представление о проделанной работе в полевых условиях как при статической съемке с сантиметровой точностью, так и при кинематическом режиме. В программах «Locus Processor» применяются разнообразные средства для анализа качества съемок, а также содержатся другие полезные процедуры, такие как планировщик, обработка GPS-данных, уравнивание сетей по методу наименьших квадратов, инструменты для генерации отчетов, экспорт данных в стандартные форматы.

Так, автоматический «определитель сбоев» помогает обеспечить надлежащую обработку в первый раз, указывая на данные, которые могут вызвать проблемы. При полностью автоматической обработке программное обеспечение «Locus Processor» постоянно представляет наилучшее возможное решение без необходимости обрабатывать полевые данные вручную. Для повышения производительности полевой съемки, гибкости проведения наблюдений, для улучшения качества собираемой информации предпочтительнее использовать ручной накопитель данных — ручной контроллер. При проведении

основных геодезических работ контроллер представляет детальную статистику работы приемника и сбора данных. Более того, он позволяет землеустроителю в полевых условиях вводить характерную для наблюдаемых точек информацию (атрибуты), что необходимо для реализации высокопроизводительного режима Stop & Go (стою—иду).

Фирма «Topcon», а точнее, ее подразделение «Topcon Positioning Systems» выпустила новый ряд геодезических приемников серии «Legacy H» (рис. 1, в). Для надежной работы в полевых условиях приемники выполнены в компактных герметичных цельнометаллических корпусах, что повышает помехозащищенность и ударопрочность приемников. Приемники «Legacy» выполнены в двух вариантах: полный корпус — «Legacy GGD» и половинка — «Legacy GG» и «Legacy GD». В свою очередь приемники в укороченном корпусе имеет две модификации: «Legacy GG» принимают и обрабатывают сигналы двух навигационных систем GPS и ГЛОНАСС на частоте L1, а «Legacy GD» — двухчастотная модификация приемника сигналов GPS L1 и L2.

Концептуальная особенность оборудования фирмы «Topcon» состоит в возможности создания требуемой конфигурации приемника с помощью опций. Установка новых опций и обновление программного обеспечения может производить землеустроитель самостоятельно после получения пароля установки. Опция Cinderella каждый второй вторник автоматически включает в «Legacy» опции, обеспечивающие его работу по двум частотам двух спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС.

Отличительные особенности приемника «Legacy» наблюдаются и на аппаратном уровне. Ядром приемника является микросхема «Paradigm». В одном корпусе микросхемы объединены 40 универсальных каналов, каждый из которых может отслеживать сигнал как GPS, так и ГЛОНАСС на частоте L1 или L2. Кроме того, каждый из каналов приемника может быть использован в качестве скоростного (32 Кбит/с) коммуникационного канала. Технология, заложенная в «Paradigm», улучшает качество обработки данных и повышает способность отслеживать сигналы спутников в неблагоприятных условиях (лесопосадки, под линиями электропередач). В ожидании введения C/A кода на частоте L2 в микросхеме введена обработка C/A кода на этой частоте. Следует отметить также, что микросхема включает шесть независимых высокоскоростных коммуникационных каналов с распределенным спектром. Эти каналы работают как на прыгающей частоте (64 Кбит/с), так и с сигналом, модулируемым псевдошумом (32 Кбит/с). Предлагаемая ком-

муникационная технология обладает синхронизацией благодаря «жесткой» привязке ко времени GPS. Система подавления помех, встроенная в микросхему, позволяет подавлять до шести внутриполосных помех. При обработке сигналов спутников как по коду, так и по фазе в микросхеме предложен ряд новшеств для уменьшения влияния многолучевости.

Для управления режимами работы приемника «Legacy» землеустроитель в полевых условиях может использовать минимальный интерфейс «Minter» или внешний контроллер, например «Psion 5», CDU-1 или «Ranger». Контроллеры, работающие в операционной системе Windows CE, оснащены специальными программами для работы в поле — FieldFace. Два диода и две функциональные клавиши на корпусе приемника («Minter» — MINimum INTERface) позволяют землеустроителю управлять режимами работы приемника и производить запись данных. Внутренняя память приемника может увеличиваться до 96 Мбайт. Для передачи данных с приемника в персональный компьютер используется интерфейсное программное обеспечение PC-CDU Lite, которое позволяет подготовить приемник для полевых работ или для работы в офисе. Программное обеспечение PC-CDU Lite работает в среде Windows 95, 98, NT.

В зависимости от задач землеустроителя предусмотрены следующие дополнительные возможности приемника «Legacy»:

- обновление данных с частотой 5, 10, 20 Гц;
- режим реального времени RTK;
- прием и передача дифференциальных корректирующих поправок в формате RTCM;
- подавление многолучевости и помех в полосе сигнала;
- ввод и вывод опорной частоты и внешних событий.

К приемнику «Legacy» предусмотрено подключение внешних антенн «Legant», RegAnt-1, RegAnt-2. Сконструированные и изготавливаемые в Харькове вешки для антенн являются удобными аксессуарами для землеустроителей.

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ GPS В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

Заявленные изготовителями (фирмы «Magellan», «Topcon») точности определения координат (табл. 1) являются достаточно высокими для одночастотных геодезических GPS-приемников. В случае применения GPS-приемников в Украине следует проводить метрологическую аттестацию. Нави-

гационно-геодезический центр совместно с НПО «Метрология» не только обеспечивает землеустроителей метрологической аттестацией GPS-приемников, но и проводит дополнительные тестовые измерения с целью изучения особенностей их функционирования на территории Украины. Основными задачами при этом являются:

- аттестация приемников, а точнее, оценка точностных их характеристик в автономном и дифференциальном режимах;
- учет влияния на точность геометрического фактора PDOP и анализ оптимального времени полевых съемок;
- анализ точности GPS-измерений координат в зависимости от удаления мобильного приемника от базового;
- оценка эффективности работы приемников в различных режимах измерений (статика, кинематика «стою—иду»).

Метрологические и тестовые работы проводились на Национальном метрологическом полигоне. При соблюдении условий получения сантиметровой точности (5 спутников — время наблюдения 25 мин или 6 спутников — время наблюдения 20 мин) погрешность измерения линейных базисов с помощью приемников ProMARK X-CM не превысила 10 мм. В то же время погрешность определения базисов с помощью приемников Locus и «Legacy» после уравнивания на соответствующих программных продуктах не превысила 2 мм.

При создании обоснования основным режимом измерений является «статика», хотя при наличии высокоточного GPS-оборудования можно воспользоваться и некоторыми более производительными режимами, если они позволяют получать требуемую точность. Для построения высокоточного обоснования строится сеть, опирающаяся минимум на

три твердые точки. В дальнейшем узлы этой сети используются для размещения базового приемника при GPS-съемке, либо как опорные пункты прокладки теодолитных и нивелирных ходов.

Часто на практике землеустроителей интересует вопрос предельных расстояний от базовой станции до мобильных приемников и зависимости погрешности измерений от длины базовой линии, поскольку зачастую при работе с GPS-оборудования для съемки контуров базовый приемник устанавливается в одном месте, его положение не изменяется на протяжении всего дня работы, а за это время мобильным приемником землеустроитель может осуществлять съемку на довольно протяженных участках и его максимальное отдаление от базовой станции может составлять несколько десятков километров. Иногда практикуется и такой метод работы, когда базовая станция перманентно находится в одном месте (в областном центре), а мобильными приемниками производят измерения на территории всей области. Один из экспериментов был посвящен практическому изучению этого вопроса. Мобильный одночастотный приемник («Legacy H-GD») был установлен на автомобиле и производил измерения в кинематическом режиме. Расстояние от базового приемника изменялось при этом от 35 до 130 км (рис. 2). График средних квадратичных отклонений местоположения представлен на рис. 3. При этом получение фиксированного решения не было возможно ни в какой период измерения. Нижняя граница средних квадратичных погрешностей «плавающих» решений составила от 80 до 250 мм (меньшие значения погрешности соотносились с меньшим расстоянием между базовым и мобильным приемником). Однако в реальных условиях происходили частые срывы циклов при движении вблизи густой растительности или при проезде

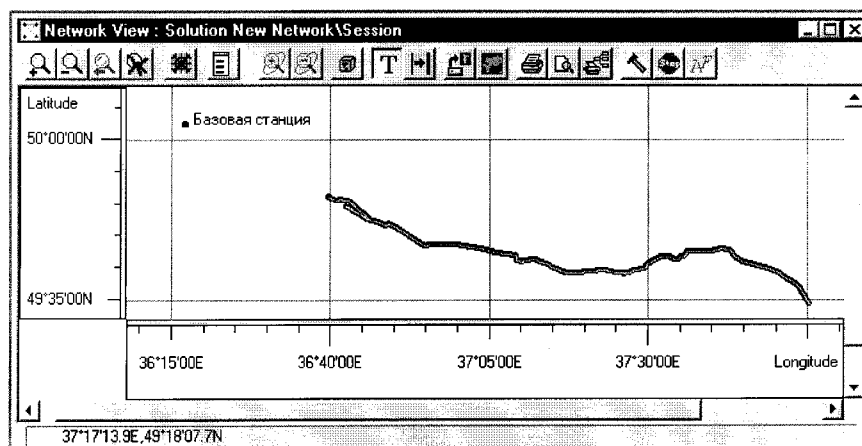


Рис. 2. Траектория движения автомобиля с приемником «Legacy H-GD»

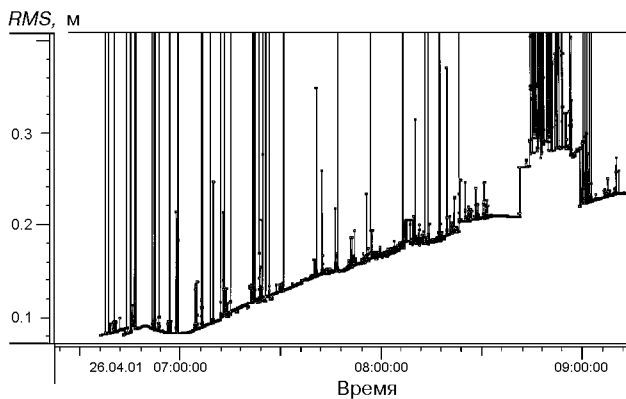


Рис. 3. Значения средних квадратичных отклонений местоположения

под мостами. Этим моментам на рис. 3 соответствуют резкие «выбросы», где погрешность могла составлять до 1.2 м. Следует отдать должное всему программно-аппаратному комплексу фирмы «Topcon Positioning System»: даже при потере сигналов спутников математическое обеспечение «Pinnacle» и технология слежения *Co-Op Tracking*, примененная в приемниках, обеспечивали быстрое восстановление «плавающего» разрешения фазовой неоднозначности.

Тем не менее, следует осторожно подходить к применению результатов измерений на больших базисах. Ведь необходимая для задач определения координат опорных пунктов (межевых знаков) сантиметровая точность требует на базисе в 100 км более чем одного часа статических измерений двухчастотным приемником при хорошем созвездии спутников. Для одночастотных приемников получение результатов сантиметрового уровня точности даже на меньших расстояниях может оказаться довольно затруднительным. Поэтому одночастотными приемниками статические измерения рекомендуется проводить на базисах до 25 км. Что же касается динамических режимов съемки (кинематика и «стою—иду») для задач съемки контуров угодий, транспортных путей и других с требованиями по точности 0.1...0.5 м, то измерения на больших базисах приемлемы. При этом следует учитывать возможности аппаратуры и программного обеспечения и проводить фильтрацию полученных решений.

Одним из интересных направлений применения GPS-оборудования в землеустроительных работах является использование GPS-данных permanentных станций в качестве одного из источников «сырых» данных для обеспечения относительного

режима обработки. Доступные с этих станций измерения в формате RINEX могут обрабатываться большинством программных продуктов. Эти данные могут послужить надежным источником получения скорректированных решений в крайних случаях (например, когда после нескольких дней съемки обнаруживается, что базовая станция не накапливала данные в нужное время или ее данные были повреждены) и при проведении крупномасштабных проектов, таких как создание опорной геодезической сети на территории области. При этом необходимо учитывать некоторые особенности использования данных permanentных станций:

1) интервал регистрации данных (одна эпоха) составляет 30 с;

2) на территории Украины практически использовать можно не более десятка станций (Голосиив, Ужгород, Менделеево, Бухарест, Грац, Зеленчукская), поскольку на территории Восточной Европы отсутствуют региональные сети контрольных станций;

3) при обработке данных permanentных станций желательно использовать точные эфемериды, а они обрабатываются далеко не всеми программными продуктами камеральной обработки.

В связи с этим использование данных permanentных GPS-станций для создания опорной сети требует довольно длительных измерений.

Эксперимент применения данных станции Голосиив (расстояние до Харькова более 400 км) для расчета траектории перемещения мобильного одночастотного приемника показал, что оценка погрешности измерения составила 0.8 м.

Выбор режима измерений при помощи GPS-оборудования определяется несколькими факторами:

цель съемки и требуемая точность (для создания опорной сети требуется применение статической, в некоторых случаях быстростатической съемки, при съемке границ основным режимом можно назвать режим «стою—иду», при съемке контуров — «стою—иду» или кинематическую съемку);

срок выполнения работы (иногда в целях обеспечения выполнения большого объема полевых работ в ограниченный срок приходится применять более производительные режимы, жертвуя при этом либо точностью измерений, либо временем выполнения камеральных работ);

используемое программное обеспечение камеральной обработки (как обработки спутниковых измерений, так и геодезических, ГИС, САД-систем. Например, некоторые программные продукты не обеспечивают типовую кинема-

тическую обработку, либо при экспорте данных кинематической обработке в какое-либо другое приложение оказывается, что придется проделать дополнительную работу по отбору необходимых точек для дальнейшей камеральной обработки).

Отдельно следует остановиться на режиме «стою—иду». Этот режим нашел широкое применение в землеустроительных работах благодаря своей высокой производительности и точности измерений. Однако этот режим требует несколько большей подготовки землеустроителя, поскольку техника его выполнения несколько сложнее, чем техника выполнения статических или кинематических съемок. При сборе данных в этом режиме на скорость и погрешность измерения влияет корректность проведения инициализации съемки, правильная установка интервала нахождения на точке и интервала накопления данных в приемник, обеспечение непрерывности слежения за пятью и более спутниками. При этом на землеустроителе лежит задача не только управления оборудованием, но и корректного отображения окружающих условий с помощью атрибутивной информации, что упрощает и сокращает время камеральной обработки данных в САД-приложениях.

По опыту съемки системой «Locus» контуров угодий и границ хозяйств были получены следующие характеристики производительности выполнения съемки в режиме «стою—иду»: в среднем за 8 ч рабочего дня фиксировалось 276 точек на площади 327 га, общее время съемки на точках 1 ч 50 мин, технологическое время на инициализацию и переинициализацию 45 мин. На участках с благоприятным рельефом и геометрической формой угодий при аналогичном времени съемки и количестве точек удавалось производить съемку на участках площадью более 1000 га.

Еще одной задачей, решаемой при землеустройстве, является вынос проектов в натуру. Здесь оптимальным инструментом является GPS-оборудование, работающее в RTK-режиме (кинематический режим с возможностью приема и обработки дифференциальных фазовых поправок в реальном масштабе времени). При этом землеустроитель на контроллере регистрирует скорректированное местоположение антенны, полученное с сантиметровой точностью, и может определить расположение точки с заданными координатами на местности. Тем не менее, из-за высокой стоимости оборудование,

способное работать в RTK-режиме, еще не нашло широкого применения у землеустроителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приемники «Locus» предназначены прежде всего для геодезических работ и поэтому имеют ограниченные возможности по вводу атрибутивной информации, характеризующей объекты съемки. Для сбора данных предпочтительней использовать приемники ProMARK X-CM. Хотя они и уступают геодезическим приемникам по возможностям получения высокоточной информации, но имеют возможности накопления, наряду с данными о местоположении, различной атрибутивной информации, включающей несколько полей (например наименование, тип, высота и т. д.) и информации с других датчиков. Система «Legacy» может быть сконфигурирована по требованиям землеустроителя оптимальным образом, сочетая точностные возможности геодезических GPS-приемников и возможности ввода и регистрации дополнительной информации при помощи различных совместимых контроллеров (CDU, «Ranger»).

1. Генике А. А., Побединский Г. Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии. — М.: Картогеоцентр—Геодезиздат, 1999.— 272 с.
2. Горб А. И. Анализ точности приемника спутниковых навигационных сигналов ProMARK X-CM // Зарубежная радиоэлектроника.—1999.—№ 12.—С. 58—61.
3. Горб А. И., Крылов О. В., Криволапов О. А., Осипов Б. Г. Некоторые особенности сбора и обработки данных при GPS-съемке // ГИС-Форум-2000: Сб. тр., 13-16 ноября 2000 г. — Киев, 2000.—С. 33—39.
4. Гоффманн-Велленгоф Б., Лихтенеггер, Коллинз Д. Глобальная система визначення місцезнаходження (GPS): Теорія і практика / Пер. з англ. під ред. Я. С. Яцківа. — Київ: Наук. думка, 1996.—392 с.

EXPERIENCE OF GLOBAL POSITIONAL SATELLITE SYSTEM TECHNOLOGIES APPLICATION FOR LAND MANAGEMENT

A. I. Gorb, O. A. Kryvolapov

The features of global positional satellite system (GPS) technologies realization for the land management and boundary control are described. The possibilities to use the ProMARK X-CM, Locus and Legacy H of GPS-receivers for field surveys are considered. The practical recommendations as to the choice of GPS-equipment optimal performance modes are offered.