

СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА МЕЖЕВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ: ПЕРВЫЕ ВПЕЧАТЛЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

С.Г. Гаврилов (ГУП «Мосгоргеотрест»)

В 1982 г. окончил МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия» и до 1996 г. работал на кафедре прикладной геодезии, затем до 1999 г. — в ЦПГ «Терра-Спейс». В настоящее время начальник отдела основных геодезических работ ГУП «Мосгоргеотрест».

С.Ю. Крыжановский (ГУП «Мосгоргеотрест»)

В 2000 г. окончил МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». С 2000 г. работал в Центре прикладной геодинамики. С 2001 г. по настоящее время работает в ГУП «Мосгоргеотрест» инженером отдела инженерной геодезии.

Д.Е. Осипов (ГУП «Мосгоргеотрест»)

В 1981 г. окончил МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». Работал в ГСПИ Минатома РФ, Главном центре радиовещания и телевидения. С 1998 г. по настоящее время работает в ГУП «Мосгоргеотрест» главным специалистом отдела цифровых топографических планов.

О начале функционирования спутниковой системы межевания земель (ССМЗ) и особенностях ее технической реализации уже сообщалось ранее (см. Геопрофи. — 2004. — № 1. — С. 23–27). В период с ноября 2003 г. по апрель 2004 г. проходила опытная эксплуатация ССМЗ, в которой принимали участие специалисты ГУП «Мосгоргеотрест».

Одним из основных преимуществ спутниковой системы межевания земель является возможность вычисления координат в режиме реального времени (RTK). Однако до начала опытной эксплуатации система позволяла определять координаты приемника только в общеземной системе координат WGS-84, что существенно осложняло ее использование на территории Москвы, поскольку все виды геодезических работ в городе выполняются в местной системе координат. В связи с этим перед ГУП «Мосгоргеотрест» были поставлены следующие задачи:

— определить параметры перехода и настройки оборудования ССМЗ для работы в системе

координат Москвы;

— исследовать точность определения координат с использованием оборудования ССМЗ и полученных параметров перехода;

— изучить возможность практического использования оборудования ССМЗ при проведении топографических съемок и разбивочных работ.

На первом этапе опытной эксплуатации определялись необходимые параметры перехода. Основой для этого послужили результаты работ по совершенствованию опорной геодезической сети Москвы (ОГС Москвы) (см. Геопрофи. — 2003. — № 4. — С. 44–50 и Геодезия и картография. — 2003. — № 9). В ходе их проведения были получены следующие результаты, которые позволили приступить к определению данных, необходимых для использования ССМЗ на территории Москвы:

— выполнено уравнивание каркасной спутниковой геодезической сети Москвы (КСГС) в системе координат Москвы;

— совместно с ЦНИИГАиК

Роскартографии КСГС Москвы включена в состав высокоточной геодезической сети (ВГС) Европейской территории России и построена цифровая модель высот квазигеоида. В результате пункты КСГС были с высокой точностью привязаны к общеземной системе координат.

Таким образом, в качестве исходных данных использовались два каталога координат одних и тех же пунктов КСГС — в системе координат Москвы и WGS-84. По ним определили семь параметров перехода из одной системы в другую.

В декабре 2003 г. специалистами ГУП «Мосгоргеотрест» были получены во временное пользование два комплекта спутниковых приемников Leica SR530 с GSM-модемом, а также программное обеспечение SKI-PRO, работающее в демонстрационном режиме. Для позиционирования в системе координат Москвы (МСК) в контроллер были введены параметры перехода от геоцентрической WGS-84 к геоцентрической МСК, а также параметры топоцентрической МСК.

Модель геоида ввести в контроллер, к сожалению, не удалось, поэтому высоту квазигеоида над эллипсоидом в месте позиционирования приходилось определять отдельно и либо добавлять ее к высоте антенны, либо вычитать из полученных высотных отметок при постобработке.

Первые самостоятельные измерения были проведены в начале февраля 2004 г. Связь с базовыми станциями осуществлялась через каналы связи GSM. Была поставлена задача: сравнить координаты, полученные в режиме реального времени, с координатами ОГС Москвы и точек съемочного и разбивочного обоснования. Первоначально были закоординированы две расположенные рядом точки на достаточно открытом участке Ленинградского проспекта, что обеспечивало постоянную видимость 6–10 спутников GPS. При помощи тахеометра, от расположенных в прямой видимости стенных знаков ОГС Москвы, не участвовавших в определении параметров перехода, были определены плановые координаты этих точек со средней квадратической ошибкой $m_x = 0,007$ м и $m_y = 0,005$ м. Антенны были установлены на штативах и через несколько минут на экране контроллера высветились требуемые координаты. Средняя квадратическая ошибка определения координат с помощью спутниковых приемников составляла в среднем 0,015 м. Сравнение вычисленного по полученным координатам расстояния между точками (около 2 м) с непосредственно измеренным рулеткой значением не выявило расхождений, превышающих точность измерений (0,001 м). Для подтверждения стабильности результатов измерения повторялись приемы по 10 с в разные дни, время суток, меняя приемники. Расхождения с координатами, полученными от пунктов ОГС Москвы, в среднем составили $dx = 0,13$ м, $dy = 0,15$ м и носили систематический характер.

При этом, средние квадратические отклонения в плановом положении (ds) между приемами не превышали 0,002 м.

Последующие измерения в разных районах Москвы также показали наличие систематической плановой составляющей около 0,1 м в западном направлении. Отклонения по высоте, с учетом высоты квазигеоида, определяемой по модели, не превысили 0,04 м и в среднем составили 0,008 м.

Далее координаты, полученные в RTK, сравнивались с координатами пунктов съемочного и разбивочного обоснования, которое создавалось с помощью полигонометрических ходов и строго уравнивалось в программе StarNet. Анализ результатов обработки измерений подтвердил наличие указанной систематической составляющей. В дальнейшем она учитывалась в виде поправки в полученные координаты.

Убедившись в возможностях ССМЗ, были начаты производственные испытания на работах по топографической съемке и выносу в натуру проектов трасс. При этом использовались любые возможности контроля спутниковых измерений другими доступными методами и данными.

При создании съемочного обоснования и топографической съемке проводилось полевое кодирование пикетов для их последующей автоматической символизации соответствующими условными знаками. На нескольких объектах Москвы было определено свыше 1800 съемочных пикетов. Первое позиционирование, включая ввод необходимых параметров проекта и соединение с вычислительным центром (ВЦ), обычно занимало около 2–3 мин. При установленной связи с ВЦ и достаточном количестве спутников определение координат пикета занимало не более 5 с, что практически соответствует производительности тахеометрической съемки, но выполняется одним человеком. С учетом времени на переходы с

пикета на пикет, установку вежи с антенной в вертикальное положение, нажатие нужных кнопок и пометки в абрисе, съемка пикета занимает 20–30 с.

Как и следовало ожидать, не везде условия позволяли принимать сигнал от необходимых пяти спутников, поэтому приходилось комбинировать GPS-измерения с тахеометрической съемкой, а также использовать лазерную рулетку. В отдельные дни были проблемы со связью, по видимому, из-за перегруженности линии. В районе аэропорта «Внуково» несколько дней позиционирование с требуемой точностью было затруднено из-за временного отключения двух ближайших референчных станций. Не всегда удавалось позиционироваться в лесу, несмотря на отсутствие листового покрова. Тем не менее, испытания продемонстрировали возможность использования спутниковой системы межевания земель для выполнения топографической съемки масштаба 1:500 в условиях Московского мегаполиса.

Было выполнено несколько работ по выносу в натуру проектов трасс инженерных сетей. Применение RTK ускорило выполнение полевых работ на данных объектах. Как пример, можно привести разбивку трассы, протяженностью 2 км с 64-мя точками поворота. Трасса проходила по открытому полю, вдоль железной дороги, по залесенной местности, рядом со зданиями и заборами. Решение фиксировалось в условиях весьма неблагоприятных, с точки зрения окружающих препятствий. Из всех точек не удалось вынести только три точки в лесу. Однако, остальные точки были вынесены с высокой скоростью.

После первых проб стало очевидным, что для выполнения полного комплекса геодезических работ в городских условиях спутниковые измерения необходимо комбинировать с тахеометрическими измерениями. Фирма Trimble Navigation наилучшим

образом решила вопрос совместной работы приемника GPS и тахеометра, создав контроллер АСУ. Естественно, возникла идея проверить работоспособность приемника GPS Trimble 5800 от базовых станций. Связь осуществлялась с помощью обычных сотовых телефонов Siemens и Eriksson. В испытаниях, которые проводились в апреле 2004 г., приняли участие представители ГУП «Мосгоргеотрест» (С.Ю. Крыжановский), ФГУП «Госземкадастръемка» — ВИС-ХАГИ (А.Ю. Старостин и И. Демидов), Московского представительства Trimble Navigation (М.Ю. Караванов), GPSCOM (А.Ю. Янкуш) и Фирмы Г.Ф.К. (В.Т. Ли). Испытания показали, что с помощью комплекта Trimble 5800 удается установить связь с вычислительным центром ССМЗ и вычислить координаты определяемого пункта.

Полученный, за время производственной эксплуатации сис-

темы, опыт позволяет сделать следующие выводы:

1. ССМЗ в целом может быть использована при проведении топографических съемок и разбивочных работ на территории Москвы и прилегающих к ней районах Московской области. Для ее промышленной эксплуатации требуется провести работы по уточнению параметров перехода и поиску способа автоматического учета модели высот квазигеоида.

2. Предлагаемый пользователям ССМЗ комплект спутниковой геодезической системы Leica SR530 достаточно надежно работает в условиях современного города на открытых участках. В заливенной местности, даже при отсутствии листвы, результаты позиционирования нестабильны.

3. Экономических эффект внедрения в производство ССМЗ определять пока преждевременно, но возможность отказа от привязки к пунктам ОГС Москвы и развития геодезического об-

нования, а также возможность выполнения работ одним исполнителем выглядят весьма привлекательно. Особенно заметны преимущества использования ССМЗ при разбивочных работах.

Подводя итог вышеизложенному, можно констатировать, что с вводом спутниковой системы межевания земель в промышленную эксплуатацию геодезисты, топографы и землемеры, охватываемых ею регионов, получат мощный инструмент для быстрого и точного определения координат в различных системах.

RESUME

The first results of the experimental operation of the Satellite Land Surveying System (the Moskva project) are presented. This project considered topographic and land mark surveys within the area of the Moscow megapolis. Capabilities of the Leica SR530 system and its receivers are given.

		<h1>Smart 3100 IS</h1>	
<ul style="list-style-type: none"> • ОДНОЧАСТОТНАЯ (L1) GPS СИСТЕМА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КЛАССА • В ОДНОМ КОРПУСЕ СОВМЕЩЕНЫ - GPS ПРИЕМНИК, GPS АНТЕННА, АККУМУЛЯТОРЫ И ПАМЯТЬ • ЛЕГКАЯ, КОМПАКТНАЯ И ЗАЩИЩЕННАЯ КОНСТРУКЦИЯ • ПРОСТОЕ УПРАВЛЕНИЕ И НАГЛЯДНАЯ ИНДИКАЦИЯ • ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВНЕШНИЙ КОНТРОЛЛЕР • КРАЙНЕ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ 			
<p>от 100 000 руб.</p>			
<p>НПК "GPSCOM" 109388, Россия, Москва ул. Полбина, д.3, стр.1 тел.: (095) 232 2870 факс: (095) 354 0203 sales@GPSCOM.ru http://www.GPSCOM.ru</p>			
<p>ИДЕАЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ СЪЕМОК С ПОСТОБРАБОТКОЙ</p>			